




ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ  
МЕТРОЛОГИИ - РОСТЕСТ» (ФБУ «НИЦ ПМ - РОСТЕСТ»)



СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора

  
А.Д. Меньшиков

«29» декабря 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ ВЕКТОРНЫЕ РИП-ГСВ

Методика поверки

РТ-МП-1834-441-2025

г. Москва  
2025 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика применяется для поверки генераторов сигналов векторных РИП-ГСВ (далее – генераторы), используемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача:

- единиц времени и частоты в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022;

- единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 26-2010;

- единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 118,1 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2839, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 167-2021;

- единицы девиации частоты в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01 февраля 2022 г. № 233, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 166-2020;

- единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний в соответствии с ГОСТ Р 8.717-2010, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 180-2010.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 10.1 – 10.6 применяется метод прямых измерений, по пунктам 10.7, 10.8 применяется метод непосредственного сличения.

В результате поверки генераторов, должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведённые в Приложении А настоящей методики поверки.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения при поверке		Методы поверки (номер пункта)
	первичной	периодической	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений			10

Продолжение таблицы 1

Определение относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала	Да	Да	10.2
Определение уровня гармонических составляющих для немодулированного сигнала (уровень минус 10 дБ)	Да	Нет	10.3
Определение уровня негармонических составляющих для немодулированного сигнала (уровень 10 дБ)	Да	Нет	10.4
Определение уровня фазовых шумов для немодулированного сигнала при отстройке от несущей и уровне выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт)	Да	Да	10.5
Определение абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки для модуляции типа 16QAM	Да	Да	10.6
Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции	Да	Да	10.7
Определение относительной погрешности установки девиации частоты	Да	Да	10.8

### 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающей среды, °С.....от 18 до 22;
- относительная влажность воздуха, % .....от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) .....от 86 до 106 (от 645 до 795).

### 4 Требование к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки генераторов допускаются специалисты, имеющие необходимую квалификацию, освоившие работу с генераторами сигналов векторными и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику поверки.

### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки генераторов применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п.8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 20 до 25 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, <math>\pm 0,5</math> °С</p> <p>Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха, <math>\pm 3,0</math> %</p> <p>Средство измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 86 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления, <math>\pm 0,2</math> кПа</p>	Термогигрометр UNITESS THB 1 модификация THB 1B (рег.номер 70481-18 в ФИФ)
п.10 Определение метрологических характеристик средства измерений		
пп.10.1	<p>Эталоны единиц времени и частоты, соответствующее требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360</p> <p>Эталоны единиц времени и частоты, соответствующее требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360</p> <p>Эталоны единиц времени и частоты и средства измерений, соответствующее требованиям к эталонам единиц времени и частоты не ниже 4 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360</p>	<p>Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG (рег.номер 70172-18 в ФИФ)</p> <p>Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007 (рег.номер 40466-09 в ФИФ)</p> <p>Частотомер универсальный CNT-90 (Рег. № 70888-18 в ФИФ)</p>
пп.10.2	Эталон единицы мощности электромагнитных колебаний, соответствующее требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 в диапазоне значений мощности от 0 до 10 <sup>2</sup> мВт в диапазоне частот от 8 кГц до 40 ГГц;	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP40T 69958-17 в ФИФ)

Продолжение таблицы 2

1	2	3
пп.10.2	<p>Средство измерений отношения мощностей в диапазоне частот от 1 до 40 ГГц; в динамическом диапазоне от минус 90 до 0 дБ (1 мВт), с пределами относительной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы в диапазоне измерений уровня <math>\pm 0,2</math> дБ, относительно установленного опорного уровня</p> <p>Средство измерений модуля коэффициента передачи многополюсников в диапазоне частот от 10 МГц до 40 ГГц, в динамическом диапазоне не менее 25 дБ, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи <math>\pm 0,2</math> дБ в диапазоне частот</p>	<p>Анализатор спектра и сигналов FSW43 (рег.номер 78802-20 в ФИФ)</p> <p>Анализатор электрических цепей векторный ZVA40 (рег. номер 37174-08 в ФИФ)</p>
пп.10.3	Средство измерений спектральных составляющих синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,1 до 40 ГГц, уровень собственных гармонических искажений не более минус 50 дБ относительно несущей	Анализатор спектра и сигналов FSW43 (рег.номер 78802-20 в ФИФ)
пп.10.4	Средство измерений спектральных составляющих синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,1 до 40 ГГц, уровень собственных негармонических искажений не более минус 75 дБ относительно несущей	Анализатор спектра и сигналов FSW43 (рег.номер 78802-20 в ФИФ)
пп.10.5	Средство измерений параметров фазовых шумов синусоидального сигнала в диапазоне частот 0,1 до 20 ГГц, уровень собственных фазовых шумов при начальной отстройке 1 Гц на частоте 20 ГГц и отстройке 1 МГц не более минус 129 дБ; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазовых шумов $\pm 1,5$ дБ	Анализатор фазового шума FSWP26 (рег.номер 63528-16 в ФИФ)
пп.10.6	Средство измерений параметров сигналов с квадратурной модуляцией в диапазоне частот от 0,2 до 40 ГГц Остаточное среднеквадратическое значение векторной ошибки модуляции для модуляции QPSK на частоте несущей 1 ГГц для скоростей передачи до 1 МГц не более 0,4%	Анализатор спектра и сигналов FSW43 с опцией K70 (рег.номер 78802-20 в ФИФ)
пп.10.7	Средство измерений единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний, соответствующее требованиям к рабочим эталонам единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний не ниже 1 разряда в диапазоне частот от 0,2 до 40 ГГц; диапазон измерений коэффициентов амплитудной модуляции от 0 до 100 %.	Анализатор спектра и сигналов FSW43 с опцией K7 (рег.номер 78802-20 в ФИФ)

## Окончание таблицы 2

пп.10.8	Средство измерений единицы девиации частоты, соответствующее требованиям к рабочим эталонам единицы девиации частоты не ниже 1 разряда в: диапазоне частот 0,2 до 40 ГГц; диапазон измерений девиации частоты от 100 Гц до 10 МГц.	Анализатор спектра и сигналов FSW43 с опцией K7 (рег.номер 78802-20 в ФИФ)
Примечание - Допускается применение других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины поверяемому средству измерений с точностью, удовлетворяющей требованиям государственных поверочных схем.		

