

СОГЛАСОВАНО

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

А.Н. Щипунов



2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ

NRP-Z92

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

NRP-Z92-2021 МП

р.п. Менделеево
2021 г.

Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7 Внешний осмотр	5
8 Подготовка к поверке и опробование	6
9 Проверка программного обеспечения	7
10 Определение метрологических характеристик	7
10.1 Определение КСВН входа преобразователя	7
10.2 Определение относительной погрешности измерений мощности	8
10.2.1 Определение составляющей относительной погрешности измерений мощности, зависящей от частоты, на опорном уровне	8
10.2.2 Определение составляющей относительной погрешности в диапазоне измерений мощности	9
10.2.3 Расчет относительной погрешности измерений мощности	13
11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	13
12 Оформление результатов поверки	13

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее — МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок преобразователя измерительного NRP-Z92 (далее – преобразователь NRP-Z92), серийный № 142109, изготовленного фирмой Rohde&Schwarz GmbH & Co. KG», Muhldorfstrabe 15, D-81671 Munchen, Germany.

1.2 Первичной поверке подлежит преобразователь NRP-Z92, который вышел из производства и после проведения ремонта. Периодической поверке - преобразователь NRP-Z92, который находится в эксплуатации и на хранении.

1.3 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемого преобразователя NRP-Z92 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).

1.4 В соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3461 передача единицы мощности в диапазоне частот от 30 МГц до 6 ГГц с указанной точностью может осуществляться методом прямых измерений от вторичных эталонов единицы мощности, рабочих эталонов 1-го и 2-го разряда, прослеживаемых к ГЭТ 26-2010. В диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц передача единицы мощности проводится методом косвенных измерений с применением рабочего эталона напряжения переменного тока 3-го разряда.

Поверка преобразователя NRP-Z92 может осуществляться только аккредитованным на проведение поверки в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации лицом в соответствии с его областью аккредитации.

1.5 Интервал между поверками 1 (один) год.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки преобразователя NRP-Z92 должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операций	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Проверка программного обеспечения (ПО)	8	да	да
Подготовка к поверке и опробование	9	да	да
Определение метрологических характеристик	10		
Определение КСВН входа преобразователя	10.1	да	да
Определение относительной погрешности измерений мощности	10.2	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов поверки по любому пункту таблицы 1 преобразователь NRP-Z92 бракуются.

2.3 Допускается проведение поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатирующей организации.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 20 до 26 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 630 до 795 мм рт. ст.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

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

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом 1171.7005.42-21 РЭ «Преобразователь измерительный NRP-Z92. Руководство по эксплуатации» (далее – 1171.7005.42-21 РЭ).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки антенны преобразователя NRP-Z92 должны применяться средства поверки, которые приведены 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 поверки и его характеристики
8.2	Комплект измерителей соединителей коаксиальных, диапазон измерений расстояния между плоскостью соединения наружного и внутреннего проводников от 5,26 до 5,31 мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,02$ мм	Машина трехкоординатная измерительная мультисенсорная DELTEC LEOS 200, диапазон измерений по оси X, Y от 0 до 200 мм, погрешность измерения по оси X, Y (контактные измерения) $\pm(2,8+L/250)$ мкм
10.1	Анализатор цепей, диапазон частот от 9 кГц до 10 МГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $ S_{11} $ и $ S_{22} $ в диапазоне модуля коэффициента отражения от 0 до минус 15 дБ $\pm 0,4$ дБ	Анализатор электрических цепей векторного/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 минус 15 дБ $\pm 0,4$ дБ, от минус 15 до минус 25 дБ $\pm 1,0$ дБ, от минус 25 до минус 35 дБ $\pm 3,0$ дБ
10.1	Анализатор цепей, диапазон частот от 10 МГц до 6 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $ S_{11} $ и $ S_{22} $ $\pm(0,4 - 3,0)$ дБ	Векторный анализатор электрических цепей ZVA 24, диапазон частот от 10 МГц до 24 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $ S_{11} $ и $ S_{22} $ $\pm(0,4 - 3,0)$ дБ в зависимости от частоты измерений и измеренного значения $ S_{11} $ или $ S_{22} $
10.2	Генератор сигналов, диапазон частот от 10 МГц до 6 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$, значение выходной мощности не менее 10 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов E8257D, опция 520, диапазон частот от 250 кГц до 20 ГГц, пределы относительной погрешности установки частоты $\pm 7,5 \cdot 10^{-8}$, диапазон выходной мощности не менее 10 дБ (1 мВт), пределы допускаемой относительной погрешности установки мощности в режиме непрерывной генерации в диапазоне частот от 250 кГц до 20 ГГц ± 1 дБ (1 мВт)

