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

_____ А.Н. Щипунов

«14» 10 2019 г.



Преобразователи измерительные U8481A, U8485A, U8487A, U8488A, U8489A

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

U848xA-2019МП

р.п. Менделеево
2019 г.

gost.e-ecolog.ru

1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок преобразователей измерительных U8481A, U8485A, U8487A, U8488A, U8489A (далее – преобразователи), изготавливаемых компанией «Keysight Technologies Inc.», США, или компанией «Keysight Technologies Malaysia Sdn. Bhd.», Малайзия.

Первичной поверке подлежат преобразователи мощности до ввода в эксплуатацию и выходящие из ремонта.

Периодической поверке подлежат преобразователи мощности, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.2 Интервал между поверками 1 (один) год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки преобразователей 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 составляющих относительной погрешности измерения мощности	8.4	+	+

2.2 Проведение поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений возможно, при отметке значений поддиапазонов в свидетельстве о поверке.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки измерителей 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	
	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемое средство измерений и его характеристики
Для преобразователей U8481A (опция 100, опция 200)		
8.2.7, 8.3	Анализатор цепей векторный с набором мер коэффициента передачи и отражения, диапазон частот от 0,01 до 18 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента отражения от 0 до 0,3 составляют ±0,02	Анализатор цепей векторный N5222A с с набором мер коэффициента передачи и отражения 85054B

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	
	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемое средство измерений и его характеристики
8.3	Нановольтметр/микроомметр 34420A, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения $U_{изм}$ постоянного тока на пределе $U_{пред}$ = 1 мВ ±(0,0025·$U_{изм}$ + 0,0020·$U_{пред}$), пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления $R_{изм}$ на пределе $R_{пред}$ = 100 Ом ±(0,0015·$R_{изм}$ + 0,0002·$R_{пред}$)	Нановольтметр/микроомметр 34420A, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения $U_{изм}$ постоянного тока на пределе $U_{пред}$ = 1 мВ ±(0,0025·$U_{изм}$ + 0,0020·$U_{пред}$), пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления $R_{изм}$ на пределе $R_{пред}$ = 100 Ом ±(0,0015·$R_{изм}$ + 0,0002·$R_{пред}$)
8.4	Генератор сигналов, диапазон частот от 10 МГц до 18 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $1 \cdot 10^{-4}$, максимальная выходная мощность не менее 6 мВт	Генератор сигналов E8257D, диапазон частот от 250 кГц до 67 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $7{,}5 \cdot 10^{-8}$, диапазон уровня выходного сигнала от −135 до +10 дБ (1 мВт)
8.4	Калибратор мощности, модуль эффективного коэффициента отражения выхода (модуль эффективного коэффициента отражения выхода при использовании Г-коррекции) не более 0,01, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности в диапазонах частот: ±0,8 % св. 10 МГц до 6 ГГц включ., ±1,0 % св. 6 ГГц до 12 ГГц включ., ±1,2 % св. 12 до 18 ГГц включ.	Калибратор мощности СВЧ NRPC18, диапазон частот от 0 до 18 ГГц, модуль эффективного коэффициента отражения выхода при измерениях с Г-коррекцией, не более 0,010, пределы допускаемой систематической основной относительной погрешности измерений мощности без учета погрешности рассогласования: ±0,5 % в диапазоне частот от 10 до 100 МГц включ., ±0,6 % в диапазоне частот св. 0,1 до 8 ГГц включ., ±0,9 % в диапазоне частот св. 8 до 12 ГГц включ., ±1,2 % в диапазоне частот св. 12 до 18 ГГц включ., или рабочий эталон единицы мощности электромагнитных колебаний 1 разряда в диапазоне частот от 0,03 до 18 ГГц, доверительные границы относительной погрешности измерений мощности ±0,8 % при доверительной вероятности 0,95
8.4	Измеритель отношения мощностей, диапазон измеряемых мощностей от 0,8 до 100 мВт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты ±0,3 %	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, диапазон измеряемых мощностей от 0,001 до 100 мВт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты ±0,3 %
Для преобразователей U8485A (опция 100, опция 200)		
8.2.7, 8.3	Анализатор цепей векторный с набором мер коэффициента передачи и отражения, диапазон частот от 0,01 до 33 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента отражения от 0 до 0,3 составляют ± 0,03.	Анализатор цепей векторный N5224A с набором мер коэффициента передачи и отражения 85052B, 85056A

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	
	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемое средство измерений и его характеристики
8.3	Нановольтметр/микроомметр 34420A, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения $U_{изм}$ постоянного тока на пределе $U_{пред}$ = 1 мВ ±(0,0025·$U_{изм}$ + 0,0020·$U_{пред}$), пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления $R_{изм}$ на пределе $R_{пред}$ = 100 Ом ±(0,0015·$R_{изм}$ + 0,0002·$R_{пред}$)	Нановольтметр/микроомметр 34420A, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения $U_{изм}$ постоянного тока на пределе $U_{пред}$ = 1 мВ ±(0,0025·$U_{изм}$ + 0,0020·$U_{пред}$), пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления $R_{изм}$ на пределе $R_{пред}$ = 100 Ом ±(0,0015·$R_{изм}$ + 0,0002·$R_{пред}$)
8.4	Генератор сигналов, диапазон частот от 10 МГц до 33 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $1 \cdot 10^{-4}$, максимальная выходная мощность не менее 6 мВт	Генератор сигналов E8257D, диапазон частот от 250 кГц до 67 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $7{,}5 \cdot 10^{-8}$, диапазон уровня выходного сигнала от −135 до +10 дБ (1 мВт)
8.4	Калибратор мощности, модуль эффективного коэффициента отражения выхода (модуль эффективного коэффициента отражения выхода при использовании Г-коррекции) не более 0,03, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности в диапазонах частот: ±1,2 % св. 10 МГц до 6 ГГц включ., ±1,3 % св. 6 ГГц до 18 ГГц включ., ±2,0 % св. 18 до 26,5 ГГц включ., ±2,3 % св. 26,5 до 33 ГГц включ.	Калибратор мощности СВЧ NRPC33, диапазон частот от 0 до 33 ГГц, модуль эффективного коэффициента отражения выхода при измерениях с Г-коррекцией, не более 0,025, пределы допускаемой систематической основной относительной погрешности измерений мощности без учета погрешности рассогласования: ±0,5 % в диапазоне частот от 10 до 100 МГц включ., ±1,3 % в диапазоне частот св. 0,1 до 8 ГГц включ., ±1,5 % в диапазоне частот св. 8 до 18 ГГц включ., ±1,6 % в диапазоне частот св. 18 до 26 ГГц включ., ±1,8 % в диапазоне частот св. 26 до 33 ГГц включ., или рабочий эталон единицы мощности электромагнитных колебаний 1 разряда в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц, доверительные границы относительной погрешности измерений мощности ±1,2 % при доверительной вероятности 0,95
8.4	Измеритель отношения мощностей, диапазон измеряемых мощностей от 0,8 до 100 мВт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты ±0,3 %	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, диапазон измеряемых мощностей от 0,001 до 100 мВт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты ±0,3 %
Для преобразователей U8487A (опция 100)		
8.2.7, 8.3	Анализатор цепей векторный с набором мер коэффициента передачи и отражения , диапазон частот от 0,01 до 50 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента отражения от 0 до 0,3 составляют ± 0,03.	Анализатор цепей векторный N5225A с набором мер коэффициента передачи и отражения 85056A
8.4	Генератор сигналов, диапазон частот от 10 МГц до 50 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $1 \cdot 10^{-4}$, максимальная выходная мощность не менее 6 мВт	Генератор сигналов E8257D, диапазон частот от 250 кГц до 67 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $7{,}5 \cdot 10^{-8}$, диапазон уровня выходного сигнала от −135 до +10 дБ (1 мВт)