Таблица 3 – Вспомогательное оборудование

Номер пункта документа по поверке	Наименование вспомогательное оборудование	Требуемые технические характеристики вспомогательного оборудования	Рекомендуемое вспомогательное оборудование
п.10 Определение метрологических характеристик средства измерений			
пп.10.2	Аттенуатор фиксированный	диапазон частот от 0 Гц до 18 ГГц номинальное ослабление 20 дБ максимальная входная мощность не менее 31 дБ (1 мВт)	Аттенуатор коаксиальный Д2М-18-20-11Р-11
	Аттенуатор фиксированный	диапазон частот от 0 Гц до 20 ГГц номинальное ослабление 20 дБ максимальная входная мощность не менее 31 дБ (1 мВт)	Аттенуатор коаксиальный Д2М-20-20-13Р-13
	Аттенуатор фиксированный	диапазон частот от 0 Гц до 40 ГГц номинальное ослабление 20 дБ максимальная входная мощность не менее 31 дБ (1 мВт)	Аттенуатор коаксиальный Д2М-40-20-14Р-14

**6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

– общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

– «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки;

– указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средство измерений.

6.2 К проведению поверки допускаются специалисты, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Межгосударственный стандарт. Средства измерений

электрических и магнитных величин. Общие технические условия. с Изменением №1» и ГОСТ IEC 61010-1-2014 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», и имеющие 3 группу допуска по электробезопасности.

6.3 На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

## **7 Внешний осмотр средства измерений**

При проведении внешнего осмотра установить соответствие поверяемого генератора следующим требованиям:

- внешний вид генератора должен соответствовать фотографиям, приведённым в описании типа на данный генератор, при этом допускается незначительное изменение дизайна генератора, не влияющее на однозначное определение типа генератора по внешнему виду;
- наличие маркировки, подтверждающей тип, модификацию, серийный номер генератора, перечень установленных в генераторе опций при их наличии;
- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данный генератор.
- наружная поверхность генератора не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу генератора и его органов управления;
- разъемы генератора должны быть чистыми;
- комплектность генератора должна соответствовать указанной в руководстве по эксплуатации.

Зафиксировать результаты внешнего осмотра в таблице Б.2 приложения Б.

Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

Установленный факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке не является критерием неисправности средства измерений и носит информативный характер для производителя средства измерений.

Факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке фиксируется в протоколе поверки в соответствующем разделе.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

### **8.1 Подготовка к поверке**

Порядок установки генератора на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации: «Генераторы сигналов векторные РИП-ГСВ». Руководство по эксплуатации.

Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

Выдержать поверяемый генератор в выключенном состоянии в условиях проведения поверки не менее двух часов, если он находился в отличных от них условиях.

Выдержать поверяемый генератор во включенном состоянии не менее 30 минут.

Выдержать средства поверки во включенном состоянии в течение времени, указанного в их руководствах по эксплуатации.

### **8.2 Опробование**

Порядок установки поверяемого генератора на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации:

«Генераторы сигналов векторные РИП-ГСВ». Руководство по эксплуатации».

Зафиксировать результаты опробования в таблице Б.3 приложения Б.

Результаты опробования считать удовлетворительными, если:

– после включения и в процессе загрузки генератора не возникают сообщения об ошибках, сенсорный экран работоспособен;

– обеспечивается установка и изменение с помощью органов управления следующих значений характеристик генератора: частоты и уровня выходного синусоидального сигнала.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

## 9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения поверяемого генератора отображаются в диалоговом окне "INFO".

Идентификационное наименование и номер версии ПО, отображаемый в диалоговом окне "INFO", должен соответствовать указанному в описании типа на данное средство измерений.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

## 10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора

Определение относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора проводят методом прямых измерений с помощью частотомера универсального CNT-90 (для частот 10 и 100 МГц), анализатора спектра FSW43 в режиме частотомера с разрешением 0,001 Гц (свыше 100 МГц) и стандарта частоты, который используется в качестве опорного генератора.

При поверке генераторов РИП-ГСВ в диапазоне частот до 100 МГц в качестве опорного источника сигнала 10 МГц использовать стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG.

При поверке генераторов РИП-ГСВ в диапазоне частот свыше 100 МГц до 39,9 ГГц в качестве опорного источника сигнала 10 МГц использовать стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 1.

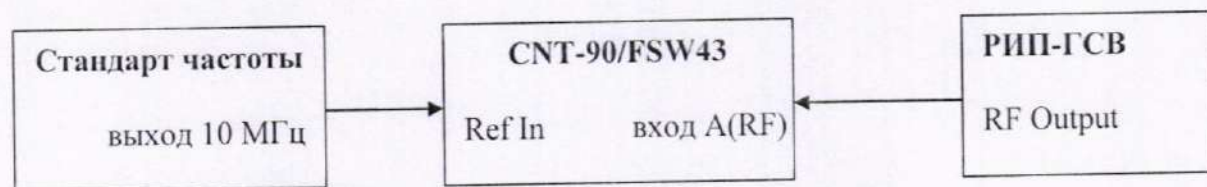


Рисунок 1 – Структурная схема соединения СИ для определения относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора

На частотомере универсальном CNT-90 установить импеданс 50 Ом, число разрядов 12, уровень синхронизации 50%, режим работы от внешней опорной частоты, режим измерения частоты.

На поверяемом генераторе установить режим немодулированного сигнала, частоту сигнала  $F_{ном}$  равной 10 МГц, уровень выходной мощности синусоидального сигнала равный 10 дБ (1 мВт). Подключить выход генератора с помощью кабеля СВЧ к входу А частотомера. Активировать выходной сигнал генератора.

Провести измерения значения частоты выходного синусоидального сигнала генератора с помощью частотомера.

Зафиксировать результаты измерений как  $F_{изм}$ , Гц в таблице Б.5 приложения Б.

Повторить измерения для остальных значений частот, указанных в таблице Б.5 приложения Б.

Зафиксировать результаты измерений как  $F_{изм}$ , Гц в таблице Б.5 приложения Б.

10.2 Определение диапазона установки значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала и абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала

Определение основной абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала в диапазоне установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала, проводят методом прямых измерений.

Для значения уровня мощности выходного синусоидального сигнала равного 0 дБ (1 мВт) измерения проводят с помощью ваттметра поглощаемой мощности NRP40T (далее – NRP40T).

Для значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от 0 дБ (1 мВт) до максимального значения, измерения проводят с помощью ваттметра поглощаемой мощности NRP40T с аттенуатором коаксиальным серии Д2М.

Для значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от минимального значения до 0 дБ (1 мВт) измерения проводят с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43 (далее – FSW43).

10.2.1 Определение основной абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала равного 0 дБ (1 мВт)

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2 исключив из неё аттенуатор коаксиальный серии Д2М.

Измерения по данной процедуре проводить для всех значений частот  $F_{уст}$  в соответствии с таблицей Б.6.1 приложения Б.

Подключить NRP40T к выходу генератора RF Output, установить на нем значение частоты  $F_{уст}$  для корректировки частотной зависимости.

На поверяемом генераторе установить значение частоты  $F_{уст}$  немодулированного сигнала, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала  $P_0$  равное 0 дБ (1 мВт).