Продолжение таблицы 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 поверки и его характеристики
10.2	Рабочий эталон единицы мощности электромагнитных колебаний 1 разряда в диапазоне частот от 30 МГц до 6 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений мощности электромагнитных колебаний, утвержденной приказом Росстандарта № 3461 от 30.12.2019	Государственный 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 (Приказ Росстандарта № 3461 от 30.12.2019), доверительные границы относительной погрешности измерений мощности в коаксиальных трактах при доверительной вероятности 95 % в диапазоне частот от 30 до 100 МГц $\pm 0,4$ %, в диапазоне частот от 100 МГц до 26 ГГц $\pm 1,0$ %
10.2	Аттенюатор ступенчатый, диапазон частот от 0 до 18 ГГц, значения ослабления от 0 до 50 дБ, шаг ослабления 10 дБ, предел допускаемой абсолютной погрешности установки ослабления относительно опорного значения 0 дБ $\pm(0,5 - 3,3)$ дБ	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
10.2	Рабочий эталон напряжения переменного тока 3-го разряда в диапазоне частот от $9 \cdot 10^3$ до $3 \cdot 10^7$ Гц с диапазоном значений $1 \cdot 10^{-1} - 3$ В, доверительные границы погрешности измерений напряжения находятся от $\pm(0,5 - 1,3)$ %.	Рабочий эталон напряжения переменного тока 3-го разряда в диапазоне частот от $9 \cdot 10^3$ до $3 \cdot 10^7$ Гц с диапазоном значений $1 \cdot 10^{-1} - 3$ В, доверительные границы погрешности измерений напряжения находятся от $\pm(0,5 - 1,3)$ %.

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого преобразователя NRP-Z92 с требуемой точностью.

5.3 Средства поверки должны быть исправны, поверены или аттестованы и иметь действующие свидетельства о поверке или аттестации.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые действующими правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, действующими санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами при работе с СВЧ излучением, а также требования безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на преобразователь NRP-Z92 и средства поверки.

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

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

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 Внешний осмотр преобразователя NRP-Z92 проводить визуально без вскрытия. При этом необходимо проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку на соответствие документу 1171.7005.42-21 РЭ;

- целостность и чистоту разъемов ВЧ, USB и питания;

- целостность фирменной наклейки;

- отсутствие видимых механических повреждений;

- прочность крепления элементов конструкции;

7.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- комплектность соответствует разделу 4 документа 1171.7005.42-21 РЭ;

- фирменная наклейка цела;
- разъемы ВЧ, USB целы и чисты;
- отсутствуют видимые повреждения.

В противном случае результат внешнего осмотра считать отрицательным и последующие операции поверки не проводить.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

8.1 Подготовка к поверке

Перед проведением операций поверки необходимо провести подготовительные работы, оговоренные в п. 1 «Подготовка к работе» документа 1171.7005.42-21 РЭ и в руководствах по эксплуатации применяемых средств поверки.

8.2 Опробование

8.2.1 Определение присоединительных размеров входа преобразователя NRP-Z92

8.2.1.1 Определение присоединительных размеров входа преобразователя NRP-Z92 выполнять методом прямых измерений размеров соединителя «вилка» 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 NRP-Z92 считать положительными, если присоединительные размеры находятся в допуске $5,26^{+0,07}$.

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

8.2.2 Установить на внешний персональный компьютер (далее – ПК) с компакт-диска, входящего в комплект поставки, программное обеспечение «NRP-Toolkit» (далее – ПО «NRP-Toolkit»).

8.2.3 После завершения установки открыть папку «NRP Toolkit», в которой выбрать файл «NrpFlashup» и выбрать из предложенных вариантов «Power Viewer». Наблюдать на экране монитора ПК виртуальную панель, представленную на рисунке 1.

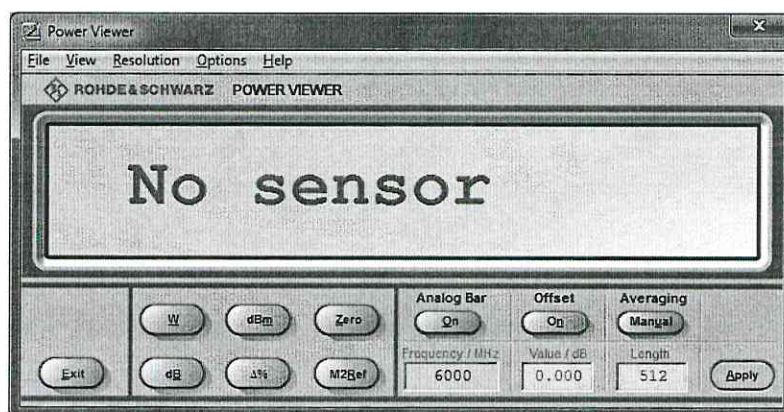


Рисунок 1

8.2.4 Подсоединить поверяемый преобразователь NRP-Z92 к ПК через разъем USB и после инициализации преобразователя наблюдать на экране монитора ПК рисунок 2 и изменяющиеся значения мощности преобразователя NRP-Z92.

