


СОГЛАСОВАНО

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



 А.Н. Щипунов
« 07 » 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователь измерительный NRP-Z86

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

651-22-046 МП

р.п. Менделеево
2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2	ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3	ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4	ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	4
5	МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ....	5
6	ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	6
7	ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	6
8	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	6
9	ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	7
10	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .	8
11	ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	11
12	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	14

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователь измерительный NRP-Z86 (далее – преобразователь), зав. № 144081, изготовленный фирмой «Rohde & Schwarz GmbH Co.KG», Германия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Первичной поверке подлежит преобразователь до ввода в эксплуатацию и после ремонта. Периодической поверке подлежит преобразователь, находящийся в эксплуатации и на хранении.

1.3 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемого преобразователя:

- к государственному первичному эталону единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,5 ГГц (ГЭТ 26-2010) в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461;

- к государственному первичному эталону единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 37,50 до 78,33 ГГц (ГЭТ 167-2017) в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,50 до 78,33 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2839.

1.4 Поверка преобразователя 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 При проведении поверки необходимо руководствоваться настоящей методикой и эксплуатационной документацией на преобразователь и на используемое при поверке оборудование. Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

1.6 При проведении поверки допускается задавать иные значения измеряемых величин, относительно указанных в разделе 10.

1.7 Интервал между поверками 1 год.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки преобразователь должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения (далее – ПО)	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да	10
Определение коэффициента стоячей волны по напряжению входа (далее - КСВН) СВЧ соединителя	да	да	10.1

Продолжение таблицы 1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение диапазона измерения мощности	да	да	10.2
Определение относительной погрешности измерений мощности без учета погрешностей из-за рассогласования, установки и дрейфа «нуля» и относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты без учета погрешностей из-за установки и дрейфа «нуля»	да	да	10.3
Определение абсолютной погрешности измерений средней мощности непрерывных колебаний из-за установки и дрейфа «нуля»	да	да	10.4
Определение абсолютной погрешности измерений мощности модулированных колебаний из-за установки и дрейфа «нуля»	да	да	10.5
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11

2.2 Допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке на основании заявления владельца преобразователя.

2.3 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 поверяемый преобразователь бракуется и направляется в ремонт.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия (если не оговорено иное):

- температура окружающего воздуха, °С (К) от плюс 15 до плюс 25 (от 288 до 298);
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре 22 °С не более 80 %;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800).

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 документами «Преобразователь измерительный NRP-Z86. Руководство по эксплуатации» (далее – РЭ) и «Преобразователь измерительный NRP-Z86. Паспорт» (далее – ПС).

4.3 Поверка осуществляется одним специалистом.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуемые средства поверки, в том числе рабочие эталоны и средства измерений, приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	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
Основные средства поверки	
8.3	Микроскоп конфокальный лазерный измерительный LEXT OLS5000 (рег. № 76632-19): диапазон измерений линейных размеров от 0,5 до 800 мкм, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров $\pm 0,15$ мкм
10.1	Анализатор электрических цепей векторный ZVA67 (рег. № 48355-11): диапазон рабочих частот от 10 МГц до 67 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 8 \cdot 10^{-6}$, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $\pm 0,4$ дБ
10.2, 10.3, 10.5	Генератор сигналов E8257D (рег. № 74333-19): диапазон частот от 250 кГц до 50 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 7,5 \cdot 10^{-8}$; диапазон выходной мощности от минус 110 до 15 дБ (1 мВт), пределы допускаемой относительной погрешности установки мощности в режиме непрерывной генерации в диапазоне ± 1 дБ (1 мВт)
10.3	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 37,5 ГГц (3.1.ZZT.0237.2016): доверительные границы относительной погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95 от $\pm 0,4$ до $\pm 1,0$ %
10.3	Государственный рабочий эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне значений от 0,1 до 10 мВт в диапазоне частот от 37,5 до 220 ГГц (3.1.ZZT.0288.2018): доверительные границы относительной погрешности измерений при доверительной вероятности 0,95 в диапазоне частот от 37,5 до 50 ГГц $\pm 0,8$ %
10.5	Анализатор спектра R&S FSP40 (рег. № 26744-09): диапазон рабочих частот от 9 кГц до 40 ГГц, диапазон измеряемых уровней сигнала: от среднего уровня шумов до плюс 30 дБ (1 мВт); диапазон установки опорного уровня от минус 130 до плюс 30 дБ (1 мВт), пределы допускаемой абсолютной погрешности установки опорного уровня $\pm 0,2$ дБ
Вспомогательные средства поверки	
8.3, 10.1-10.5	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7: диапазон измерений относительной влажности, от 0 до 99 %; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 2,0$ %; диапазон измерений температуры от минус 45 °С до плюс 60 °С; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,5$ °С в диапазоне от минус 45 °С до минус 20 °С; $\pm 0,2$ °С в диапазоне св. плюс 20 °С до плюс 60 °С; диапазон измерений абсолютного давления от 840 до 1060 гПа; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений абсолютного давления ± 3 гПа
10.5	Направленный ответвитель
* «рег. №__» - регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.	