Активировать выходной сигнал генератора.

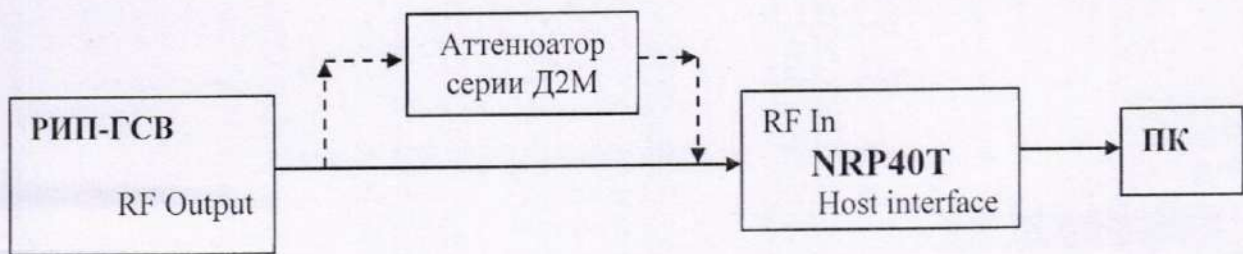


Рисунок 2 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала с помощью NRP40T

Провести измерения уровня мощности выходного синусоидального сигнала генератора для всех значений частот  $f_{уст}$ .

Зафиксировать результаты измерений  $P_{0\ NRP}$ , дБ (1 мВт), в таблице Б.6.1 приложения Б.

10.2.2 Определение основной абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала для уровня выходной мощности в диапазоне значений от 0 дБ (1 мВт) до максимального значения

Измерения по данной процедуре проводить для всех значений частот  $f_{уст}$  в соответствии с таблицами Б.6.2 и Б.6.3 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Перед проведением измерений определить отличие коэффициента передачи аттенюатора коаксиального серии Д2М. Модификация аттенюатора коаксиального серии Д2М выбирается в соответствии с таблицей 3 данной методики в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Для этого откалибровать анализатор электрических цепей векторный ZVA40. Подключить Д2М к плоскостям калибровки ZVA40.

Измерить на анализаторе цепей коэффициент передачи  $S_{21}$  в диапазоне частот. Проверить, что отличие измеренного коэффициента передачи аттенюатора Д2М от номинального значения ослабления 20 дБ не превышает  $\pm 0,4$  дБ в диапазоне частот. Тогда при измерениях мощности NRP40T совместно с аттенюатором использовать в управляющем ПО «Power Viewer» режим offset коррекции со значением 20 дБ.

В случае превышения отличия использовать другой аттенюатор Д2М или сохранить полученную трассу в виде .s2p файла на внешний носитель информации и с помощью ПО «PowerViewer» загрузить данный файл в NRP40T в режиме «S-parameter correction» для совместных измерений мощности.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2.

Подключить NRP40T к выходу поверяемого генератора RF Output через аттенюатор коаксиальный серии Д2М (выбор типа аттенюатора осуществляется в зависимости от модификации поверяемого генератора).

Установить на NRP40T значение частоты  $F_{уст}$  для корректировки частотной зависимости и описанные выше режимы коррекции для аттенюатора.

На поверяемом генераторе установить значение частоты  $F_{уст}$  немодулированного сигнала с максимальным специфицированным значением уровня мощности выходного синусоидального сигнала  $P_{макс}$ , дБ (1 мВт), в соответствии с таблицей Б.6.2 приложения Б.

Активировать выходной сигнал генератора.

Зафиксировать результаты измерений (показания NRP40T)  $P_{NRP макс}$ , дБ (1 мВт), в таблице Б.6.2 приложения Б.

Повторить измерения для всех значений частот  $F_{уст}$  в диапазоне значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала  $P_{уст}$  свыше 0 дБ (1 мВт) с шагом 5 дБ, не включая максимальное значение уровня, в соответствии с таблицей Б.6.3 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений  $P_{NRP}$ , дБ (1 мВт), в таблице Б.6.3 приложения Б.

10.2.3 Определение основной абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала для уровня выходной мощности в диапазоне значений от минимального значения до 0 дБ (1 мВт).

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

На поверяемом генераторе установить значение частоты 1 ГГц немодулированного сигнала, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт).

На FSW43 установить значение центральной частоты 1 ГГц, опорный уровень 0 дБ (1 мВт), полосу пропускания 100 Гц.

Активировать выходной сигнал генератора.

Выбрать в меню "MKR FUNC" FSW43 режим относительных измерений уровня сигнала с помощью фиксированного опорного маркера относительно уровня 0 дБ (1 мВт).

Уменьшая выходной уровень генератора  $P_{0-мин}$  с шагом 5 дБ, провести измерения до минимального значения уровня в соответствии с таблицей Б.6.4 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений  $P_{FSW}$ , дБ (1 мВт), в таблице Б.6.4 приложения Б.

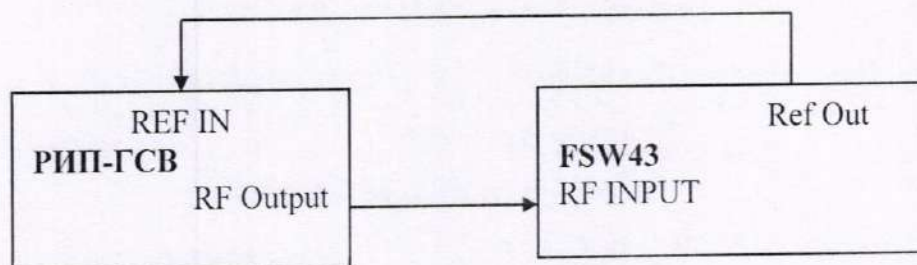


Рисунок 3 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала с помощью FSW43

Повторить измерения для остальных значений частот  $F_{уст}$  в соответствии с таблицей Б.6.4 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора, в диапазоне значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от 0 дБ (1 мВт) до

минимального значения уровня с шагом 5 дБ в соответствии с таблицей Б.6.4 приложения Б.

Зафиксировать результаты измерений  $P_{FSW}$ , дБ (1 мВт), в таблице Б.6.4 приложения Б.

10.3 Определение уровня гармонических составляющих для немодулированного сигнала (уровень минус 10 дБм)

Определение уровня гармонических составляющих для уровня мощности выходного синусоидального сигнала минус 10 дБ (1 мВт) относительно несущей проводят методом прямых измерений с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

На поверяемом генераторе установить значение частоты немодулированного сигнала 100 МГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала минус 10 дБ (1 мВт).

На FSW43 установить опорный уровень минус 10 дБ (1 мВт), значение центральной частоты 100 МГц, полосу пропускания 1 кГц, аттенюатор - авто. Активировать выходной сигнал генератора.