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	
	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемое средство измерений и его характеристики
8.4	Калибратор мощности, модуль эффективного коэффициента отражения выхода (модуль эффективного коэффициента отражения выхода при использовании Г-коррекции) не более 0,03, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности в диапазонах частот: ±1,5 % св. 10 МГц до 18 ГГц включ., ±1,6 % св. 18 до 26,5 ГГц включ., ±2,0 % св. 26,5 до 37,5 ГГц включ., ±2,5 % св. 37,5 до 45 ГГц включ., ±3,0 % св. 45 до 50 ГГц включ.	Калибратор мощности СВЧ NRPC50, диапазон частот от 0 до 50 ГГц, модуль эффективного коэффициента отражения выхода при измерениях с Г-коррекцией, не более 0,025, пределы допускаемой систематической основной относительной погрешности измерений мощности без учета погрешности рассогласования: ± 0,5% в диапазоне частот от 10 до 100 МГц включ., ±1,3 % в диапазоне частот св. 0,1 до 8 ГГц включ., ±1,5 % в диапазоне частот св. 8 до 18 ГГц включ., ±1,6 % в диапазоне частот св. 18 до 26 ГГц включ., ±1,8 % в диапазоне частот св. 26 до 37,5 ГГц включ. ±2,5 % в диапазоне частот св. 37,5 до 50 ГГц включ., или рабочий эталон единицы мощности электромагнитных колебаний 1 разряда в диапазоне частот от 0,03 до 53,57 ГГц, доверительные границы относительной погрешности измерений мощности при доверительной вероятности 0,95 от 0,03 до 37,5 ГГц включ. ±1,2 % , св. 37,5 до 50 ГГц включ. ±2,5 %
8.4	Измеритель отношения мощностей, диапазон измеряемых мощностей от 0,8 до 100 мВт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты ±0,3 %	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, диапазон измеряемых мощностей от 0,001 до 100 мВт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты ±0,3 %
Для преобразователей U8488A (опция 100)		
8.2.7, 8.3	Анализатор цепей векторный с набором мер коэффициента передачи и отражения , диапазон частот от 0,01 до 67 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента отражения от 0 до 0,3 составляют ± 0,03.	Анализатор цепей векторный N5227A с набором мер коэффициента передачи и отражения 85058B
8.4	Генератор сигналов, диапазон частот от 10 МГц до 67 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $1 \cdot 10^{-4}$, максимальная выходная мощность не менее 6 мВт	Генератор сигналов E8257D, диапазон частот от 250 кГц до 67 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $7{,}5 \cdot 10^{-8}$, диапазон уровня выходного сигнала от −135 до +10 дБ (1 мВт)

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	
	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемое средство измерений и его характеристики
8.4	Калибратор мощности, модуль эффективного коэффициента отражения выхода (модуль эффективного коэффициента отражения выхода при использовании Г-коррекции) не более 0,03, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности в диапазонах частот: ±1,7 % от 10 МГц до 18 ГГц включ., ±2,0 % св. 18 до 26,5 ГГц включ., ±3,0 % св. 26,5 до 50 ГГц включ., ±3,8 % св. 50 до 67 ГГц включ.	Калибратор мощности СВЧ NRPC67, диапазон частот от 0 до 67 ГГц, модуль эффективного коэффициента отражения выхода при измерениях с Г-коррекцией, не более 0,025, пределы допускаемой систематической основной относительной погрешности измерений мощности без учета погрешности рассогласования: ± 0,7% в диапазоне частот от 10 до 100 МГц включ., ±1,1 % в диапазоне частот св. 0,1 до 8 ГГц включ., ±1,5 % в диапазоне частот св. 8 до 18 ГГц включ., ±1,6 % в диапазоне частот св. 18 до 26 ГГц включ., ±1,9 % в диапазоне частот св. 26 до 40 ГГц включ. ±2,5 % в диапазоне частот св. 40 до 50 ГГц включ., ±3,8 % в диапазоне частот св. 50 до 67 ГГц включ. или рабочий эталон единицы мощности электромагнитных колебаний 1 разряда в диапазоне частот от 0,03 до 67 ГГц, доверительные границы относительной погрешности измерений мощности при доверительной вероятности 0,95 от 0,03 до 37,5 ГГц включ. ±1,2 % , св. 37,5 до 67 ГГц включ. ±2,5 %
8.4	Измеритель отношения мощностей, диапазон измеряемых мощностей от 0,8 до 100 мВт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты ±0,3 %	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, диапазон измеряемых мощностей от 0,001 до 100 мВт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты ±0,3 %
Для преобразователей U8489A (опция 100)		
8.2.7	Комплект измерителей соединителей коаксиальных, диапазон измерений расстояния между плоскостью соединения наружного и внутреннего проводников от минус 0,08 до 0,08 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ±0,005 мм	Машина трехкоординатная измерительная мультисенсорная DELTEC LEOS 200, диапазон измерений по оси Z от 0 до 150 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности по оси Z (оптические измерения) ±(4+4·L/1000) мм, по оси Z (контактные измерения) ±(2,5+4·L/1000) мм
8.3	Нановольтметр/микроомметр 34420A, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения $U_{изм}$ постоянного тока на пределе $U_{пред}$= 1 мВ ±(0,0025·$U_{изм}$ + 0,0020·$U_{пред}$), пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления $R_{изм}$ на пределе $R_{пред}$= 100 Ом ±(0,0015·$R_{изм}$ + 0,0002·$R_{пред}$)	Нановольтметр/микроомметр 34420A, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения $U_{изм}$ постоянного тока на пределе $U_{пред}$= 1 мВ ±(0,0025·$U_{изм}$ + 0,0020·$U_{пред}$), пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления $R_{изм}$ на пределе $R_{пред}$= 100 Ом ±(0,0015·$R_{изм}$ + 0,0002·$R_{пред}$)

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	
	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемое средство измерений и его характеристики
8.3	Анализатор цепей векторный с набором мер коэффициента передачи и отражения, диапазон частот от 0,01 до 125 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента отражения от 0 до 0,3 составляют ±0,03.	Анализатор цепей векторный N5227A с набором мер коэффициента передачи и отражения 85058B Государственный 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 абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения S_{11} $\pm(0,006+0,01\cdot\lvert S_{11}\rvert+0,017\cdot\lvert S_{11}\rvert^2)$
8.4	Генератор сигналов, диапазон частот от 10 МГц до 120 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $1\cdot10^{-4}$, максимальная выходная мощность не менее 2 мВт на частотах свыше 0,01 до 78,33 ГГц, не менее 0,1 мВт на частотах от 78,33 до 120 ГГц	Генератор сигналов E8257D, диапазон частот от 250 кГц до 67 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $7,5\cdot10^{-8}$, диапазон уровня выходного сигнала от −135 до +10 дБ (1 мВт) Генератор сигналов Г4-142, диапазон частот от 53,57 до 78,33 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты ±1 %, выходная мощность не менее $4\cdot10^{-3}$ Вт. Модули расширения частотного диапазона ZVA-Z110, ZVA-Z170 анализаторов электрических цепей векторных ZVA или ZNA