8.2.5 Зарегистрировать в рабочем журнале серийный номер испытуемого преобразователя NRP-Z92, который отобразился на экране монитора ПК (рисунок 2).

8.2.6 Провести установку нуля преобразователя NRP-Z92.

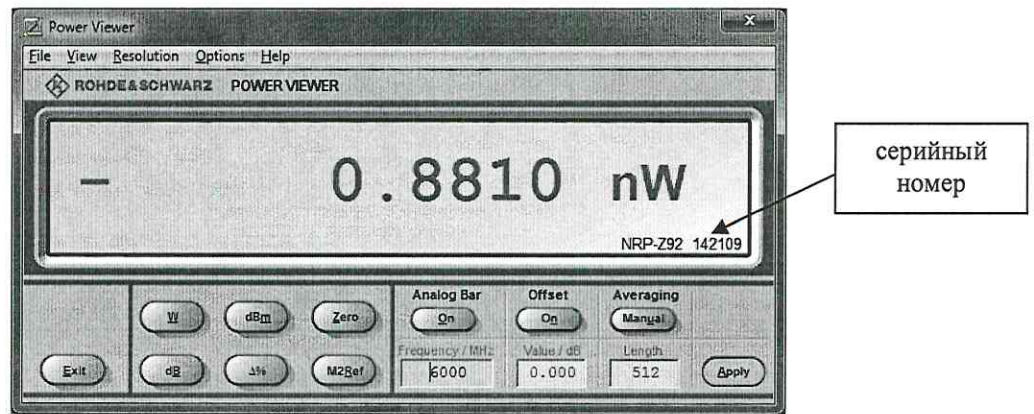


Рисунок 2

8.2.7 Результат опробования считать положительным, если:

- результат определения присоединительных размеров входа преобразователя NRP-Z92 положительный;
- инициализация преобразователя NRP-Z92 выполнена успешно;
- серийный номер подсоединенного преобразователя NRP-Z92 соответствует номеру, указанному на его корпусе;
- установка нуля преобразователя NRP-Z92 выполнена успешно.

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

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Запустить ПО «Power Viewer».

9.2 В раскрывшейся виртуальной панели управления, нажать «Help» и наблюдать рисунок 3, где прочитать идентификационное наименование и версию ПО.

Результат зафиксировать в рабочем журнале.

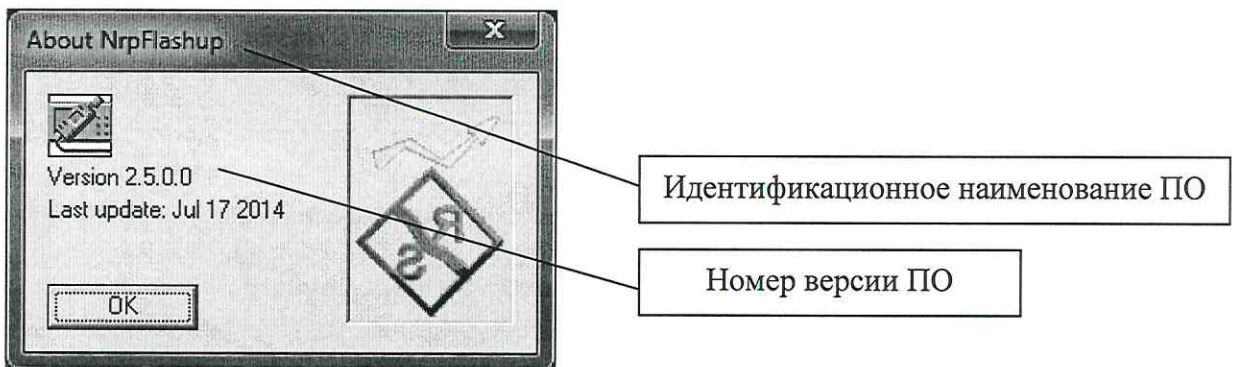


Рисунок 3

9.3 Результаты проверки соответствия программного обеспечения считать положительными, если идентификационное наименование ПО «NrpFlashup» и значение версии Version 2.5.0.0 и выше.