На FSW43 включить режим автоматического измерения гармонических составляющих (второй и третьей, но не более 40 ГГц).

Зафиксировать результаты измерений  $P_{гс}$ , дБ относительно несущей, в таблице Б.7 приложения Б.

Повторить измерения для остальных значений частот, указанных в таблице Б.7 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений  $P_{гс}$ , дБ относительно несущей, в таблице Б.7 приложения Б.

10.4 Определение уровня негармонических составляющих для немодулированного сигнала (уровень 10 дБм)

Определение уровня негармонических составляющих для уровня мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) относительно несущей проводят методом прямых измерений с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

На FSW43 установить опорный уровень 0 дБ (1 мВт), отображаемый диапазон частот от 100 МГц до максимальной частоты поверяемого генератора.

На генераторе установить значение частоты немодулированного сигнала 100,129 МГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала равно 0 дБ (1 мВт).

На FSW43 установить полосу пропускания (RBW) такую, чтобы собственные шумы FSW43 были менее минус 90 дБ (1 мВт), аттенюатор – авто.

Активировать выходной сигнал поверяемого генератора и ожидать заполнения графика на экране FSW43.

Определение уровня негармонических составляющих провести на отстройках более 10 МГц относительно несущей с помощью маркера FSW43.

Зафиксировать результаты измерений  $P_{нгс}$ , дБ относительно несущей, в таблице Б.8 приложения Б.

Повторить измерения для остальных значений частот, указанных в таблице Б.8 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений  $P_{\text{НГС}}$ , дБ относительно несущей, в таблице Б.8 приложения Б.

10.5 Определение уровня фазовых шумов для немодулированного сигнала при отстройке от несущей и уровне выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт)

Определение уровня фазовых шумов при отстройке от несущей и уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) проводят методом прямых измерений с помощью анализатора фазового шума FSWP26.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 4.

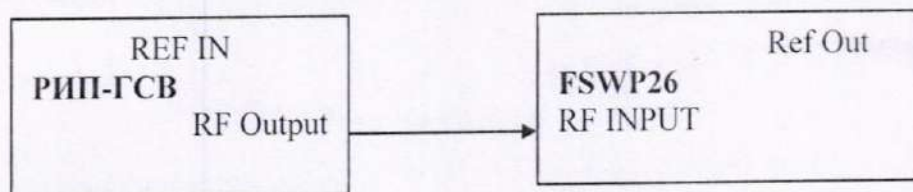


Рисунок 4 – Структурная схема соединения СИ для определения уровня фазовых шумов при отстройке от несущей и уровне выходного синусоидального сигнала 20 дБ (1 мВт)

На поверяемом генераторе установить значение частоты немодулированного сигнала 100 МГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт).

На анализаторе фазового шума FSWP26 выбрать режим измерения фазового шума, установить значение центральной частоты 100 МГц, диапазон отстроек от 100 Гц до 1 МГц и количество кросс-корреляций, необходимое для достижения требуемой чувствительности.

Активировать выходной сигнал генератора.

На анализаторе фазового шума FSWP26 активировать режим измерений фазового шума для:

– отстроек на 100 Гц; 1 кГц; 10 кГц; 100 кГц; 1 МГц относительно несущей.

Зафиксировать результаты измерений  $P_{\text{ФШ}}$ , дБ относительно несущей в полосе 1 Гц, в таблице Б.9 приложения Б.

Повторить измерения для остальных значений частот, указанных в таблице Б.9 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений  $P_{\text{ФШ}}$ , дБ относительно несущей в полосе 1 Гц, в таблице Б.9 приложения Б.

10.6 Определение абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки для модуляции типа 16QAM

Определение абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки для модуляции типа 16QAM проводят методом прямых измерений с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43 для скорости передачи 1 МГц.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

На поверяемом генераторе установить значение частоты 201 МГц, значение уровня мощности выходного сигнала 0 дБ (1 мВт). В меню генератора выбрать режим векторной модуляции с типом модуляции 16QAM, значение скорости передачи 1 МГц, тип данных PRBS23, тип фильтра - "Корень из косинуса", коэффициент скругления 0,35. По меню генератора определить значение скорости передачи  $SR_{\text{мвт}}$  после применения фильтра.

На FSW43 выбрать режим демодуляции цифровых сигналов, установить значение центральной частоты 201 МГц, активировать режим векторной демодуляции сигнала 16QAM. В меню Signal Description установить значение скорости передачи  $SR_{MWT}$ , тип фильтра - "Корень из косинуса" (RCC), в строке Alpha/BT коэффициент скругления 0,35. В меню Signal Capture, в строке Sample Rate, установить значение частоты дискретизации  $8 \cdot \text{Symbol Rate}$ .

Активировать выходной сигнал генератора.

Провести измерения среднеквадратического значения векторной ошибки  $EVM_{RMS}$  сигнала в соответствующем окне меню FSW43.

Зафиксировать результаты измерений  $\Theta_{изм}$ , %, в таблице Б.10 приложения Б.

Повторить измерения для остальных значений частот, указанных в таблице Б.10 приложения Б

Зафиксировать результаты измерений  $\Theta_{изм}$ , %, в таблице Б.10 приложения Б.

10.7 Определение относительной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции

Определение относительной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции проводят методом прямых измерений с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

На поверяемом генераторе установить режим внутренней АМ с коэффициентом амплитудной модуляции (далее –  $K_{AM}$ ) равным 80 % и частотой модулирующего синусоидального колебания 1 кГц, значение частоты 1 ГГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала равный 0 дБ (1 мВт).

На FSW43 установить режим демодуляции АМ, значение центральной частоты 1 ГГц с отображением  $K_{AM}$ , частоты модулирующего колебания. Значение ширины полосы демодуляции DBW на FSW43 должно быть установлено примерно  $3 \cdot F_{мод}$ .

Активировать выходной сигнал генератора.

Провести измерения значений  $K_{AM}$ .

При необходимости в настройках FSW43 включить усреднение трассы, за результат измерения принимать значение  $\pm \text{peak} \sqrt{2}$ .

Зафиксировать результаты измерений  $K_{AM}$  изм, %, в таблице Б.11 приложения Б.

Повторить измерения  $K_{AM}$  для установленных значений  $K_{AM}$  равным: 1 %, 10 %, 20%, 30 %, 50 %, 60%, 70%, 90%, 100%.

Зафиксировать результаты измерений  $K_{AM}$  изм, %, в таблице Б.11 приложения Б.

Повторить измерения  $K_{AM}$  для остальных значений частот при установленных значениях  $K_{AM}$  указанных в таблице Б.11 приложения Б.

Зафиксировать результаты измерений  $K_{AM}$  изм, %, в таблице Б.11 приложения Б.