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны и поверены, применяемые средства поверки утвержденного типа СИ в качестве эталонов единиц величин должны быть исправны и поверены с присвоением соответствующего разряда в соответствии с государственными поверочными схемами.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденными приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020

№ 903н, а также требования безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на преобразователь и средства поверки.

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

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

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр преобразователь провести визуально без вскрытия, при этом необходимо проверить:

– комплектность, маркировку и пломбировку (наклейку) на соответствие документам РЭ и ПС;

– целостность и чистоту разъемов;

– целостность фирменной наклейки;

– исправность кабеля;

– отсутствие видимых повреждений, влияющих на работоспособность преобразователя.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если:

– комплект поставки соответствует документам РЭ и ПС;

– маркировка соответствует документу РЭ;

– пломбировка (наклейка) и фирменная наклейка цела;

– разъемы целы и чисты;

– отсутствуют видимые повреждения, влияющие на работоспособность преобразователя.

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

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в РЭ преобразователя и применяемых средств поверки.

8.2 При опробовании определить присоединительные размеры СВЧ соединителя и проверить работоспособность преобразователя.

8.3 Определить присоединительные размеры СВЧ соединителя в следующей последовательности.

8.3.1 Подготовить к работе микроскоп конфокальный лазерный измерительный LEXT OLS5000 (далее – микроскоп).

8.3.2 Определить с помощью микроскопа присоединительные размеры СВЧ соединителя.

8.3.3 Результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

8.4 Проверку работоспособности преобразователя выполнить в следующей последовательности.

8.4.1 Подготовить к работе персональный компьютер (далее – ПК) с установленным программным обеспечением «NRP-Toolkit» (далее – ПО «NRP-Toolkit»).

8.4.2 На ПК открыть папку «NRP Toolkit», в которой выбрать файл «NrpFlashup» и далее

запустить виртуальную панель «PowerViewer». Наблюдать на экране монитора ПК виртуальную панель, представленную на рисунке 1.

8.4.3 Соединить преобразователь к ПК посредством разъема USB и после инициализации преобразователя наблюдать на экране монитора ПК виртуальную панель, представленную на рисунке 2.

8.4.4 Зарегистрировать в протоколе поверки серийный номер поверяемого преобразователя, который отобразился на экране монитора ПК (рисунок 2).

8.4.5 Провести установку нуля преобразователя.