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

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

10.1 Определение КСВН входа

10.1.1 Измерения для определения КСВН входа преобразователя NRP-Z92 выполнять:

- в диапазоне частот от 9 кГц до 10 МГц с помощью анализатора электрических цепей векторного/анализатора спектра ZVL3 (далее – ZVL3);

– в диапазоне частот от 10 МГц до 6 ГГц с помощью векторного анализатора электрических цепей ZVA 24.

10.1.2 Измерения для определения КСВН входа проводить на частотах: 9 кГц, 10 МГц, 30 МГц, 50 МГц; далее от 0,250 МГц до 3 ГГц с шагом 250 МГц; далее от 3 ГГц до 6 ГГц с шагом 0,5 ГГц.

10.1.3 Результаты поверки считать положительными, если значения КСВН входа преобразователя NRP-Z92:

- в диапазоне частот от 9 кГц до 2,4 ГГц включительно не более 1,13;
- в диапазоне частот от св. 2,4 до 6,0 ГГц не более 1,20.

10.2 Определение относительной погрешности измерений мощности

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

10.2.1.1 Определение относительной погрешности, зависящей от частоты, на опорном уровне мощности 1 мВт проводить на частотах: 9 кГц; 30 МГц; 50 МГц; далее от 250 МГц до 3 ГГц с шагом 250 МГц; далее от 3 ГГц до 6 ГГц с шагом 0,5 ГГц.

10.2.1.2 Определение составляющей погрешности, зависящей от частоты, на опорном уровне мощности 1 мВт в диапазоне частот от 30 МГц до 6 ГГц выполнять по схеме, приведенной на рисунке 4. В качестве эталона использовать государственный 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 (далее – РЭЕМ).

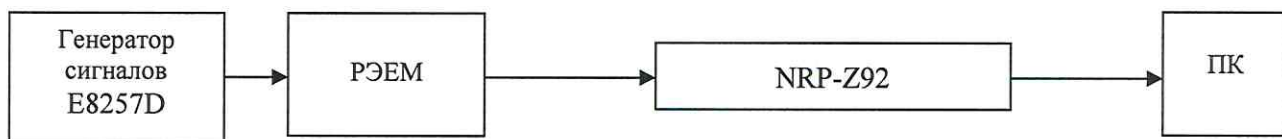


Рисунок 4

10.2.1.3 Установить на генераторе сигналов E8257D частоту в соответствии с п. 10.2.1.1 и такой уровень мощности, чтобы мощность, измеряемая поверяемым преобразователем NRP-Z92, была 1 мВт.

10.2.1.4 Выключить генератор. Установить нулевые показания преобразователя NRP-Z92.

Включить мощность. Одновременно отсчитать показания мощности РЭЕМ $P_{ЭТ}$ и преобразователя NRP-Z92 $P_{ИЗМ}$ (по показаниям на ПК). Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

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

10.2.1.6 Выполнить п.п. 10.2.1.4 – 10.2.1.5 два раза.

10.2.1.7 Выполнить п.п. 10.2.1.3 – 10.2.1.6 на всех частотах, приведенных в п. 10.2.1.1.

10.2.1.8 Рассчитать среднее арифметическое значение отношения показаний $\frac{P_{ИЗМ}}{P_{ЭТ}}$ для

каждой частоты по формуле (1):

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

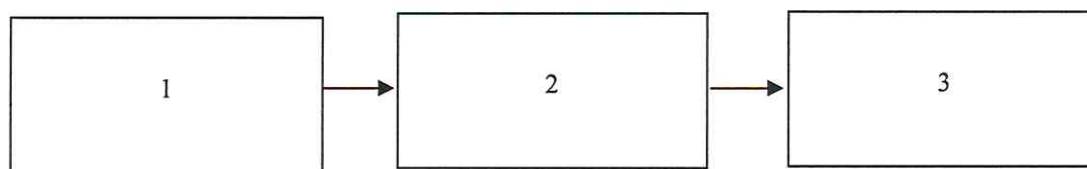
где $i = 1, 2, 3$.

10.2.1.9 Рассчитать составляющую относительной погрешности измерений мощности, зависящей от частоты, на опорном уровне мощности 1 мВт $\delta_{1f}(\Theta)$, в процентах, на каждой частоте от 30 МГц до 6 ГГц по формуле (2):

$$\delta_{1f}(\Theta) = \left[\left(\frac{P_{ИЗМ}}{P_{ЭТ}} \right)_{CP} - 1 \right] \cdot 100. \quad (2)$$

Результаты расчета зафиксировать в рабочем журнале.