10.8 Определение относительной погрешности установки девиации частоты

Определение относительной погрешности установки девиации частоты проводят методом прямых измерений с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

На поверяемом генераторе установить режим внутренней частотной модуляции с девиацией частоты  $F_d$  равной 1 МГц и частотой модулирующего синусоидального колебания 1 кГц, значение частоты 1 ГГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт).

На FSW43 установить режим демодуляции ЧМ, значение центральной частоты 1 ГГц с отображением девиации частоты, частоты модулирующего колебания, включить режим

"coupling AC". Значение ширины полосы демодуляции DBW на FSW43 должно быть установлено примерно  $3 \cdot (F_{\text{мод}} + F_{\text{дев}})$ .

Активировать выходной сигнал генератора.

Провести измерения значений девиации частоты.

При необходимости в настройках FSW43 включить усреднение трассы, за результат измерения принимать значение  $+/- \text{peak}/2$ .

Зафиксировать результаты измерений  $F_{\text{д изм}}$ , Гц, в таблице Б.12 приложения Б.

Повторить измерения девиации частоты для установленных значений девиации частоты: 100 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц.

Зафиксировать результаты измерений  $F_{\text{д изм}}$ , Гц, в таблице Б.12 приложения Б.

Повторить измерения для остальных значений частот при значениях девиации частоты, указанных в таблице Б.12 приложения Б.

Зафиксировать результаты измерений  $F_{\text{д изм}}$ , Гц, в таблице Б.12 приложения Б.

## 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Для полученных в пункте 10.1 результатов измерений  $F_{\text{изм}}$ , рассчитать по формуле (1) относительную погрешность установки частоты  $\delta F$  при работе от внутреннего опорного генератора:

$$\delta F = \frac{F_{\text{ном}} - F_{\text{изм}}}{F_{\text{изм}}}, \quad (1)$$

где  $F_{\text{изм}}$  – измеренное значение частоты, Гц, частотомером;

$F_{\text{ном}}$  – установленное значение частоты, Гц, на генераторе.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора  $\delta F$  для всех указанных частот не выходят за пределы указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора

Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора	от 8 кГц до 100 МГц	$\pm 1,3 \cdot 10^{-6}$
	от 100 МГц до 39,9 ГГц	$\pm 2 \cdot 10^{-9}$

11.2 Для полученных в пункте 10.2.1 результатов измерений  $P_{0 \text{ NRP}}$ , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (2) абсолютную погрешность установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала  $\Delta P_0$ , дБ, для уровня мощности выходного синусоидального сигнала равного 0 дБ (1 мВт):

$$\Delta P_0 = P_0 - P_{0 \text{ NRP}}, \quad (2)$$

где  $P_{0 \text{ NRP}}$  – показания ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP40T, для уровня мощности входного синусоидального сигнала равного 0 дБ (1 мВт);

$P_0$  – установленное на генераторе значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала, равного 0 дБ (1 мВт).

Для полученных в пункте 10.2.2 результатов измерений  $P_{NRP \text{ МАКС}}$ , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (3) абсолютную погрешность установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала  $\Delta P_{\text{МАКС}}$ , дБ, для максимально специфицированного значения уровня мощности выходного синусоидального сигнала:

$$\Delta P_{\text{МАКС}} = P_{\text{МАКС}} - P_{NRP \text{ МАКС}}, \quad (3)$$

где  $P_{NRP \text{ МАКС}}$  – показания ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP40T, для максимального уровня мощности входного синусоидального сигнала дБ (1 мВт);  
 $P_{\text{МАКС}}$  – установленные на генераторе максимальное специфицированное значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала, дБ (1 мВт).

Для полученных в пункте 10.2.2 результатов измерений  $P_{NRP}$ , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (4) абсолютную погрешность установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала  $\Delta P$ , дБ, для уровней мощности выходного синусоидального сигнала от плюс 5 дБ (1 мВт) до максимального значения (не включая максимальное значение) с шагом 5 дБ:

$$\Delta P = P_{\text{УСТ}} - P_{NRP}, \quad (4)$$

где  $P_{NRP}$  – показания ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP40T  
 $P_{\text{УСТ}}$  – установленные на генераторе значения уровней мощности выходного синусоидального сигнала от плюс 5 дБ (1 мВт) до максимального значения (не включая максимальное значение) с шагом 5 дБ, дБ (1 мВт).

Для полученных в пункте 10.2.3 результатов измерений  $P_{\text{FSW}}$ , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (5) абсолютную погрешность установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала  $\Delta P$ , дБ, для значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от минимального до 0 дБ (1 мВт):

$$\Delta P = P_{0\text{-МИН}} - P_{\text{FSW}} + \Delta P_0, \quad (5)$$

где  $P_{\text{FSW}}$  – текущие показания дельта-маркера FSW43, дБ;  
 $P_{0\text{-МИН}}$  – установленное на генераторе значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала, в диапазоне от 0 дБ (1 мВт) до минимального значения уровня дБ (1 мВт) с шагом 5 дБ.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные по формулам 2-5 значения абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала для всех установленных значений, дБ (1 мВт), не выходят за пределы  $\pm 2,5$  дБ.

11.3 Результаты поверки по операции пункта 10.3 считаются удовлетворительными, если измеренные значения уровня гармонических составляющих синусоидального сигнала  $P_{\text{ГС}}$ , дБ относительно несущей, для всех указанных частот не превышают значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Допустимые значения уровня гармонических составляющих для уровня мощности выходного синусоидального сигнала минус 10 дБ (1 мВт), дБ относительно несущей

Уровень гармонических составляющих для уровня мощности выходного синусоидального сигнала минус 10 дБ (1 мВт), дБ относительно несущей, не более	от 10 кГц до 105 МГц включ.	-25
	св. 105 МГц до 39,9 ГГц	-23

11.4 Результаты поверки по операции пункта 10.4 считаются удовлетворительными, если измеренные значения уровня негармонических составляющих синусоидального сигнала  $R_{нгс}$ , дБ относительно несущей, в пункте 10.4 для всех указанных частот не превышают значений, указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Допустимые значения уровня негармонических составляющих для уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), дБ относительно несущей

Уровень негармонических составляющих для уровня мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт), дБ относительно несущей, не более	от 1 МГц до 8 ГГц включ.	-52
	св. 8 до 15 ГГц включ	-55
	св. 15 до 39,9 ГГц	-60

11.5 Результаты поверки по операции пункта 10.5 считаются удовлетворительными, если измеренные значения уровня фазовых шумов  $R_{фш}$ , дБ (1 мВт) относительно несущей, в пункте 10.5 для всех указанных частот не превышают значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7 – Уровень фазовых шумов при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты несущей и отстройки, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц, не более