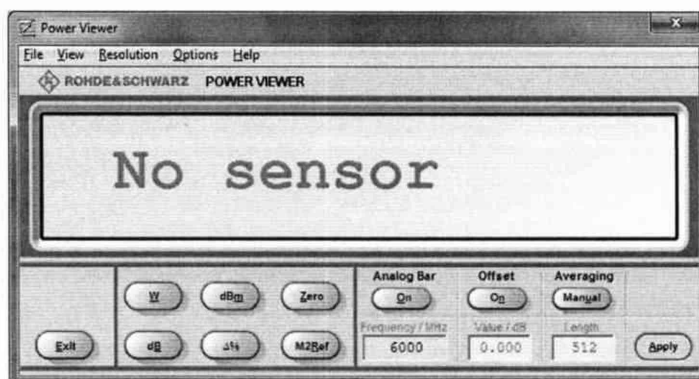


Рисунок 1 – Виртуальная панель

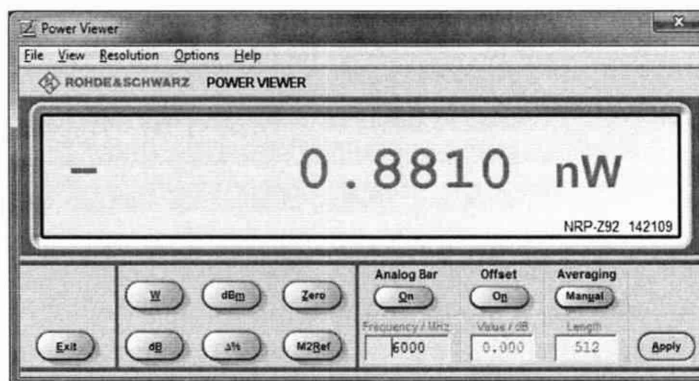


Рисунок 2 - Виртуальная панель с подключенным преобразователем

8.5 Результаты поверки считать положительными, если:

- присоединительные размеры СВЧ соединителя находятся в допуске (0,03 - 0,15) мм;
- ПО «NRP Toolkit» и ПО «Power Viewer» установлено на ПК;
- инициализация преобразователя выполнена успешно;
- серийный номер преобразователя на экране виртуальной панели управления соответствует номеру, указанному на его корпусе и в ПС;
- установка нуля выполнена успешно.

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

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Идентификационные данные метрологически значимой части ПО приведены в таблице 3.

9.2 Метрологически значимая часть ПО установлена в защищенную память микроконтроллера, ПО выполняет управление работой преобразователя, выбором режимов измерений, формы индикации и регистрации результатов измерений.

9.3 Конструкция преобразователя исключает возможность несанкционированного влияния на ПО преобразователя и измерительную информацию.

9.4 Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» по Р 50.2.077-2014.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Power Viewer
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.5.0.0
Цифровой идентификатор ПО	-
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	-

9.5 Возможность проверки идентификационных данных отсутствует.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение КСВН СВЧ соединителя

10.1.1 Определение КСВН СВЧ соединителя выполнить в следующей последовательности.

10.1.1.1 Подготовить преобразователь к работе согласно пп. 8.4.1 – 8.4.3 и выдержать его во включенном состоянии не менее 2 ч.

10.1.1.2 Подготовить анализатор электрических цепей векторный ZVA67 (далее – ZVA67) к измерению КСВН в диапазоне частот 0,05 до 2,4 ГГц согласно его ЭД.

10.1.1.3 Подключить СВЧ соединитель преобразователя к измерительному порту ZVA67.

ВНИМАНИЕ. Не прикасайтесь к контактам СВЧ соединителя преобразователя во избежание повреждения цепей статическим электричеством.

10.1.1.4 Провести измерения КСВН.

10.1.1.5 Зафиксировать в протоколе поверки максимальное измеренное значение КСВН в данном диапазоне частот.

10.1.1.6 Повторить операции пп. 10.1.1.2 – 10.1.1.5 в диапазонах частот:

- св. 2,4 до 8,0 ГГц включ.;
- св. 8,0 до 18,0 ГГц включ.;
- св. 18,0 до 26,5 ГГц включ.;
- св. 26,5 до 44,0 ГГц включ.;
- св. 44,0 до 50,0 ГГц включ.

10.1.2 Результаты поверки считать положительными, если максимальные значения КСВН СВЧ соединителя не превысили допустимого предела, приведенного в п. 11.1.

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

10.2 Определение диапазона измерений мощности

10.2.1 Определение диапазона измерений мощности проводится одновременно с п. 10.3 Определение диапазона рабочих частот, относительной погрешности измерений мощности без учета погрешностей из-за рассогласования, установки и дрейфа «нуля» и относительной

погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты без учета погрешностей из-за установки и дрейфа «нуля».

10.2.2 Результаты испытаний считать положительными, если в рабочем диапазоне измерений мощности значения относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты без учета погрешностей из-за установки и дрейфа «нуля» находятся в пределах, приведенных в п. 11.2.1.

