



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

«14» апреля 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ RSHTech ESG2020

Методика поверки

РТ-МП-992-441-2025

г. Москва
2026 г.

1 Общие положения

Настоящая методика применяется для поверки генераторов сигналов RSHTech ESG2020 (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:

- единицы частоты в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022;
- единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 9 кГц до 37,50 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 26-2010;
- 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 – 10.5, применяется метод прямых измерений, в пункте 10.6 применяется метод непосредственного сличения.

В результате поверки генераторов должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные 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 выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Определение относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора	Да	Да	10.1

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Проверка диапазона установки значений нормированного уровня мощности выходного синусоидального сигнала и определение абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала	Да	Да	10.2
Определение уровня гармонических составляющих относительно несущей	Да	Нет	10.3
Определение уровня негармонических составляющих относительно несущей	Да	Нет	10.4
Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц	Да	Да	10.5
Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции	Да	Нет	10.6
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

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 28;
- относительная влажность воздуха, %от 30 до 80;

4 Требование к специалистам, осуществляющим поверку

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

4.2 Требования к количеству специалистов в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки отсутствуют.

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.8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 18 до 28 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,5$ °С	Термогигрометры UNITESS THB 1 модификация THB 1B, рег. № 70481-18

Продолжение таблицы 2

1	2	3
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха $\pm 3,0$ %	
п.10 Определение метрологических характеристик средства измерений		
п.10.1	Эталоны единиц времени и частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 для воспроизведения сигнала опорной частоты 10 МГц	Стандарты частоты рубидиевые GPS-12RG, рег. № 43830-10
	Эталоны единиц времени и частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам единиц времени и частоты не ниже 4 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 для измерения сигнала в диапазоне частот от 9 кГц до 40 ГГц	Частотомеры универсальные CNT-90XL, рег. № 41567-09
п.10.2	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам единицы мощности электромагнитных колебаний не ниже 3 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461 в диапазоне частот от 100 кГц до 20 ГГц	Ваттметры поглощаемой мощности СВЧ NRP50T, рег. № 69958-17
	Средства измерений отношения мощностей в диапазоне частот от 100 кГц до 20 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 $\pm 0,2$ дБ, относительно установленного опорного уровня	Анализаторы фазового шума FSWP50 с опцией B1, рег. № 63528-16
п.10.3	Средства измерений спектральных составляющих синусоидального сигнала в диапазоне частот от 9 кГц до 50 ГГц, уровень собственных гармонических искажений не более минус 70 дБ относительно несущей	Анализаторы фазового шума FSWP50 с опцией B60 рег. № 63528-16
п.10.4	Средства измерений спектральных составляющих синусоидального сигнала в диапазоне частот от 9 кГц до 50 ГГц, уровень собственных негармонических искажений не более минус 75 дБ относительно несущей	

Окончание таблицы 2

п.10.5	Средства измерений параметров фазовых шумов синусоидального сигнала в диапазоне частот 0,25 до 20 ГГц, уровень собственных фазовых шумов на частотах 1 ГГц, 10 ГГц при отстройке 1кГц не более минус 115 и отстройке 100 кГц не более минус 135 дБ; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазовых шумов $\pm 1,5$ дБ	
п.10.6	Эталоны единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний и средства измерений, соответствующее требованиям к рабочим эталонам единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний не ниже 1 разряда колебаний в соответствии с ГОСТ Р 8.717-2010 в диапазоне частот от 10 МГц до 20 ГГц; диапазоне измерений коэффициентов амплитудной модуляции от 1 до 90 %.	Приёмники измерительные R&S FSMR50, рег. №50678-12
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

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 «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», имеющие 3 группу допуска по электробезопасности и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

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, приведенным 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;
- 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 Контроль условий поверки

Выполнить контроль условий окружающей среды.

Результаты измерений температуры и относительной влажности в помещении должны находиться в пределах, указанных в разделе 3. В случае выявления несоответствий поверка генератора приостанавливается до выполнения условий, указанных в разделе 3.

8.2 Подготовка к поверке

Порядок установки генератора на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации: «Генераторы сигналов RSHTech ESG2020. 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.

8.3 Опробование

Включить генератор. Проверить работоспособность дисплея и отсутствие сообщений о неисправности или ошибках в процессе загрузки генератора.

Проверить возможность установки и изменений с помощью органов управления следующих значений характеристик генератора: частоты и уровня выходного синусоидального сигнала.

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, дисплей генератора 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

В меню генератора нажать кнопку «System> Service».

Считать в появившемся диалоговом окне в поле «Soft Version» номер версии программного обеспечения поверяемого генератора.

Номер версии ПО, отображаемый в диалоговом окне, 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-90XL и стандарта частоты GPS-12RG, который используется в качестве опорного генератора.

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

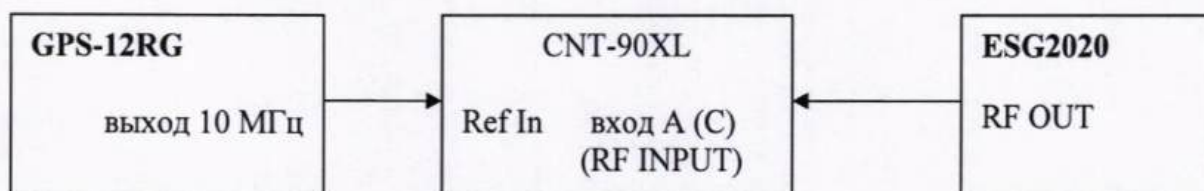


Рисунок 1 – Структурная схема соединения СИ для определения относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора

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

На генераторе установить режим немодулированного сигнала, значение уровня выходной мощности синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), частоту сигнала $F_{\text{ном}}$ из ряда значений 100 кГц, 100 МГц; 10 ГГц; 20 ГГц. Подключить выход генератора с помощью кабеля СВЧ к входу А или С частотомера в зависимости от значения частоты $F_{\text{ном}}$.