Частота несущей F	Частота отстройки $\Delta F$				
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц
100 МГц	-105	-110	-112	-127	-127
1 ГГц	-82	-90	-95	-110	-130
3 ГГц	-75	-82	-84	-105	-120
10 ГГц	-65	-72	-73	-92	-111
16 ГГц	-60	-59	-70	-85	-102
20 ГГц	-58	-66	-67	-85	-111

11.6 Для полученных в пункте 10.6 результатов измерений  $\Theta_{изм}$ , %, рассчитать по формуле (6) значения абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки  $\Delta\Theta$ , %:

$$\Delta\Theta = \sqrt{|\Theta_{изм}^2 - \Theta_{ас}^2|}, \quad (6)$$

где  $\Theta_{ас}$  – допустимое значение СКЗ векторной ошибки модуляции анализатора спектра и сигналов FSW43 с опцией анализа сигналов с квадратурной модуляцией (K70) равно 0,4 % для скорости передачи 1 МГц.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки  $\Delta\Theta$ , %, не выходят за пределы  $\pm 2$  %.

11.7 Для полученных в пункте 10.7 результатов измерений  $K_{AM\text{ изм}}$ , %, рассчитать по формуле (7) значения абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции  $\Delta K_{AM}$ , %:

$$\Delta K_{AM} = (K_{AM\text{ ном}} - K_{AM\text{ изм}}), \quad (7)$$

где  $K_{AM\text{ изм}}$  – измеренное значение  $K_{AM}$ , %, на FSW43;  
 $K_{AM\text{ ном}}$  – установленное значение  $K_{AM}$ , %, на генераторе.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции  $\Delta K_{AM}$ , %, не выходят за пределы  $\pm 3$  %.

11.8 Для полученных в пункте 10.8 результатов измерений  $F_{д\text{ изм}}$ , Гц, рассчитать по формуле (8) значения относительной погрешности установки девиации частоты  $\delta F_{д}$ , Гц:

$$\delta F_{д} = (F_{д\text{ ном}} - F_{д\text{ изм}}) \times 100, \quad (8)$$

где  $F_{д\text{ изм}}$  – измеренное значение девиации частоты, Гц, на FSW43;  
 $F_{д\text{ ном}}$  – установленное значение девиации частоты, Гц, на генераторе.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения относительной погрешности установки девиации частоты  $\delta F_{д}$  не выходят за пределы  $\pm 5$  %.

11.9 Генераторы соответствуют метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, и результаты поверки считают положительными если выполняются условия, приведенные в пунктах 11.1 – 11.8

В случае невыполнения условий по пункту 11.9 – результаты поверки генератора считают отрицательными.

## Оформление результатов поверки

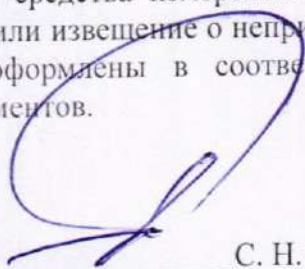
12.1 Результаты проверки внешнего осмотра, опробования, идентификации ПО, условий поверки и окончательные результаты измерений (расчетов), полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Б. Сведения о применяемых средствах поверки, а также результаты промежуточных измерений и расчетов заносят в протокол поверки в соответствии с формой протокола, утверждённой системой менеджмента качества юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющего поверку.

12.2 Сведения о результатах поверки средства измерений в целях её подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

12.3 Нанесение знака поверки на генератор не предусмотрено. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

12.4 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельцев средства измерений или лиц, представивших его в поверку. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов.

Начальник лаборатории № 441  
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

  
С. Н. Гольшак

Ведущий инженер по метрологии  
лаборатории № 441 ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

  
С. А. Валетин

Приложение А  
к РТ-МП-1834-441-2025  
(обязательное)

Метрологические и технические характеристики генераторов сигналов векторных РИП-ГСВ

Таблица А.1 – Частотные параметры

Наименование характеристики		Значение
Диапазон частот, Гц		от $8 \cdot 10^3$ до $3,99 \cdot 10^{10}$
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора	от 10 кГц до 100 МГц	$\pm 1,3 \cdot 10^{-6}$
	от 100 МГц до 39,9 ГГц	$\pm 2 \cdot 10^{-9}$

Таблица А.2 – Параметры уровня выходного сигнала

Наименование характеристики		Значение
Максимальное значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала в зависимости от частоты, дБ (1 мВт), не менее	от 8 кГц до 15 кГц включ.	8
	св. 15 до 100 кГц включ.	10
	св. 100 кГц до 100 МГц включ.	14
	св. 100 МГц до 1 ГГц включ.	30
	св. 1 до 6 ГГц включ.	27,5
	св. 6 до 13 ГГц включ.	25
	св. 13 до 16 ГГц включ.	21
	св. 16 до 20 ГГц включ.	15
	св. 20 до 23 ГГц включ.	12
	св. 23 до 37 ГГц включ.	10
св. 37 до 39,9 ГГц	8	
Минимальная выходная мощность, дБ не более	-55	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала, дБ	$\pm 2,5$	

Таблица А.3 - Параметры спектра выходного сигнала в режиме непрерывных колебаний

Наименование характеристики		Значение
Уровень гармонических составляющих для уровня мощности выходного синусоидального сигнала минус 10 дБ (1 мВт), дБ относительно несущей, не более	от 10 кГц до 105 МГц включ.	-25
	св. 105 МГц до 39,9 ГГц	-23
Уровень негармонических составляющих для уровня мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт), дБ относительно несущей, не более	от 1 МГц до 8 ГГц включ.	-52
	св. 8 до 15 ГГц включ.	-55
	св. 15 до 39,9 ГГц	-60

Таблица А.4 – Уровень фазовых шумов при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты несущей и отстройки, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц, не более

Частота несущей F	Частота отстройки $\Delta F$				
	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц
100 МГц	-105	-110	-112	-127	-127
1 ГГц	-82	-90	-95	-110	-130
3 ГГц	-75	-82	-84	-105	-120
10 ГГц	-65	-72	-73	-92	-111
16 ГГц	-60	-59	-70	-85	-102
20 ГГц	-58	-66	-67	-85	-111

Таблица А.5 – Параметры выходного сигнала в режиме внутренней квадратурной модуляции

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки, %	$\pm 2$

Таблица А.6 – Параметры выходного сигнала в режиме внутренней амплитудной модуляции

Наименование характеристики	Значение
Диапазон установки коэффициента амплитудной модуляции, %	от 0 до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции ( $K_{AM}$ ), %, не более	$\pm 3$

Таблица А.7 – Параметры выходного сигнала в режиме внутренней частотной модуляции

Наименование характеристики	Значение
Диапазон установки девиации частоты, МГц	от 0 до 180
Пределы допускаемой относительной погрешности установки девиации частоты ( $F_d$ ) %, не более	$\pm 5$