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	
	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемое средство измерений и его характеристики
8.4	Калибратор мощности, модуль эффективного коэффициента отражения выхода (модуль эффективного коэффициента отражения выхода при использовании Г-коррекции) не более 0,03, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности в диапазонах частот: ±1,6 % от 0,01 до 18 ГГц включ., ±1,8 % от 18 до 26,5 ГГц включ., ±3,0 % св. 26,5 до 50 ГГц включ., ±4,0 % св. 50 до 95 ГГц включ., ±5,0 % св. 95 до 120 ГГц включ.	Калибратор мощности СВЧ NRPC67, диапазон частот от 0 до 67 ГГц, модуль эффективного коэффициента отражения выхода при измерениях с Г-коррекцией, не более 0,025, пределы допускаемой систематической основной относительной погрешности измерений мощности без учета погрешности рассогласования: ± 0,7% в диапазоне частот от 10 до 100 МГц включ., ±1,1 % в диапазоне частот св. 0,1 до 8 ГГц включ., ±1,5 % в диапазоне частот св. 8 до 18 ГГц включ., ±1,6 % в диапазоне частот св. 18 до 26 ГГц включ., ±1,9 % в диапазоне частот св. 26 до 40 ГГц включ. ±2,5 % в диапазоне частот св. 40 до 50 ГГц включ., ±3,8 % в диапазоне частот св. 50 до 67 ГГц включ. или рабочий эталон единицы мощности электромагнитных колебаний 1 разряда в диапазоне частот от 0,03 до 67 ГГц, доверительные границы относительной погрешности измерений мощности при доверительной вероятности 0,95 от 0,03 до 37,5 ГГц включ. ±1,2 % , св. 37,5 до 67 ГГц включ. ±2,5 %. Прибор для поверки ваттметров М1-25/2, диапазон частот от 53,57 до 78,33 ГГц, пределы относительной погрешности измерений мощности ±2,0 %.. Рабочий эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне значений от 0,1 до 10 мВт в диапазоне частот от 37,5 до 220 ГГц, доверительные границы относительной погрешности результатов измерений при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 78,33 до 118,1 ГГц включ. ±4,0 %, св. 118,1 до 178,4 ГГц включ. ±5,0 % Ваттметр поглощаемой мощности М3-75 с приемными преобразователями ПП-15 и ПП-16, диапазон частот от 78,33 до 178,4 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности ±10,0 %
8.4	Измеритель отношения мощностей, диапазон измеряемых мощностей от 0,8 до 100 мВт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты ±0,3 %	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, диапазон измеряемых мощностей от 0,001 до 100 мВт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты ±0,3 %

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

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

3.5 При поверке использовать персональный компьютер (далее – ПК), удовлетворяющий следующим требованиям:

– процессор с тактовой частотой не менее 1,3 ГГц

– оперативное запоминающее устройство не менее 1 Гбайт (32-битная система), 2Гбайт (64-битная система);

– не менее 8 Гбайт свободного места на накопительном жестком диске;

– операционная система Windows 7 SP1 (32 или 64 бит), Windows 8 и 8.1 (32 или 64 бит), Windows 10 (32 или 64 бит);

– не менее одного свободных портов USB или LAN или GPIB для внешнего оборудования.

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 «Преобразователи измерительные U8481A, U8485A, U8487A, U8488A, U8489A. Руководство по эксплуатации» (далее - U848xA-2019РЭ).

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, ^{0}C	23±5;
– относительная влажность воздуха, %	от 15 до 95;
– атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	100±3 (750±20);
– напряжение сети, В	220±22;
– частота сети, Гц	50±0,5.

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 преобразователя мощности проводить визуальным осмотром без вскрытия, при этом необходимо проверить:

– комплектность, маркировку и пломбировку (наклейку) на соответствие документу U848xA-2019РЭ;

– целостность и чистоту разъемов ВЧ, USB (LAN, GPIB) 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. 1.3 документа U848xA-2019РЭ;

– маркировка и пломбировка (наклейка) соответствует разделу 1.2 документа U848xA-2019РЭ;

– 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 Опробование

8.2.1 Установить на ПК, который будет использоваться при поверке, с компакт-диска, входящего в комплект поставки, программное обеспечение **«Keysight BenchVue»** (далее – ПО **«Keysight BenchVue»**).

8.2.2 Определение идентификационных данных ПО

8.2.2.1 После завершения установки ПО **«Keysight BenchVue»** двойным нажатием запустить ПО **«Keysight BenchVue»**, наблюдать на экране монитора ПК виртуальную панель управления (интерфейс пользователя), представленную на рисунке 1.



Рисунок 1

8.2.2.2 В раскрывшейся виртуальной панели управления, приведенной на рисунке 1, нажать виртуальную кнопку «⚙» и выбрать меню «About Keysight BenchVue» и наблюдать рисунок 2, где прочитать идентификационное наименование ПО и версию ПО. Результаты наблюдения зафиксировать в рабочем журнале.

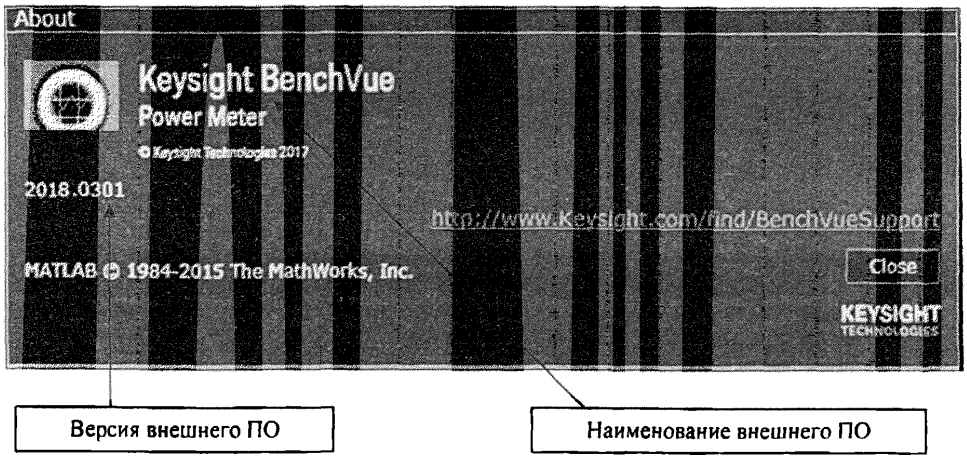


Рисунок 2

8.2.2.3 Выбрать в правом нижнем углу окна, показанном на рисунке 1, поверяемый преобразователь и нажать виртуальную кнопку «Connect».

После соединения ПК с поверяемым преобразователем двойным щелчком по иконке преобразователя вывести на экран его идентификационные данные, как показано на рисунке 3. Результаты наблюдения зафиксировать в рабочем журнале.

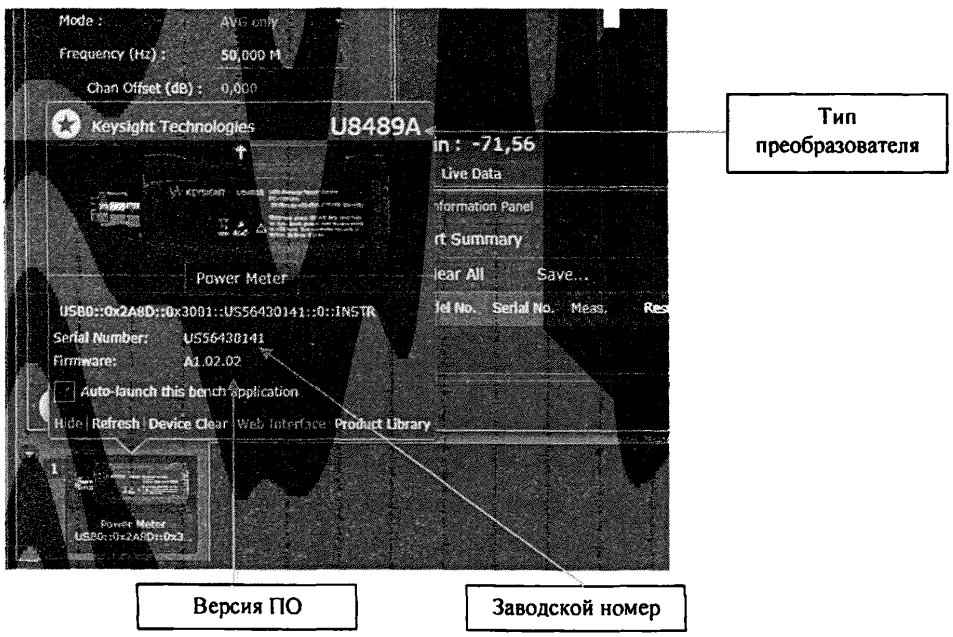


Рисунок 3

8.2.2.4 Результаты определения идентификационных данных ПО считать положительными, если:

– наименование ПО – **«Keysight BenchVue»** и значения версии ПО **«Keysight BenchVue»** – 3.0 или выше;

– версия встроенного ПО – **A1.01.01** или выше.