10.3 Определение относительной погрешности измерений мощности без учета погрешностей из-за рассогласования, установки и дрейфа «нуля» и относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты без учета погрешностей из-за установки и дрейфа «нуля»

10.3.1 Определение относительной погрешности измерений мощности без учета погрешностей из-за рассогласования, установки и дрейфа «нуля» и относительной погрешности измерения средней мощности непрерывных колебаний из-за установки и дрейфа «нуля» выполнить на уровне мощности 5,0 мВт, на частотах: 0,05; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5 и 6,0 ГГц; далее – от 6 до 26,0 ГГц включ. с шагом 1 ГГц; 26,5 и 27,0 ГГц; далее – св. 27 до 50,0 ГГц включ. с шагом 1 ГГц в следующей последовательности.

10.3.1.1 Подготовить к работе генератор сигналов измерительный E8257D (далее – генератор сигналов), рабочий эталон единицы мощности электромагнитных колебаний: 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 37,5 ГГц (3.1.ZZT.0237.2016) или государственный рабочий эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне значений от 0,1 до 10 мВт в диапазоне частот от 37,5 до 220 ГГц (3.1.ZZT.0288.2018) (далее – калибратор мощности) согласно ЭД на них.

10.3.1.2 Подготовить к работе преобразователь согласно пп. 8.4.1 – 8.4.3 и выдержать его во включенном состоянии не менее 1 ч.

10.3.1.3 Собрать рабочее место в соответствии со схемой, представленной на рисунке 3.

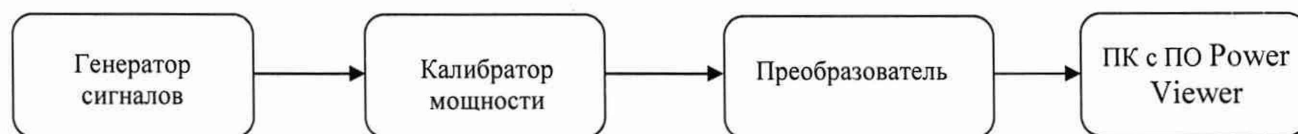


Рисунок 3 – Схема определения погрешности измерений мощности, в диапазоне рабочих частот

10.3.1.4 Установить на генераторе сигналов частоту выходного сигнала значением 0,05 ГГц и такой уровень мощности, чтобы мощность, измеряемая преобразователем, составила от 3 до 7 мВт.

10.3.1.5 Выключить мощность на генераторе сигналов. Установить нулевые показания преобразователя.

10.3.1.6 Включить мощность генератора сигналов. Одновременно отсчитать показания мощности калибратора $P_{ЭТ}$ и преобразователя $P_{ИЗМ}$ (по показаниям на ПК). Выключить мощность на генераторе сигналов. Результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

10.3.1.7 Повторить операции п. 10.3.1.6 не менее двух раз.

10.3.1.8 Выполнить операции п.п. 10.3.1.4 – 10.3.1.7 на частотах, приведенных в п. 10.3.1.

10.3.1.9 Подключить вместо калибратора мощности калибратор отношений мощностей NRPC-LS.

10.3.1.10 Установить на генераторе сигналов частоту выходного сигнала значением 1 ГГц и такой уровень мощности, чтобы мощность, измеряемая преобразователем, составила $1 \cdot 10^{-6}$ мВт.

10.3.1.11 Одновременно отсчитать показания калибратора $P_{LS}(-60)$ и преобразователя $P(-60)$ (по показаниям на ПК). Выключить мощность на генераторе сигналов. Результаты измерений зафиксировать в протоколе поверки.

10.3.1.12 Выполнить операции п. 10.3.1.10 и 10.3.1.11 для значений мощности 0,3; 1 и 100 мВт и зафиксировать соответствующие показания калибратора $P_{LS}(-3)$, $P_{LS}(0)$, $P_{LS}(20)$ и преобразователя $P(-3)$, $P(0)$, $P(20)$.

10.3.1.13 Провести обработку полученных результатов в соответствии с п. 11.3. Результаты расчета зафиксировать в протоколе поверки.