Приложение Б  
к РТ-МП-444-441-2024  
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки генераторов сигналов векторных РИП-ГСВ в части  
определения метрологических характеристик

Таблица Б.1 – Условия проведения поверки:

Наименование контролируемого параметра	Значение контролируемого параметра
Температура окружающей среды, °С	
Относительная влажность воздуха, %	
Атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	

Таблица Б.2 – Внешний осмотр

Вид проверки	Заключение
Внешний вид генератора должен соответствовать фотографиям, приведённым в описании типа на данное генератора, при этом допускается незначительное изменение дизайна генератора, не влияющее на однозначное определение типа генератора по внешнему виду	
Наличие маркировки, подтверждающей тип, модификацию, заводской номер генератора и перечень установленных в генераторе опций при их наличии	
Наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данный генератор	
Наружная поверхность генератора не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу генератора и его органов управления	
Разъемы генератора должны быть чистыми	
Сохранность маркировки и лакокрасочных покрытий	
Комплектность генератора должна соответствовать указанной в технической документации фирмы-изготовителя	

Таблица Б.3 – Опробование

Вид проверки	Заключение
После включения и загрузки программного обеспечения генератора на управляющем ПК не должны возникать сообщения об ошибках	
С помощью органов управления управляющего ПК, обеспечивается возможность установки в диалоговых окнах ПО генератора следующих значений характеристик генератора: частоты и уровня выходного синусоидального сигнала; параметров квадратурной модуляции	

Таблица Б.4 – Проверка программного обеспечения средства измерений

Вид проверки	Заключение
Идентификационное наименование ПО генератора, отображаемое в диалоговом окне "О системе" должно быть: MWT GUI	
Номер версии ПО, отображаемый в диалоговом окне "О системе" должен быть для: MWT GUI: не ниже 3.1	

Таблица Б.5 – Определение относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора ( $\delta F$ )

Установленные значения частоты на генераторе	Измеренные значения частоты $F_{\text{физм}}$ , Гц	Рассчитанные значения $\delta F$	Допустимые значения $\delta F$	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5
10 МГц			$\pm 1,3 \cdot 10^{-6}$	
100 МГц				
1 ГГц				
10 ГГц			$\pm 2 \cdot 10^{-9}$	
39,9 ГГц				

Таблица Б.6.1 – Определение диапазона значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала и абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала ( $\Delta P$ ) для значения 0 дБ (1 мВт)

Уровень, установленный на генераторе $P_0$ , дБ (1 мВт)	Частота $F_{\text{уст}}$ , МГц	Измеренные значения $P_{0 \text{ NRP}}$ , дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения $\Delta P_0$ , дБ	Допустимые значения $\Delta P$ , дБ	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5	6
0	0,008			$\pm 2,5$	
0	0,1			$\pm 2,5$	
0	1			$\pm 2,5$	
0	10			$\pm 2,5$	
0	50			$\pm 2,5$	
0	100			$\pm 2,5$	
0	500			$\pm 2,5$	
0	1000			$\pm 2,5$	
0	1500			$\pm 2,5$	
0	2000			$\pm 2,5$	
0	2500			$\pm 2,5$	
0	3000			$\pm 2,5$	
0	3500			$\pm 2,5$	
0	4000			$\pm 2,5$	
0	4500			$\pm 2,5$	
0	5000			$\pm 2,5$	
0	5500			$\pm 2,5$	
0	6000			$\pm 2,5$	
0	6500			$\pm 2,5$	
0	7000			$\pm 2,5$	
0	7500			$\pm 2,5$	
0	8000			$\pm 2,5$	
0	8500			$\pm 2,5$	

Продолжение таблицы Б.6.1

0	9000			±2,5	
0	9500			±2,5	
0	10000			±2,5	
0	11000			±2,5	
0	12000			±2,5	
0	13000			±2,5	
0	14000			±2,5	
0	15000			±2,5	
0	16000			±2,5	
0	17000			±2,5	
0	18000			±2,5	
0	19000			±2,5	
0	20000			±2,5	
0	20001			±2,5	
0	22000			±2,5	
0	24000			±2,5	
0	26000			±2,5	
0	28000			±2,5	
0	30000			±2,5	
0	32000			±2,5	
0	34000			±2,5	
0	36000			±2,5	
0	38000			±2,5	
0	39900			±2,5	

Таблица Б.6.2 – Определение диапазона значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала и абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала ( $\Delta P$ ) для максимальных специфицированных значений

Максимальный уровень, установленный на генераторе $P_{\text{МАКС}}$ дБ (1 мВт)	Частота $f_{\text{уст}}$ , МГц	Измеренные значения $P_{\text{НРР МАКС}}$ дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения $\Delta P_{\text{МАКС}}$ , дБ	Допустимые значения $\Delta P$ , дБ	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5	6
+8	0,008			±2,5	
+10	0,020			±2,5	
+14	0,15			±2,5	
+14	50			±2,5	
+14	100			±2,5	
+30	101			±2,5	
+30	500			±2,5	
+30	999			±2,5	
+30	1000			±2,5	
+27,5	1001			±2,5	
+27,5	1200			±2,5	
+27,5	1500			±2,5	
+20	1501			±2,5	

Продолжение таблицы Б.6.2

1	2	3	4	5	6
+27,5	3000			±2,5	
+27,5	4500			±2,5	
+27,5	4501			±2,5	
+25	8000			±2,5	
+25	13000			±2,5	
+21	15000			±2,5	
+15	19000			±2,5	
+15	19001			±2,5	
+15	20000			±2,5	
+12	22000			±2,5	
+12	23000			±2,5	
+10	26000			±2,5	
+10	30000			±2,5	
+10	32000			±2,5	
+10	34000			±2,5	
+10	36000			±2,5	
+10	37000			±2,5	
+8	38000			±2,5	
+8	39000			±2,5	
+8	39900			±2,5	

Таблица Б.6.3 – Определение диапазона значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала и абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала ( $\Delta P$ ) для значений свыше 0 дБ (1 мВт)

Уровень, установленный на генераторе дБ (1 мВт)	Частота $f_{уст}$ , МГц	Измеренные значения $P_{NRP}$ , дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения $\Delta P$ , дБ	Допустимые значения $\Delta P$ , дБ	Вывод о соответствии
+5	1000			$\pm 2,5$	
+10	1000			$\pm 2,5$	
+15	1000			$\pm 2,5$	
+20	1000			$\pm 2,5$	
+25	1000			$\pm 2,5$	
+30	1000			$\pm 2,5$	

Таблица Б.6.4 – Определение диапазона значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала и абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала ( $\Delta P$ ) для значений менее 0 дБ (1 мВт)