В противном случае результаты определения идентификационных данных ПО считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8.2.5 Зарегистрировать в рабочем журнале серийный номер преобразователя отобразившегося на экране монитора ПК (рисунок 3).

8.2.6 Нажать на виртуальной панели управления кнопку « ▷ Start all » (зеленого цвета) и наблюдать на экране монитора ПК показания, как показано на рисунке 4.

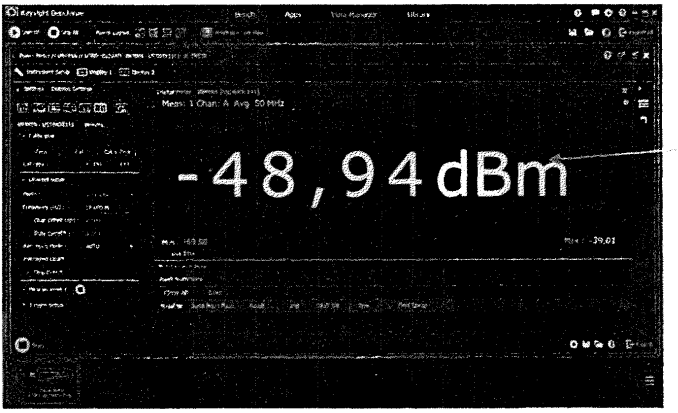


Рисунок 4

8.2.7 Выполнить осмотр коаксиального соединителя датчика мощности поверяемого преобразователя мощности.

Определить присоединительные размеры соединителя коаксиального преобразователей методом прямых измерений размера ступеньки между плоскостью соединения наружного проводника и плоскостью соединения внутреннего проводника при помощи комплект измерителей соединителей коаксиальных из состава набором мер коэффициента передачи и отражения или машиной трехкоординатной измерительной мультисенсорной DELTEC LEOS 200.

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Результаты определения присоединительного размера соединителя коаксиального преобразователей считать положительными, если плоскость соединения центрального проводника утоплена относительно плоскости соединения наружного проводника на расстояние:

– от 5,16 до 5,26 мм для преобразователей U8481A;

– от 7,5 мкм до 0 мкм для преобразователя U8485A;

– от 5 мкм до 0 мкм для преобразователя U8487A, U8488A, U8489A.

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

8.2.8 Результат опробования поверяемого преобразователя считать положительным, если:

– ПО «Keysight BenchVue» установлено на ПК;

– идентификационные данные ПО соответствуют значениям: наименование ПО – «Keysight BenchVue» его версия 3.0 или выше, версия встроенного ПО – A1.01.01 или выше;

– серийный номер подсоединенного преобразователя на экране монитора ПК соответствует номеру, указанному его на корпусе;

– на экране монитора ПК наблюдали рисунок 4;

– присоединительный размер соединителя коаксиального поверяемого преобразователя находятся в допустимых пределах.

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

8.3 Определение КСВН входа

8.3.1 Измерения КСВН входа выполнять в диапазонах частот, приведенных в таблице 3.

Таблица 3

Тип преобразователя мощности	Диапазон частот, ГГц
U8481A опция 100	от 0,01 до 18
U8481A опция 200	от 0,01 до 18
U8485A опция 100	от 0,01 до 33
U8485A опция 200	от 0,01 до 33
U8487A опция 100	от 0,01 до 50
U8488A опция 100	от 0,01 до 67
U8489A опция 200	от 0,01 до 120

8.3.2 Для преобразователей U8481A опция 200, U8485A опция 200, U8489A опция 200 определить КСВН на частоте 0 Гц путем измерений сопротивления постоянному току входа СВЧ преобразователя нановольтметром/микроомметром 34420A по четырехпроводной схеме.

При измерении сопротивления фиксировать значения сопротивления R, в Ом, и показания мощности поверяемого преобразователя (по показаниям на ПК).

Значения КСВН на частоте 0 Гц для преобразователей U8481A опция 200, U8485A опция 200. U8489A опция 200 определить по формулам (1), (2):

$$КСВН = \frac{R}{50}, \text{ для } R > 50 \text{ Ом}; \quad (1)$$

$$КСВН = \frac{50}{R}, \text{ для } R \leq 50 \text{ Ом}. \quad (2)$$

8.3.3 Провести подготовку анализатора цепей векторного с набором мер коэффициента передачи и отражения (далее – АЦ) в соответствии с типом поверяемого преобразователя в диапазонах частот, приведенных в таблице 3.

Измерения выполнять с использованием соответствующего поверяемому преобразователю АЦ из таблицы 2.

8.3.3.1 Подключить поверяемый преобразователь к порту АЦ.

При необходимости для подключения преобразователя U8489A использовать переходы в диапазонах частот:

– от 50 МГц до 53 ГГц включ. коаксиально-коаксиальный PC1.85 «вилка» – PC 1.0 «розетка» (Rosenberger 01K108-S00D3 или аналогичный);

– свыше 53 до 75 ГГц включ. коаксиально-волноводный PC 1,85 «розетка» – WR15 (Keysight V281C или аналогичный);

– свыше 75 до 110 ГГц включ. коаксиально-волноводный PC 1,85 «розетка» – WR10 (Keysight W281C или аналогичный);

– свыше 110 до 120 ГГц включ. коаксиально-волноводный PC 1,85 «розетка» – WR10 (Keysight W281C или аналогичный) и волноводно-волноводный WR10-WR6.

8.3.3.2 Выполнить измерения значений модуля и фазы коэффициента отражения, КСВН входа на частотах:

– 50 МГц; от 250 МГц до 3 ГГц включ. с интервалом 250 МГц;

– свыше 3 ГГц до 18 ГГц включ. с интервалом 0,5 ГГц;

– свыше 18 ГГц до 67 ГГц включ. с интервалом 1 ГГц

– 69,0; 71,0; 73,0; 75,0; 77,0; 78,33; 80,0; 85,0; 90,0; 95,0; 100,0; 105,0; 110,0; 115,0; 120,0 ГГц.

8.3.3.3 Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

8.3.3.4 Выключить СВЧ мощность на выходе АЦ.

8.3.3.5 Отсоединить преобразователь мощности от АЦ.

8.3.4.6 Результаты измерений КСВН считать положительными, если значения КСВН преобразователей находятся в пределах, приведенных в таблице 4.