10.2.1.10 Определение составляющей погрешности, зависящей от частоты, на опорном уровне мощности 1 мВт на частоте 10 кГц проводить по схеме, приведенной на рисунке 5.



- 1 – рабочий эталон напряжения переменного тока 3-го разряда;
- 2 – преобразователь NRP-Z92;
- 3 – персональный компьютер

Рисунок 5

10.2.1.11 Установить нулевые показания преобразователя NRP-Z92. Установить на рабочем эталоне напряжения переменного тока 3-го разряда частоту 10 кГц и такой уровень выходного напряжения U , чтобы на виртуальной панели преобразователя NRP-Z92 показания измерения мощности $P_{ИЗМ}$ были равны 1 мВт.

Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

10.2.1.12 Рассчитать относительную погрешность измерения мощности на опорном уровне 1 мВт $\delta_{1f}(\Theta)$, в процентах, на частоте 10 кГц по формуле (3):

$$\delta_{1f}(\Theta) = \left[\frac{P_{ИЗМ} \cdot R}{U^2} - 1 \right] \cdot 100 \quad (3)$$

где $R = 50$ Ом.

Результаты расчета зафиксировать в рабочем журнале.

10.2.1.13 Определить составляющую относительной погрешности измерения мощности, зависящей от частоты $\delta_1(\Theta)$, в процентах, по формуле (4):

$$\delta_1(\Theta) = \max(|\delta_{1f}(\Theta)|). \quad (4)$$

10.2.2 Определение составляющей относительной погрешности в диапазоне измерений мощности

10.2.2.1 Определение составляющей погрешности в диапазоне измерений мощности от $1 \cdot 10^{-5}$ до $2 \cdot 10^3$ мВт (от минус 50 до плюс 33 дБ (1 мВт)) выполнять относительно опорного уровня 1 мВт.

10.2.2.2 Определение систематической составляющей погрешности в диапазоне измерений мощности от минус 50 до плюс 10 дБ(1 мВт) выполнять в соответствии со схемой измерений, приведенной на рисунке 6.

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

8.4.2.4 Измерения мощности преобразователем NRP-Z92 выполнять в режиме измерения «AUTO».

10.2.2.5 Атенюатор ступенчатый ручной 8496В (далее – аттенюатор 8486В) установить в положение «0».

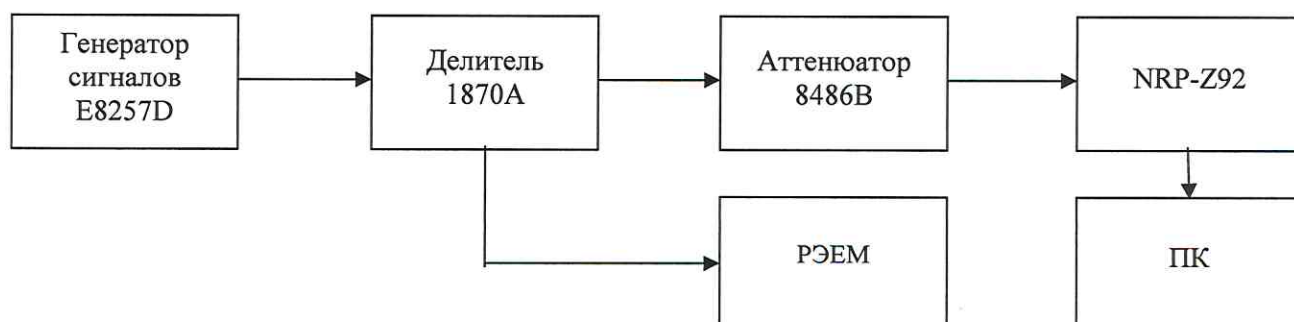


Рисунок 6

10.2.2.6 Провести установку нуля преобразователя NRP-Z92. Включить мощность на генераторе сигналов E8257D и установить такую выходную мощность, чтобы показания преобразователя NRP-Z92 (по показаниям на ПК) были близки к 10 дБ(1 мВт).

10.2.2.7 Одновременно отсчитать показания преобразователя NRP-Z92 (по показаниям на ПК) $P_{NRP-Z92}^{10дБм}$ и показания РЭЭМ $P_{ЭТ}^{10дБм}$. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность на генераторе сигналов E8257D.

10.2.2.8 Выполнить операции п.п. 10.2.2.6 – 10.2.2.7 не менее 3 раз ($n \geq 3$).