Уровень, установленный на генераторе дБ (1 мВт)	Частота $f_{уст}$ , МГц	Измеренные значения $P_{FSW}$ , дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения $\Delta P$ , дБ	Допустимые значения $\Delta P$ , дБ	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5	6
-5	1000			$\pm 2,5$	
-10	1000			$\pm 2,5$	
-20	1000			$\pm 2,5$	
-30	1000			$\pm 2,5$	
-40	1000			$\pm 2,5$	
-50	1000			$\pm 2,5$	
-55	1000			$\pm 2,5$	
-5	6000			$\pm 2,5$	
-10	6000			$\pm 2,5$	
-20	6000			$\pm 2,5$	
-30	6000			$\pm 2,5$	
-40	6000			$\pm 2,5$	
-50	6000			$\pm 2,5$	
-55	6000			$\pm 2,5$	
-5	10000			$\pm 2,5$	
-10	10000			$\pm 2,5$	
-20	10000			$\pm 2,5$	
-30	10000			$\pm 2,5$	
-40	10000			$\pm 2,5$	
-50	10000			$\pm 2,5$	
-55	10000			$\pm 2,5$	
-5	16000			$\pm 2,5$	
-10	16000			$\pm 2,5$	
-20	16000			$\pm 2,5$	
-30	16000			$\pm 2,5$	
-40	16000			$\pm 2,5$	
-50	16000			$\pm 2,5$	
-55	16000			$\pm 2,5$	

Продолжение таблицы Б.6.4

-5	20000			±2,5	
-10	20000			±2,5	
-20	20000			±2,5	
-30	20000			±2,5	
-40	20000			±2,5	
-50	20000			±2,5	
-55	20000			±2,5	
-5	25000			±2,5	
-10	25000			±2,5	
-20	25000			±2,5	
-30	25000			±2,5	
-40	25000			±2,5	
-50	25000			±2,5	
-55	25000			±2,5	
-5	30000			±2,5	
-10	30000			±2,5	
-20	30000			±2,5	
-30	30000			±2,5	
-40	30000			±2,5	
-50	30000			±2,5	
-55	30000			±2,5	
-5	35000			±2,5	
-10	35000			±2,5	
-20	35000			±2,5	
-30	35000			±2,5	
-40	35000			±2,5	
-50	35000			±2,5	
-55	35000			±2,5	
-5	39900			±2,5	
-10	39900			±2,5	
-20	39900			±2,5	
-30	39900			±2,5	
-40	39900			±2,5	
-50	39900			±2,5	
-55	39900			±2,5	

Таблица Б.5 – Уровень гармонических составляющих синусоидального сигнала ( $P_{Гс}$ ).

Установленные значения частоты на генераторе	Измеренные значения $P_{Гс}$ , дБ относительно несущей	Допустимые значения $P_{Гс}$ , дБ относительно несущей	Вывод о соответствии
10 кГц	-28,6	-25	
500 кГц	-32,5		
10 МГц	-34,3		
100 МГц	-41,9		
300 МГц	-38	-23	
10,1 ГГц	-23,8		
19,5 ГГц	-32,1		
25 ГГц	-34,6		

Таблица Б.6 – Определение уровня негармонических составляющих синусоидального сигнала ( $R_{нгс}$ ).

Установленные значения частоты на генераторе	Измеренные значения $R_{нгс}$ , дБ относительно несущей	Допустимые значения $R_{нгс}$ , дБ относительно несущей	Вывод о соответствии
100,129 МГц		-52	
1,129 ГГц			
5,929 ГГц			
7,929 ГГц			
10,129 ГГц		-55	
12,929 ГГц			
14,929 ГГц			
16,129 ГГц		-60	
25,129 ГГц			
35,129 ГГц			
39,129 ГГц			

Таблица Б.7 – Определение значений уровня фазовых шумов при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты несущей и отстройки, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц ( $R_{фш}$ ).

Установленные значения частоты на генераторе	Действительные значения $R_{фш}$ , дБ относительно несущей	Допустимые значения $R_{фш}$ , дБ
Частота отстройки 100 Гц		
100 МГц		-105
1 ГГц		-82
3 ГГц		-75
10 ГГц		-65
16 ГГц		-60
20 ГГц		-58
Частота отстройки 1 кГц		
100 МГц		-110
1 ГГц		-90
3 ГГц		-82
10 ГГц		-72
16 ГГц		-59
20 ГГц		-66
Частота отстройки 10 кГц		
100 МГц		-112
1 ГГц		-95
3 ГГц		-84
10 ГГц		-73
16 ГГц		-70
20 ГГц		-67
Частота отстройки 100 кГц		
100 МГц		-127
1 ГГц		-110
3 ГГц		-105
10 ГГц		-92
16 ГГц		-85
20 ГГц		-85

Продолжение таблица Б.7

Частота отстройки 1 МГц		
100 МГц		-127
1 ГГц		-130
3 ГГц		-120
10 ГГц		-111
16 ГГц		-102
20 ГГц		-111

Таблица Б.8 – Определение абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки ( $\Delta\theta$ , %)

Установленные значения частоты на генераторе	Установленные скорости передачи на генераторе	Действительные значения $\Delta\theta$ , %	Пределы допустимых значений $\Delta\theta$ , %
1	2	3	4
201 МГц	1 МГц		±2
5,9 ГГц	1 МГц		
9,9 ГГц	1 МГц		
15,9 ГГц	1 МГц		
19,9 ГГц	1 МГц		
39,9 ГГц	1 МГц		

Таблица Б.9 – Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции ( $\Delta K_{AM}$ ).

Центральная частота	Установленные значения $F_{MOD}$	Установленные значения $K_{AM}$ , %	Действительные значения $\Delta K_{AM}$ , %	Пределы допустимых значений $\Delta K_{AM}$ , %
1 ГГц	1 кГц	1		±3
		10		
		20		
		30		
		40		
		50		
		60		
		70		
		80		
		90		
		100		
1 ГГц	10 Гц	100		
	10 кГц	100		
	100 кГц	100		
	1 МГц	100		
200 МГц	1 МГц	100		
4 ГГц	1 МГц	100		
20 ГГц	1 МГц	100		
39 ГГц	1 МГц	100		

Таблица Б.10 – Определение относительной погрешности установки девиации частоты ( $\delta F_d$ ).

Центральная частота	Установленные значения $F_{\text{мод}}$	Установленные значения $F_d$	Погрешность установки девиации, %	Пределы допустимых значений %
1 ГГц	1 кГц	10 кГц		±5
		100 кГц		
		1 МГц		
1 ГГц	1 кГц	10 Гц		
		10 кГц		
		100 кГц		
		1 МГц		
200 МГц	1 кГц	1 МГц		
4 ГГц				
20 ГГц				
39 ГГц				