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

Таблица 4

Диапазон частот	Допустимые значения КСВН преобразователей, не более						
	8481A опция 100	8481A опция 200	8485A опция 100	8485A опция 200	8487A опция 100	8488A опция 100	8489A опция 200
от 0 до 10 МГц включ.	–	1,11	–	1,07	–	–	1,02
св. 10 до 30 МГц включ.	1,37	1,37	1,33	1,33	1,35	1,06	1,02
св. 30 до 50 МГц включ.	1,14	1,14	1,33	1,33	1,35	1,06	1,02
св. 50 до 100 МГц включ.	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,06	1,02
св. 0,1 до 2 ГГц включ.	1,08	1,08	1,05	1,05	1,05	1,06	1,05
св. 2 до 2,4 ГГц включ.	1,16	1,16	1,14	1,13	1,10	1,06	1,10
св. 2 до 12,4 ГГц включ.	1,16	1,16	1,14	1,14	1,10	1,13	1,10
св. 12,4 до 18 ГГц включ.	1,23	1,23	1,19	1,19	1,16	1,14	1,11
св. 18 до 26,5 ГГц включ.	–	–	1,26	1,26	1,22	1,20	1,14
св. 26,5 до 33 ГГц включ.	–	–	1,37	1,37	1,30	1,25	1,21
св. 33 до 40 ГГц включ.	–	–	–	–	1,30	1,25	1,21
св. 40 до 50 ГГц включ.	–	–	–	–	1,34	1,42	1,42
св. 50 до 67 ГГц включ.	–	–	–	–	–	1,42	1,42
св. 67 до 80 ГГц включ.	–	–	–	–	–	–	1,49
св. 80 до 95 ГГц включ.	–	–	–	–	–	–	1,57
св. 95 до 110 ГГц включ.	–	–	–	–	–	–	1,73
св. 110 до 120 ГГц включ.	–	–	–	–	–	–	1,76

8.4 Определение составляющих относительной погрешности измерения мощности

8.4.1 Определение составляющей относительной погрешности измерений мощности преобразователей U8481A, U8485A, U8487A, U8488A, зависящей от частоты

8.4.1.1 Определение относительной погрешности измерений мощности $\delta_{1f}(\Theta)$, зависящей от частоты, проводить на опорном уровне мощности 1 мВт в диапазонах рабочих частот поверяемого преобразователя мощности на следующих частотах f: 10 МГц, 50 МГц; от 250 МГц до 3 ГГц включ. с интервалом 250 МГц; свыше 3 ГГц до 18 ГГц включ. с интервалом 0.5 ГГц, свыше 18 ГГц до 67 ГГц включ. с интервалом 1 ГГц.

8.4.1.2 Определение погрешности $\delta_{1f}(\Theta)$, зависящей от частоты, выполнять по схеме, приведенной на рисунке 5.

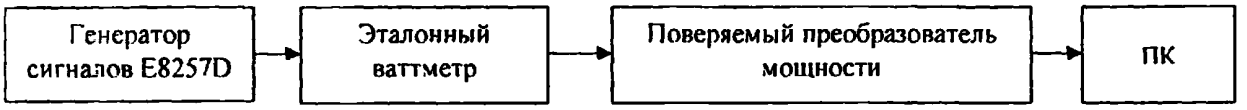


Рисунок 5

В качестве эталонного ваттметра (далее – РЭЕМ) использовать калибраторы мощности СВЧ, в соответствии с таблицей 2.

8.4.1.3 Установить на генераторе сигналов частоту в соответствии с п. 8.4.1.1 и такой уровень мощности, чтобы мощность, измеряемая поверяемым преобразователем мощности, была от 0,5 до 2 мВт (по показаниям на ПК).

8.4.1.4 Ввести в блок РЭЕМ результаты измерений значений модуля и фазы коэффициента отражения поверяемого преобразователя, полученные в п. 8.3, для измерений мощности с учетом Г–коррекции.

8.4.1.5 Выключить СВЧ мощность на выходе генератора. Установить нулевые показания поверяемого преобразователя мощности.

Включить мощность на выходе генератора сигналов. Одновременно отсчитать показания мощности РЭЕМ $P_{эт}$ и поверяемого преобразователя мощности $P_{изм}$ (по показаниям на ПК).

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность на выходе генератора сигналов.

8.4.1.6 Рассчитать отношение показаний $\frac{P_{изм}}{P_{эт}}$.

8.4.1.7 Выполнить п.п. 8.4.1.4, 8.4.1.5 еще два раза.

8.4.1.8 Выполнить п.п. 8.4.1.4 – 8.4.1.7 на всех частотах f для поверяемого преобразователя мощности, приведенных в п. 8.4.1.1.

8.4.1.9 Рассчитать среднее арифметическое значение отношения показаний $\frac{P_{изм}}{P_{эт}}$ для каждой частоты по формуле (3):

$$\left(\frac{P_{изм}}{P_{эт}}\right)_{ср} = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{n}\left(\frac{P_{изм}}{P_{эт}}\right)_i, \qquad (3)$$

где i = 1, 2, 3.

8.4.1.10 Рассчитать относительную погрешность измерений мощности, зависящей от частоты, на опорном уровне мощности 1 мВт – $\delta_{1f}(\Theta)$, в %, на каждой частоте по формуле (4):

$$\delta_{1f} = \left[\left(\frac{P_{изм}}{P_{эт}}\right)_{ст} - 1\right] \cdot 100. \qquad (4)$$

8.4.1.11 Результаты поверки считать положительными, если значения $\delta_{1f}(\Theta)$ находятся в пределах, приведенных в таблице 5.

Таблица 5 – Допустимые значения относительной погрешности измерений мощности, зависящей от частоты, преобразователей мощности U8481A, U8485A, U8487A, U8488A

Диапазон частот f	Допустимые значения $\delta_{1f}(\Theta)$ преобразователей мощности					
	8481A опция 100	8481A опция 200	8485A опция 100	8485A опция 200	8487A опция 100	8488A опция 100
от 0 до 10 МГц включ.	–	±2,7	–	±2,5	–	–
св. 10 МГц до 6 ГГц включ.	±1,3	±1,3	±1,7	±1,7	±2,1	±2,5
св. 6 до 14 ГГц включ.	±1,5	±1,5	±2,0	±2,0	±2,1	±2,5
св. 14 до 18 ГГц включ.	±1,7	±1,7	±2,0	±2,0	±2,1	±2,5
св. 18 до 26,5 ГГц включ.	–	–	±3,0	±3,0	±2,3	±2,8
св. 26,5 до 33 ГГц включ.	–	–	±3,5	±3,5	±3,0	±5,0
св. 33 до 40 ГГц включ.	–	–	–	–	±3,0	±5,0
св. 40 до 45 ГГц включ.	–	–	–	–	±4,0	±5,0
св. 45 до 50 ГГц включ.	–	–	–	–	±5,0	±5,0
св. 50 до 67 ГГц включ.	–	–	–	–	–	±5,5

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

8.4.2 Определение составляющей относительной погрешности измерений мощности преобразователей U8489A, зависящей от частоты

8.4.2.1 Определение относительной погрешности измерений мощности, зависящей от частоты, проводить на опорном уровне мощности 1 мВт на частотах f:

– 50 МГц; от 250 МГц до 3 ГГц включ. с интервалом 250 МГц;

– свыше 3 ГГц до 18 ГГц включ. с интервалом 0,5 ГГц;

– свыше 18 ГГц до 67 ГГц включ. с интервалом 1 ГГц

– 69,0; 71,0; 73,0; 75,0; 77,0; 79,00; 80,0; 85,0; 90,0; 95,0; 100,0; 105,0; 110,0; 115,0; 120,0 ГГц.

8.4.2.2 Определение составляющей погрешности, зависящей от частоты в диапазоне частот от 50 МГц до 67 ГГц включительно, выполнять по схеме, приведенной на рисунке 6.

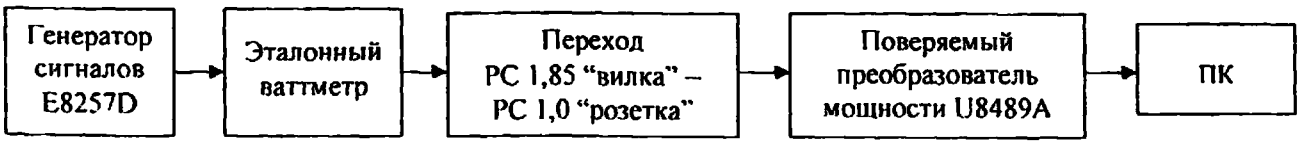


Рисунок 6

В качестве эталонного ваттметра (далее – ЭВ) использовать калибратор мощности СВЧ, в соответствии с таблицей 2.