10.3.2 Результаты поверки считать положительными, если рассчитанные значения относительной погрешности измерений мощности частот без учета погрешностей из-за рассогласования, установки и дрейфа «нуля» и значения относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты без учета погрешностей из-за установки и дрейфа «нуля» находятся в допускаемых пределах, приведенных в п. 11.3.7.

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

10.4 Определение абсолютной погрешности измерении средней мощности непрерывных колебаний из-за установки и дрейфа «нуля»

10.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений средней мощности непрерывных колебаний из-за установки выполнить путем последовательной установки на поверяемом преобразователе нуля $M = 10$ раз, при этом фиксировать показания после каждой установки нуля N_{0i} .

10.4.2 Определение дрейфа «нуля» в течение получаса после установки «нуля» выполнить при неизменной температуре в пределах ± 1 °С и предварительным прогревом в течение 1 часа путем фиксирования показаний поверяемого преобразователя N_i один раз в час в течение 4-х часов. Температура в помещении за время измерений не должна меняться более чем на 1 °С.

10.4.3 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений средней мощности непрерывных колебаний из-за дрейфа нуля в соответствии с п. 11.4.

10.4.4 Результаты расчета зафиксировать в протоколе поверки.

10.4.5 Результаты поверки считать положительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений средней мощности непрерывных колебаний из-за установки и дрейфа «нуля» находятся в допускаемых пределах, приведенных в п. 11.4.4.

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

10.5 Определение абсолютной погрешности измерении мощности модулированных колебаний из-за установки и дрейфа «нуля»

10.5.1 Определение абсолютной погрешности измерений мощности модулированных колебаний из-за установки и дрейфа «нуля» выполнить на полосах пропускания 300 кГц, 30; 5 и 1,5 МГц в следующей последовательности.

10.5.1.1 Подготовить к работе генератор сигналов, анализатор спектра R&S FSP40 (далее - анализатор спектра) согласно их ЭД.

10.5.1.2 Подготовить к работе преобразователь согласно пп. 8.4.1 – 8.4.3 и выдержать его во включенном состоянии не менее 2 ч.

10.5.1.3 Собрать рабочее место в соответствии со схемой, представленной на рисунке 4.

10.5.1.4 Установить на анализаторе спектра режим модуляции, полосу пропускания 300 кГц, время измерения 1 мкс;



Рисунок 4 – Схема определения погрешности измерений мощности, модулированных сигналов

10.5.1.5 Установить на генераторе сигналов частоту выходного сигнала значением 1 ГГц и такой уровень мощности, чтобы мощность, измеряемая преобразователем, составила 1 мВт, включить режим импульсной модуляции (длительность импульса 50 нс, период следования импульсов 100 нс).

10.5.1.6 В меню преобразователя установить частоту измеряемого сигнала 1 ГГц, режим измерения «Тгасе».

10.5.1.7 Выключить мощность генератора сигналов. Установить нулевые показания преобразователя.

10.5.1.8 Включить мощность генератора сигналов. Одновременно провести измерения пиковой мощности анализатором спектра $P_{AC}^{пик}$ и преобразователем $P_{NRP-286}^{пик}$.

10.5.1.9 Установить на генераторе сигналов режим НГ. Путем изменения на генераторе уровня выходного сигнала добиться на анализаторе спектра показаний, равных $P_{AC}^{пик}$. Зафиксировать в протоколе поверки показания преобразователя $P_{NRP-286}^{пик}$ при данном уровне мощности.

10.5.1.10 Повторить операции п.п. 10.5.1.4 – 10.5.1.9 на полосах пропускания 30; 5 и 1,5 МГц.

10.5.1.11 Провести обработку полученных результатов в соответствии с п. 11.5. Результаты расчета зафиксировать в протоколе поверки.

10.5.2 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений мощности модулированных колебаний из-за установки и дрейфа «нуля» находятся в допусках, приведенных в п. 11.5.1.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 КСВН СВЧ соединителя определить путем прямых измерений и сравнения полученных результатов с нормированными значениями.