10.2.2.9 Рассчитать среднее значение разности показаний преобразователя NRP-Z92 и РЭЭМ A_{10} по формуле (5):

$$A_{10} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (P_{NRP-Z92}^{10дБм} - P_{ЭТ}^{10дБм})_i, \quad (5)$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

10.2.2.10 Провести установку нуля преобразователя NRP-Z92. Включить мощность на генераторе сигналов E8257D и установить на выходе генератора сигналов E8257D такую выходную мощность, чтобы показания преобразователя NRP-Z92 (по показаниям на ПК) были близки к 0 дБ(1 мВт).

10.2.2.11 Одновременно отсчитать показания датчика NRP-Z92 (по показаниям на ПК) $P_{NRP-Z92}^{0дБм}$ и показания РЭЭМ $P_{ЭТ}^{0дБм}$. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

Выключить мощность на генераторе сигналов E8257D.

10.2.2.12 Выполнить операции п. п. 10.2.2.10 – 10.2.2.11 не менее 3 раз ($n \geq 3$).

10.2.2.13 Рассчитать среднее значение разности показаний преобразователя NRP-Z92 и РЭЭМ A_0 по формуле (6):

$$A_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (P_{NRP-Z92}^{0дБм} - P_{ЭТ}^{0дБм})_i, \quad (6)$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

10.2.2.14 Рассчитать значение составляющей погрешности в диапазоне измерений мощности от 0 до 10 дБ (1 мВт) $\delta_{0дБм}(\Theta)$, в процентах, по формуле (7):

$$\delta_{0дБм}(\Theta) = (10^{(A_{10}-A_0)/10} - 1) \cdot 100, \quad (7)$$

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

10.2.2.15 Повторить операции п.п. 10.2.2.6 – 10.2.2.14 для положения аттенюатора 10, 20, 30, 40 и 50 при показаниях преобразователя NRP-Z92, соответствующих указанным в таблице 4.

Таблица 4

Положение аттенюатора	Верхний предел измеряемой мощности NRP-Z92, дБ(1 мВт)	Нижний предел измеряемой мощности NRP-Z92, дБ(1 мВт)
10	0	-10
20	-10	-20
30	-20	-30
40	-30	-40
50	-40	-50

10.2.2.16 Для каждого положения аттенюатора рассчитать по формуле (5) A_B , соответствующее верхнему пределу измеряемой мощности NRP-Z92 при одном из положений аттенюатора, и по формуле (6) A_H , соответствующее нижнему пределу измеряемой мощности NRP-Z92 при том же положении аттенюатора.

10.2.2.17 Рассчитать значения погрешности, в процентах, по формулам (8):

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta_{-10\text{дБм}}(\Theta) = -\left(10^{(A_B - A_H)/10} - 1\right) \cdot 100, \\ \text{где } A_B \text{ и } A_H \text{ получены при положении аттенюатора 10,} \\ \delta_{-20\text{дБм}}(\Theta) = \delta_{-10\text{дБм}}(\Theta) - \left(10^{(A_B - A_H)/10} - 1\right) \cdot 100, \\ \text{где } A_B \text{ и } A_H \text{ получены при положении аттенюатора 20,} \\ \dots \\ \delta_{-30\text{дБм}}(\Theta) = \delta_{-20\text{дБм}}(\Theta) - \left(10^{(A_B - A_H)/10} - 1\right) \cdot 100, \\ \text{где } A_B \text{ и } A_H \text{ получены при положении аттенюатора 30,} \\ \delta_{-40\text{дБм}}(\Theta) = \delta_{-30\text{дБм}}(\Theta) - \left(10^{(A_B - A_H)/10} - 1\right) \cdot 100, \\ \text{где } A_B \text{ и } A_H \text{ получены при положении аттенюатора 40,} \\ \delta_{-50\text{дБм}}(\Theta) = \delta_{-40\text{дБм}}(\Theta) - \left(10^{(A_B - A_H)/10} - 1\right) \cdot 100, \\ \text{где } A_B \text{ и } A_H \text{ получены при положении аттенюатора 50.} \end{array} \right. \quad (8)$$

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

10.2.2.18 Определение составляющей погрешности в диапазоне измерения мощности от 10 до 23 дБ(1 мВт) проводить по схеме, приведенной на рисунке 7, при положении аттенюатора 8486В в 10 дБ.