8.4.2.3 Установить на генераторе сигналов частоту f в соответствии с п. 8.4.2.1 и такой уровень мощности, чтобы мощность, измеряемая поверяемым преобразователем мощности U8489A, была от 1 до 4 мВт.

8.4.2.4 Выключить мощность на выходе генератора сигналов. Установить нулевые показания приборов.

8.4.2.5 Ввести в блок измерений ЭВ полученные в п. 8.3 значения модуля и фазы коэффициента отражения преобразователя U8489A с переходом.

8.4.2.6 Включить мощность на выходе генератора сигналов. Одновременно отсчитать показания мощности ЭВ $P_{ЭТ}$ и поверяемого преобразователя мощности U8489A $P_{ИЗМ}$.

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность на выходе генератора сигналов.

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

8.4.2.8 Выполнить п.п. 8.4.2.6 – 8.4.2.7 еще два раза.

8.4.2.9 Выполнить п.п. 8.4.2.3 – 8.4.2.8 на частотах f от 50 МГц до 67 ГГц включительно, приведенных в п. 8.4.2.1

8.4.2.10 Рассчитать среднее арифметическое значение отношения показаний $\left(\frac{P_{ИЗМ}}{P_{ЭТ}}\right)_{СР}$ для каждой частоты по формуле (5):

$$\left(\frac{P_{ИЗМ}}{P_{ЭТ}}\right)_{СР} = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{n}\left(\frac{P_{ИЗМ}}{P_{ЭТ}}\right)_i, \qquad (5)$$

8.4.2.11 Рассчитать относительную погрешность измерений мощности, зависящей от частоты в диапазоне от 50 МГц до 67 ГГц включительно, на опорном уровне мощности 1 мВт – $\delta_{1f}(\Theta)$, в %, на каждой частоте по формуле (6):

$$\delta_{1f} = \left[\left(\frac{P_{ИЗМ}}{P_{ЭТ}}\right)_{СР} \cdot |S_{21}|^2 - 1\right] \cdot 100, \qquad (6)$$

где $|S_{21}|^2$ – модуль коэффициента передачи перехода.

8.4.4.12 Определение относительной погрешности, зависящей от частоты, на опорном уровне мощности 1 мВт в диапазоне частот св 67 до 75 ГГц включительно выполнять по схеме, приведенной на рисунке 7.

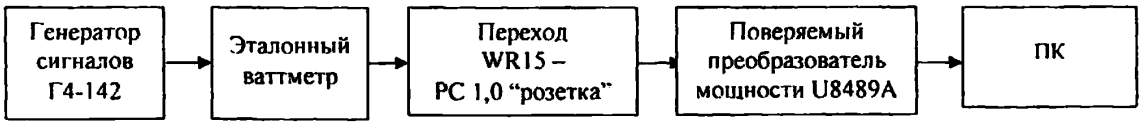


Рисунок 7

В качестве эталонного ваттметра использовать прибор для поверки ваттметров М1-25/2.

8.4.2.13 Установить на генераторе сигналов частоту 69 ГГц и такой уровень мощности, чтобы мощность, измеряемая поверяемым преобразователем мощности U8489A, была от 1 до 4 мВт.

8.4.2.14 Выключить мощность на выходе генератора сигналов.

8.4.2.15 Установить нулевые показания приборов.

8.4.2.16 Включить мощность на выходе генератора сигналов. Одновременно отсчитать показания мощности эталонного ваттметра $P_{эт}$ и поверяемого преобразователя U8489A (по показаниям на ПК). Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале. Выключить мощность на выходе генератора сигналов.

8.4.2.17 Рассчитать отношение показаний $\frac{P_{изм}}{P_{эт}}$.

8.4.2.18 Выполнить п.п. 8.4.2.16, 8.4.2.17 еще два раза.

8.4.2.19 Выполнить п.п. 8.4.2.13 – 8.4.2.18 на всех частотах 71,0; 73,0; 75,0 ГГц.

8.4.2.20 Рассчитать среднее арифметическое значение отношения показаний $\frac{P_{изм}}{P_{эт}}$ для каждой частоты по формуле (5).

8.4.2.21 Рассчитать составляющую относительной погрешности измерений мощности, зависящей от частоты, на опорном уровне мощности 1 мВт в диапазоне частот св. 67 до 75 ГГц включительно $\delta_{1f}(\Theta)$, в %, на каждой частоте по формуле (6).

8.4.2.22 Определение относительной погрешности, зависящей от частоты, на опорном уровне мощности 1 мВт в диапазоне частот свыше 75 до 110 ГГц проводить в следующей последовательности.

Собрать схему, приведенную на рисунке 8.

В качестве эталона использовать рабочий эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне от 0,1 до 10 мВт в диапазоне частот от 0 до 220 ГГц 3.1.(далее – РЭЕМЭМК).

В качестве источника сигналов СВЧ на частоте 77 ГГц использовать генератор сигналов Г4-142, на частотах 79,00; 80,0; 85,0; 90,0; 95,0; 100,0; 105,0; 110,0 ГГц использовать модуль расширения частотного диапазона ZVA-Z110.

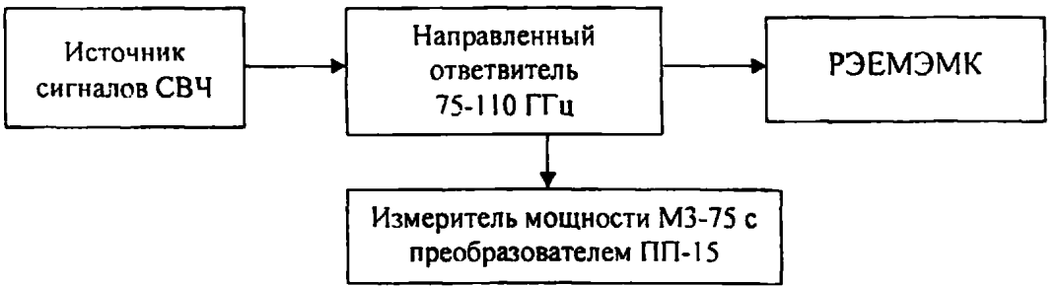


Рисунок 8

8.4.2.23 Подготовить источник сигналов СВЧ к измерениям.

Установить на выходе источника сигналов СВЧ частоту в соответствии с п. 8.4.2.22 и такой уровень, чтобы мощность, измеряемая РЭЕМЭМК, была не менее 1 мВт.

8.4.2.24 Выключить мощность на выходе источника сигналов СВЧ.

Установить нулевые показания РЭЕМЭМК.

8.4.2.25 Включить мощность на выходе источника сигналов СВЧ.

Одновременно отсчитать показания $P_{эт}$ РЭЕМЭМК и показания N_1 опорного измерителя мощности М3-75 с преобразователем ПП-15 (далее – М3-75).

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность на выходе источника сигналов СВЧ.

8.4.2.26 Выполнить п.п. 8.4.2.24, 8.4.2.25 еще два раза.

8.4.2.27 Выполнить п.п. 8.4.2.23 – 8.4.2.25 на частотах, приведенных в п. 8.4.2.22.

8.4.2.28 Собрать схему, приведенную на рисунке 9. Подключить к выходу направленного ответвителя переход РС 1,0–WR10 и поверяемый преобразователь U8489A вместо РЭЕМЭМК по схеме, приведенной на рисунке 9.