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения КСВН СВЧ соединителя не превысили допусковых пределов:

- 1,16 в диапазоне частот от 0,05 до 2,4 ГГц включ.;
- 1,20 в диапазоне частот св. 2,4 до 8,0 ГГц включ.;
- 1,25 в диапазоне частот св. 8,0 до 18,0 ГГц включ.;
- 1,30 в диапазоне частот св. 18,0 до 26,5 ГГц включ.;
- 1,40 в диапазоне частот св. 26,5 до 44,0 ГГц включ.;
- 1,45 в диапазоне частот св. 44,0 до 50,0 ГГц включ.

11.2 Диапазон измерений мощности определяется при измерениях, проведенных в соответствии с п. 10.3, и вычислении значения относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты без учета погрешностей из-за

установки и дрейфа «нуля».

11.2.1 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты без учета погрешностей из-за установки и дрейфа «нуля» находятся в пределах:

- в поддиапазоне измерений от $1 \cdot 10^{-6}$ до $3 \cdot 10^{-1}$ мВт включ. $\pm 1,0$ %;
- в поддиапазоне измерений св. 0,3 до 1,0 мВт включ. $\pm 2,0$ %;
- в поддиапазоне измерений св. 1 до 100 мВт включ. $\pm 1,5$ %.

11.3 Относительную погрешность измерений мощности без учета погрешностей из-за рассогласования, установки и дрейфа «нуля» $\delta_1(\theta)$, в процентах, вычислить по приведенным формулам в следующей последовательности.

11.3.1 Рассчитать среднее арифметическое значение отношения показаний $\frac{P_{ИЗМ}}{P_{ЭТ}}$ для каждого значения частоты и мощности 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 $i = 1, 2, 3$;

$P_{ИЗМ}$ – измеренные значения мощности, дБ (1 мВт), преобразователем;

$P_{ЭТ}$ – измеренные значения мощности, дБ (1 мВт), калибратором.

11.3.2 Рассчитать отношение показаний на опорном уровне мощности K_0 для каждого значения частоты по формуле (2):

$$K_0 = \left(\frac{P_{ИЗМ}}{P_{ЭТ}}\right)_{CP}, \quad (2)$$

11.3.3 Рассчитать отношение показаний K_1 на уровнях мощности $1 \cdot 10^{-6}$ мВт и 0,3 мВт по формуле (3):

$$K_1 = \left[\frac{P(-60)}{P_{LS}(-60)} \frac{P_{LS}(-3)}{P(-3)} \right], \quad (3)$$

11.3.4 Рассчитать относительную погрешность измерений $\delta_{(P1)}(\theta)$, в процентах, в поддиапазоне измерений от $1 \cdot 10^{-6}$ до 0,3 мВт по формуле (4):

$$\delta_{(P1)}(\theta) = (K_1 - 1) \cdot 100 \%, \quad (4)$$

11.3.5 Рассчитать отношение показаний K_2 на уровнях мощности 0,3 мВт и 1,0 мВт по формуле (5):

$$K_2 = \left[\frac{P(-3)}{P_{LS}(-3)} \frac{P_{LS}(0)}{P(0)} \right], \quad (5)$$

11.3.6 Рассчитать относительную погрешность измерений $\delta_{(P2)}(\theta)$, в процентах, в поддиапазоне измерений от 0,3 до 1,0 мВт по формуле (6):

$$\delta_{(P2)}(\theta) = (K_2 - 1) \cdot 100 \%, \quad (6)$$

11.3.7 Рассчитать отношение показаний K_3 на уровнях мощности 1,0 до 100 мВт по формуле (7):

$$K_3 = \left[\frac{P(20)}{P_{LS}(20)} \frac{P_{LS}(0)}{P(0)} \right], \quad (7)$$

11.3.8 Рассчитать относительную погрешность измерений $\delta_{(P3)}(\theta)$, в процентах, в поддиапазоне измерений от 1,0 до 100 мВт по формуле (8):

$$\delta_{(P3)}(\theta) = (K_3 - 1) \cdot 100 \%, \quad (8)$$

11.3.9 Рассчитать относительную погрешность $\delta(\theta)$ по формуле (9):

$$\delta(\theta) = (K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 - 1) \cdot 100\%, \quad (9)$$

11.3.10 Результаты испытаний считать положительными, если:

- значения $\delta(\theta)$ относительной погрешности измерений мощности без учета погрешностей из-за рассогласования, установки и дрейфа «нуля» находятся в допусках

пределах:

$\pm 3,5\%$ в диапазоне частот от 0,05 до 26,50 ГГц включ.;

$\pm 4,5\%$ в диапазоне частот св. 26,5 до 44,0 ГГц включ.;

$\pm 5,5\%$ в диапазоне частот св. 44,0 до 50,0 ГГц включ.;

- значения $\delta_{(P1)}(\theta)$, $\delta_{(P2)}(\theta)$ и $\delta_{(P3)}(\theta)$, соответствующие значениям относительной погрешности измерений отношения двух уровней мощности одинаковой частоты без учета погрешностей из-за установки и дрейфа «нуля», находятся в допусках пределах:

$\pm 1,0\%$ в поддиапазоне измерений от $1 \cdot 10^{-6}$ до $3 \cdot 10^{-1}$ мВт включ.;

$\pm 2,0\%$ в поддиапазоне измерений св. 0,3 до 1,0 мВт включ.;

$\pm 1,5\%$ в поддиапазоне измерений св. 1 до 100 мВт включ.

11.4 Абсолютную погрешность измерений средней мощности непрерывных колебаний из-за установки и дрейфа «нуля» вычислить по приведенным формулам в следующей последовательности.

11.4.1 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений средней мощности непрерывных колебаний из-за установки нуля по формуле (10):

$$\Delta_1(\theta) = 2 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^M N_{0i}^2}{M-1}} \quad (10)$$

где M – количество последовательной установки нуля;

N_{0i} – показание мощности, преобразователя при каждой установке нуля, дБ (1 мВт).

11.4.2 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений средней мощности непрерывных колебаний из-за дрейфа нуля по формуле (11):

$$\Delta_2(\theta) = 2 \cdot \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \sum_{i=1}^4 (N_i - N_{i-1})^2} \quad (11)$$

где N_i – показание мощности, преобразователя, зафиксированное один раз в час, дБ (1 мВт).

11.4.3 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений средней мощности непрерывных колебаний из-за установки и дрейфа «нуля» по формуле (12):

$$\Delta(\theta) = \Delta_1(\theta) + \Delta_2(\theta) \quad (12)$$

11.4.4 Результаты поверки считать положительными, если значение абсолютной погрешности измерений средней мощности непрерывных колебаний из-за установки и дрейфа «нуля» находится в допусках пределах $\pm 0,2$ нВт.

11.5 Абсолютную погрешность измерений мощности модулированных колебаний из-за установки и дрейфа «нуля» $A_{\text{пик}}$, мкВт, вычислить по формуле (13).

$$A_{\text{пик}} = P_{\text{NRP-Z86}}^{\text{пик}} - P_{\text{NRP-Z86}} \quad (13)$$

где $P_{\text{NRP-Z86}}^{\text{пик}}$ – измеренное значение пиковой мощности преобразователем, дБ (1 мВт);

$P_{\text{NRP-Z86}}$ – измеренное значение мощности преобразователем, дБ (1 мВт).

11.5.1 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерения мощности модулированных колебаний из-за установки и дрейфа «нуля» $A_{\text{пик}}$ находятся в допусках пределах:

$\pm 3,0$ мкВт в полосе пропускания 30 МГц;

$\pm 1,5$ мкВт в полосе пропускания 5 МГц;

$\pm 0,9$ мкВт в полосе пропускания 1,5 МГц;

$\pm 0,6$ мкВт в полосе пропускания 300 кГц.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

12.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца преобразователя или лица, предъявившего его на поверку выдается свидетельство о поверке, и (или) в паспорт преобразователя вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

12.4 Знак поверки в виде наклейки наносится на переднюю панель преобразователя.

12.5 При выполнении сокращенной поверки (на основании решения или заявки на проведение поверки, эксплуатирующей организации) в свидетельстве о поверке указывать диапазон частот, на котором выполнена поверка.

12.6 Преобразователь, имеющий отрицательные результаты поверки, в обращение не допускается. На него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования по установленной форме.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

Начальник отдела 11 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

И.П. Чирков

Инженер лаборатории 111 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.И. Матвеев