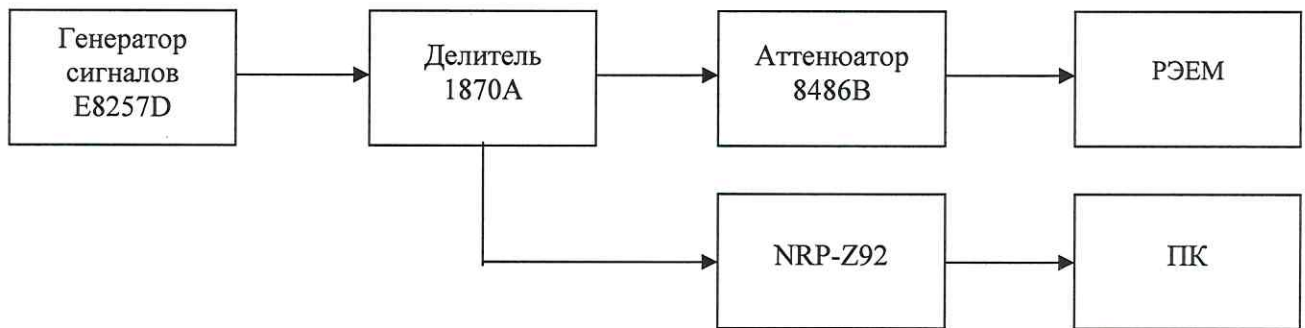


Рисунок 7

10.2.2.19 Выполнить установку нуля преобразователя NRP-Z92. Установить мощность на генераторе сигналов E8257D такую, чтобы показания преобразователя NRP-Z92 были близки к значению 10 дБ(1 мВт).

Зафиксировать в рабочем журнале показания РЭМ $P_{ЭТ}^{0\text{дБм}}$ и преобразователя NRP-Z92 $P_{NRP-Z92}^{10\text{дБм}}$ при этом уровне мощности. Выполнить данную операцию не менее 3 раз ($n \geq 3$).

10.2.2.20 Рассчитать значения A_{10} по формуле (9):

$$A_{10} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \left(P_{NRP-Z92}^{10\text{дБм}} - P_{ЭТ}^{0\text{дБм}} \right)_i, \quad (9)$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

10.2.2.21 Выполнить установку нуля преобразователя NRP-Z92. Установить мощность на генераторе сигналов E8257D такую, чтобы показания преобразователя NRP-Z92 были близки к значению 23 дБ(1 мВт).

Зафиксировать в рабочем журнале показания РЭМ $P_{ЭТ}^{13\text{дБм}}$ и преобразователя NRP-Z92 $P_{NRP-Z92}^{23\text{дБм}}$ при этом уровне мощности. Выполнить данную операцию не менее 3 раз ($n \geq 3$).

10.2.2.22 Рассчитать значения A_{20} по формуле (10):

$$A_{23} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (P_{NRP-Z92}^{23\text{дБм}} - P_{ЭТ}^{13\text{дБм}})_i, \quad (10)$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

10.2.2.23 Рассчитать значения составляющей погрешности в диапазоне измерений мощности от 10 до 23 дБ (1 мВт) $\delta_{23\text{дБм}}(\Theta)$, в процентах, по формуле (11):

$$\delta_{23\text{дБм}}(\Theta) = \delta_{0\text{дБм}}(\Theta) + \left(10^{(A_{23}-A_{10})/10} - 1\right) \cdot 100, \quad (11)$$

где $\delta_{0\text{дБм}}(\Theta)$ – значение, полученное по формуле (7).

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

10.2.2.24 Определение составляющей погрешности в диапазоне измерения мощности от 23 до 33 дБ(1 мВт) проводить по схеме, приведенной на рисунке 8.

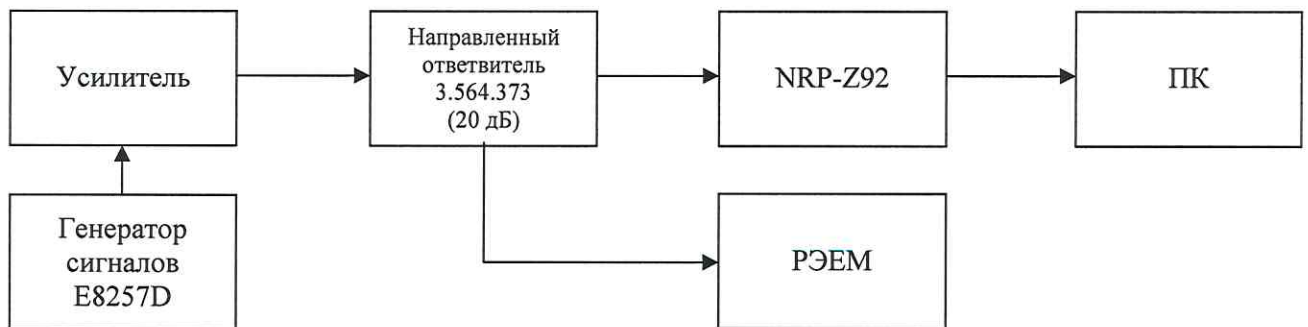


Рисунок 8

10.2.2.25 Выполнить установку нуля преобразователя NRP-Z92. Установить такую мощность на генераторе сигналов E8257D и коэффициент усиления усилителя, чтобы показания преобразователя NRP-Z92 были близки к значению 23 дБ(1 мВт).