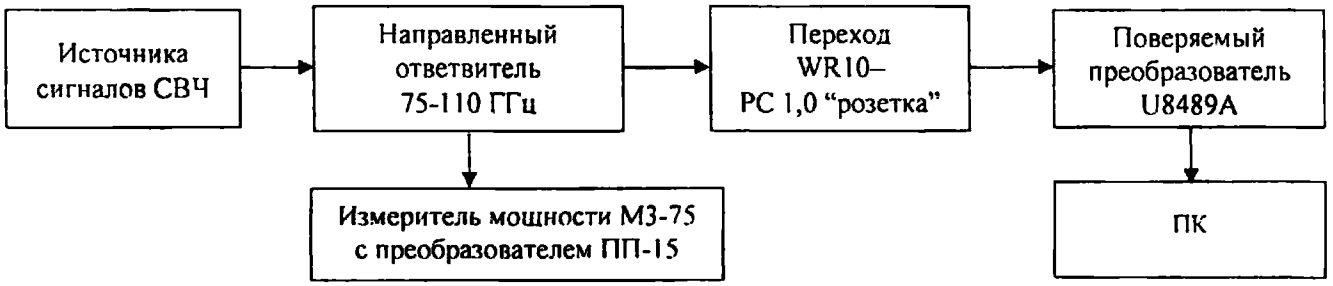


Рисунок 9

8.4.2.29 Подготовить источник сигналов СВЧ к измерениям.

Установить на выходе источника сигналов СВЧ частоту в соответствии с 8.4.2.22 и такой уровень мощности, чтобы мощность, измеряемая преобразователем U8489A, была не менее 1 мВт.

8.4.2.30 Выключить мощность на выходе источника сигналов СВЧ. Установить нулевые показания приборов.

8.4.2.31 Включить мощность на выходе источника сигналов СВЧ.

Одновременно отсчитать показания поверяемого преобразователя мощности U8489A P и показания N_2 опорного измерителя мощности М3-75.

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность на выходе источника сигналов СВЧ.

8.4.2.32 Выполнить п. 8.4.2.31 еще два раза.

8.4.2.33 Выполнить п.п. 8.4.2.29 – 8.4.2.32 на всех частотах, приведенных в п. 8.4.2.22.

8.4.2.34 Рассчитать отношение показаний $\frac{P \cdot N_1}{N_2 \cdot P_{эт}}$.

8.4.2.35 Рассчитать среднее арифметическое значение отношения показаний для каждой частоты по формуле (7):

$$\left(\frac{P}{N_2} \cdot \frac{N_1}{P_{эт}}\right)_{ср} = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{n}\left(\frac{P}{N_2} \cdot \frac{N_1}{P_{эт}}\right)_i, \qquad (7)$$

где i = 1, 2, 3.

8.4.2.36 Рассчитать относительную погрешность измерений мощности, зависящей от частоты, на опорном уровне мощности 1 мВт в диапазоне частот св. 75 до 110 ГГц включительно – $\delta_{1f}(\Theta)$, в %, на каждой частоте по формуле (8):

$$\delta_{1f} = \left[\left(\frac{P}{N_2} \cdot \frac{N_1}{P_{ЭТ}} \right)_{СТ} \cdot \frac{1 - 2 \cdot |\Gamma_Э| \cdot |\Gamma| \cdot \cos(\varphi_Э + \varphi)}{1 - 2 \cdot |\Gamma_Э| \cdot |\Gamma_{ЭВ}| \cdot \cos(\varphi_Э + \varphi_{ЭВ})} \cdot |S_{21}|^{-2} - 1 \right] \cdot 100, \quad (8)$$

где $|\Gamma_Э|$, $\varphi_Э$ – модуль и фаза эффективного коэффициента отражения выхода направленного ответвителя, определяемый в соответствии с приложением Б;

$|\Gamma|$, φ – модуль и фаза коэффициента отражения входа поверяемого преобразователя U8489A с переходом волноводно-коаксиальным РС 1,0-WR10, измеренные в п. 8.3;

$|\Gamma_{ЭВ}|$, $\varphi_{ЭВ}$ – модуль и фаза коэффициента отражения входа 3.1.ZZT.0288.2018;

$|S_{21}|^2$ – модуль коэффициента передачи перехода волноводно-коаксиального РС 1,0-WR10.

8.4.2.37 Определение относительной погрешности, зависящей от частоты, на опорном уровне мощности 1 мВт в диапазоне частот свыше 110 до 120 ГГц включительно выполнять в следующей последовательности.

Собрать схему, приведенную на рисунке 10. В качестве эталона использовать РЭЕМЭМК. В качестве источника сигналов СВЧ использовать модуль расширения частотного диапазона ZVA-Z170.

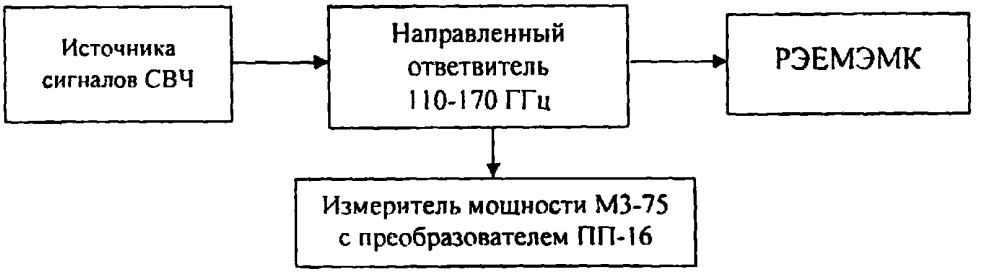


Рисунок 10

8.4.2.38 Подготовить источник сигналов СВЧ к измерениям.

Установить на выходе источника сигналов СВЧ частоту 115 ГГц и такой уровень мощности, чтобы мощность, измеряемая РЭЕМЭМК, была не менее 0,1 мВт.

8.4.2.39 Выключить мощность на выходе источника сигналов СВЧ.

Установить нулевые показания РЭЕМЭМК.

8.4.2.40 Включить мощность на выходе источника сигналов СВЧ.

Одновременно отсчитать показания $P_{ЭТ}$ РЭЕМЭМК и показания N_1 опорного измеритель мощности М3-75 с приемным преобразователем ПП-16 (далее – ваттметр М3-75).

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность на выходе генератора сигналов.

8.4.2.41 Выполнить п. 8.4.2.40 еще два раза.

8.4.2.42 Выполнить п.п. 8.4.2.38 – 8.4.2.41 на частоте 120 ГГц.

8.4.2.43 Собрать схему, приведенную на рисунке 11.

Подключить к выходу направленного ответвителя волноводно-волноводный переход WR10-WR6 из состава РЭЕМЭМК, переход РС 1,0–WR10 и поверяемый преобразователь U8489A по схеме, приведенной на рисунке 11.

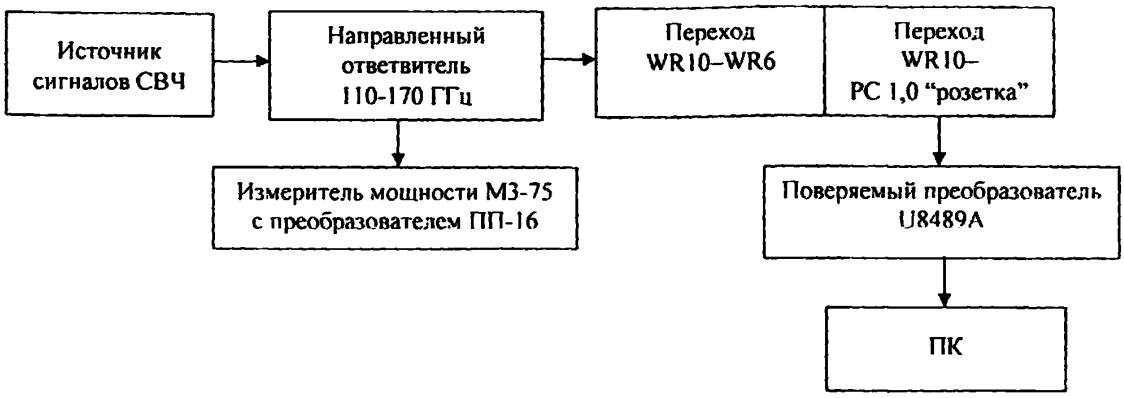


Рисунок 11

8.4.2.44 Подготовить источник сигналов СВЧ к измерениям.

Установить на выходе источника сигналов СВЧ частоту 115 ГГц и такой уровень мощности, чтобы мощность, измеряемая поверяемым преобразователем U8489A, была от 1 до 4 мВт.

8.4.2.45 Выключить мощность на выходе источника сигналов СВЧ. Установить нулевые показания приборов.

8.4.2.46 Включить мощность на выходе источника сигналов СВЧ.

Одновременно отсчитать показания поверяемого преобразователя U8489A P и показания N_2 опорного ваттметра М3-75.

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность на выходе источника сигналов СВЧ.

8.4.2.47 Выполнить п. 8.4.2.46 еще два раза.

8.4.2.48 Выполнить п.п. 8.4.2.44 – 8.4.2.47 на частоте 120 ГГц.

8.4.2.49 Рассчитать отношение показаний $\frac{P \cdot N_1}{N_2 \cdot P_{эт}}$.

8.4.2.50 Рассчитать среднее арифметическое значение отношения показаний для каждой частоты по формуле (9):

$$\left(\frac{P}{N_2}\cdot\frac{N_1}{P_{эт}}\right)_{ср} = \sum_{i=1}^{n}\frac{1}{n}\left(\frac{P}{N_2}\cdot\frac{N_1}{P_{эт}}\right)_i, \qquad (9)$$

где i = 1, 2, 3.

8.4.2.51 Рассчитать относительную погрешность измерений мощности, зависящей от частоты, на опорном уровне мощности 1 мВт в диапазоне частот св. 110 до 120 ГГц включительно $\delta_{1f}(\Theta)$, в %, на каждой частоте по формуле (10)

$$\delta_{1f} = \left[\left(\frac{P}{N_2}\cdot\frac{N_1}{P_{эт}}\right)_{ср}\cdot\frac{1-2\cdot|\Gamma_э|\cdot|\Gamma|\cdot\cos(\varphi_э+\varphi)}{1-2\cdot|\Gamma_э|\cdot|\Gamma_{эя}|\cdot\cos(\varphi_э+\varphi_{эя})}\cdot|S_{21}|_1^{-2}|S_{21}|_2^{-2}-1\right]\cdot 100, \qquad (10)$$

где $|\Gamma_э|$, $\varphi_э$ – модуль и фаза эффективного коэффициента отражения выхода направленного ответвителя, определяемый в соответствии с приложением Б;

$|\Gamma|$, φ – модуль и фаза коэффициента отражения входа поверяемого преобразователя U8489A с переходами, измеренные в п. 8.3;

$|\Gamma_{эк}|$, $\varphi_{эк}$ – модуль и фаза коэффициента отражения входа РЭЕМЭМК;

$|S_{21}|_1^2$, $|S_{21}|_2^2$ – модули коэффициента передачи переходов волноводно-коаксиального РС 1,0-WR10 и волноводно-волноводного WR10-WR6.

8.4.2.52 Результаты поверки считать положительными, если значения $\delta_{1f}(\Theta)$ находятся в пределах:

– ±2,5 % на частотах от 50 МГц до 18 ГГц включ.;
– ±2,8 % на частотах св. 18 до 26,5 ГГц включ.;
– ±4,5 % на частотах св. 26,5 до 50 ГГц включ.;
– ±5,9 % на частотах св. 50 ГГц до 67 ГГц включ;
– ±6,5 % на частотах св. 67 ГГц до 95 ГГц включ.;
– ±8,0 % на частотах св. 95 ГГц до 120 ГГц включ.

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

8.4.3 Определение составляющей относительной погрешности измерений мощности в диапазоне измерений мощности

8.4.3.1 Определение составляющей относительной погрешности измерений мощности, зависящей от измеряемой мощности в диапазоне измерений минус 1 дБ (1 мВт) до плюс 20 дБ (1 мВт) включительно (от 0,8 до 100 мВт) выполнять относительно опорного уровня 1 мВт (1 мВт).

8.4.3.2 Измерения выполнять в соответствии со схемой измерений, приведенной на рисунке 12.

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

8.4.3.4 Провести установку нуля на поверяемом преобразователе.

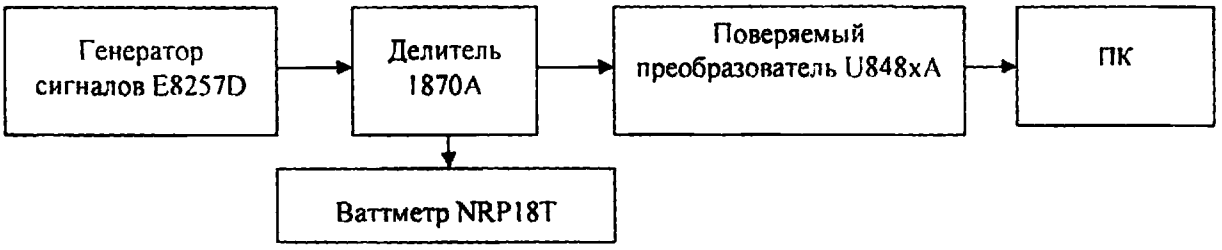


Рисунок 12

8.4.3.4 Включить мощность на генераторе сигналов E8257D и установить такую выходную мощность, чтобы показания поверяемого преобразователя были близки к 20 дБ (1 мВт) (по показаниям на ПК).

8.4.3.5 Одновременно отсчитать показания поверяемого преобразователя мощности $P^{20дБм}$ и показания ваттметра NRP18T $P_{эт}^{20дБм}$. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность на генераторе сигналов E8257D.

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

8.4.3.7 Рассчитать среднее значение разности показаний поверяемого преобразователя и ваттметра NRP18T A_{20} по формуле (11):

$$A_{20} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{i=n}\left(P^{20дБм} - P_{эт}^{20дБм}\right)_i, \qquad (11)$$

где i = 1, 2, 3, … , n.

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

8.4.3.8 Включить мощность на генераторе сигналов Е8257D и установить на выходе генератора сигналов Е8257D такую выходную мощность, чтобы показания поверяемого преобразователя были близки к 0 дБ (1 мВт).

8.4.3.9 Одновременно отсчитать показания поверяемого преобразователя $P^{0дБм}$ и показания ваттметра NRP18T $P_{эт}^{0дБм}$. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность на генераторе сигналов Е8257D.

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

8.4.3.11 Рассчитать среднее значение разности показаний поверяемого преобразователя и ваттметра NRP18T A_H по формуле (12):

$$A_0 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{i=n}\left(P^{0дБм} - P_{эт}^{0дБм}\right)_i, \qquad (12)$$

где i = 1, 2, 3, … , n.

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

8.4.3.12 Рассчитать значение составляющей погрешности в диапазоне измерений мощности $\delta_{20дБм}(\Theta)$, в %, по формуле (13):

$$\delta_{20дБм}(\Theta) = \left(10^{(A_{20}-A_0)/10} - 1\right)\cdot 100 \qquad (13)$$

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

8.4.3.16 Результаты поверки считать положительными, если значение $\delta_{20дБм}(\Theta)$ находятся в пределах ±0,6 %.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

9 ФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Преобразователь мощности признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

9.2 На преобразователь мощности, признанный годным, выдается свидетельство о поверке установленной формы.

Знак поверки наносить в виде наклейки или оттиска клейма поверителя на свидетельство о поверке.

9.3 Преобразователь 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 ФГУП «ВНИИФТРИ» И.П. Чирков

gost.e-ecolog.ru