Зафиксировать в рабочем журнале показания РЭЕМ $P_{ЭТ}^{3\text{дБм}}$ и преобразователя NRP-Z92 $P_{NRP-Z92}^{23\text{дБм}}$ при этом уровне мощности. Выполнить данную операцию не менее 3 раз ($n \geq 3$).

8.4.2.26 Рассчитать значения A_{23} по формуле (12):

$$A_{23} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (P_{NRP-Z92}^{23\text{дБм}} - P_{ЭТ}^{3\text{дБм}})_i, \quad (12)$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

10.2.2.27 Выполнить установку нуля преобразователя NRP-Z92. Установить мощность на генераторе сигналов E8257D такую, чтобы показания преобразователя NRP-Z92 были близки к значению 33 дБ(1 мВт).

Зафиксировать в рабочем журнале показания РЭЕМ $P_{ЭТ}^{13\text{дБм}}$ и преобразователя NRP-Z92 $P_{NRP-Z92}^{33\text{дБм}}$ при этом уровне мощности. Выполнить данную операцию не менее 3 раз ($n \geq 3$).

10.2.2.28 Рассчитать значения A_{33} по формуле (13):

$$A_{33} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (P_{NRP-Z92}^{33\text{дБм}} - P_{ЭТ}^{13\text{дБм}})_i, \quad (13)$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

10.2.2.29 Рассчитать значения составляющей погрешности в диапазоне измерений мощности от 23 до 33 дБ(1 мВт) $\delta_{33\text{дБм}}(\Theta)$, в процентах, по формуле (14):

$$\delta_{33\text{дБм}}(\Theta) = \delta_{23\text{дБм}}(\Theta) + \left(10^{(A_{33}-A_{23})/10} - 1\right) \cdot 100, \quad (14)$$

где $\delta_{23\text{дБм}}(\Theta)$ – значение, полученное по формуле (11).

Результаты расчета фиксировать в рабочем журнале.

10.2.2.30 Определить составляющую погрешности измерений мощности в диапазоне измерений мощности от $1 \cdot 10^{-5}$ до $2 \cdot 10^3$ мВт (от минус 50 до плюс 33 дБ (1 мВт)) $\delta_2(\Theta)$, в процентах, по формуле (15):

$$\delta_2(\Theta) = \max \left[\left| \delta_{33\text{дБм}}(\Theta) \right|; \left| \delta_{23\text{дБм}}(\Theta) \right|; \left| \delta_{0\text{дБм}}(\Theta) \right|; \left| \delta_{-10\text{дБм}}(\Theta) \right|; \left| \delta_{-20\text{дБм}}(\Theta) \right|; \left| \delta_{-30\text{дБм}}(\Theta) \right|; \left| \delta_{-40\text{дБм}}(\Theta) \right|; \left| \delta_{-50\text{дБм}}(\Theta) \right| \right] \quad (15)$$

10.2.3 Расчет относительной погрешности измерений мощности

Определить относительную погрешность измерений мощности $\delta(\Theta)$, в процентах, по формуле (16):

$$\delta(\Theta) = \pm \sqrt{(\delta_1(\Theta))^2 + (\delta_2(\Theta))^2} \quad (16)$$

Результаты поверки считать положительными, если значения $\delta(\Theta)$ находятся в пределах $\pm 6\%$.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 При положительных результатах по п.п. 10.1 и 10.2.3 поверяемый преобразователь NRP-Z92 соответствует обязательным метрологическим требованиям, предъявляемых к средствам измерений применяемым в качестве рабочего эталона 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц, утвержденная приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3461.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Преобразователь измерительный NRP-Z92, заводской № 142109, признается годным, если в ходе поверки все результаты положительные.

12.2 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца преобразователя измерительного, серийный № 142109, или лица, предъявившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке.

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

12.4 Преобразователь измерительный NRP-Z92, заводской № 142109, имеющий отрицательные результаты поверки в обращение не допускается, и на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Инженер НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В.Каминский

М.В. Жогун