Активировать выходной сигнал генератора.

Провести измерения значения частоты выходного синусоидального сигнала генератора $F_{\text{ном}}$ с помощью частотомера.

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

Повторить измерения для остальных значений частот, указанных в таблице Б.5 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

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

10.2 Проверка диапазона установки значений нормированного уровня мощности выходного синусоидального сигнала и определение абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала

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

Для значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от минус 10 дБ (1 мВт) до максимального значения, измерения проводят с помощью ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP50T (далее – NRP50T).

Для значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от минимального значения до минус 10 дБ (1 мВт) измерения проводят с помощью анализатора фазового шума FSWP50 с опцией B1 (далее FSWP50) в режиме анализатора спектра.

10.2.1 Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала для уровня выходной мощности в диапазоне значений от минус 10 дБ (1 мВт) до максимального значения

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

Измерения по данной процедуре проводить для всех значений частот $F_{уст}$ в соответствии с таблицей Б.6.1 приложения Б до верхней граничной частоты поверяемого генератора.

Подключить NRP50T к выходу генератора RF OUT, 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 в соответствии с таблицей Б.6.1 приложения Б.

Включить систему Автоматической Регулировки Уровня генератора (ALC).

Активировать выходной сигнал генератора.

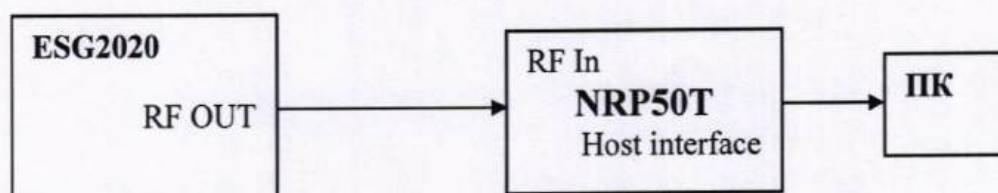


Рисунок 2 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала

Провести измерения уровня мощности выходного синусоидального сигнала генератора для всех значений частот $F_{уст}$ поверяемого генератора в соответствии с таблицей Б.6.1 приложения Б.

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

10.2.2 Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала в диапазоне от минус 90 до минус 10 дБ (1 мВт).

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

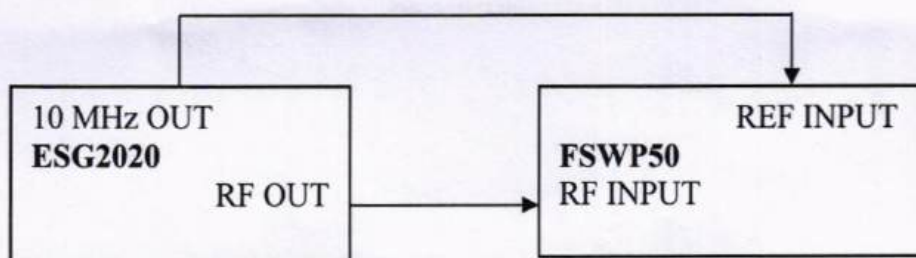


Рисунок 3 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала в диапазоне от минус 90 до минус 10 дБ (1 мВт)

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

На FSWP50 установить режим анализатора спектра, режим работы от внешней опорной частоты, частоту 100 кГц, опорный уровень 0 дБ (1 мВт), полосу пропускания 100 Гц.

Включить систему Автоматической Регулировки Уровня генератора (ALC).

Активировать выходной сигнал генератора.

Выбрать в меню «MKR FUNC» FSWP50 режим относительных измерений уровня сигнала с помощью фиксированного опорного маркера относительно уровня 0 дБ (1 мВт).

Уменьшая выходной уровень генератора $P_{уст}$ начиная с уровня минус 10 дБ (1 мВт) с шагом 10 дБ, провести измерения до уровня минус 90 в соответствии с таблицей Б.6.2 приложения Б.

Зафиксировать результаты измерений P_{FSWP} , дБ (1 мВт), в таблице Б.6.2 приложения Б.

Повторить измерения для остальных значений частот $F_{уст}$ в соответствии с таблицей Б.6.2 приложения Б, в диапазоне значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала в соответствии с таблицей Б.6.2 приложения Б.

Зафиксировать результаты измерений P_{FSWP} , дБ (1 мВт), в таблице Б.6.2 приложения Б.

10.3 Определение уровня гармонических составляющих относительно несущей

Определение уровня гармонических составляющих относительно несущей проводят методом прямых измерений с помощью анализатора фазового шума FSWP50 с опцией В1.

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

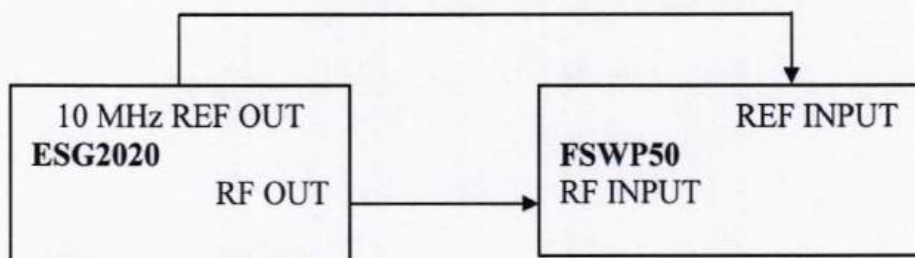


Рисунок 4 – Структурная схема соединения СИ для определения уровня гармонических, негармонических составляющих относительно несущей и спектральной плотности мощности фазовых шумов

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

На FSWP50 установить режим анализатора спектра, режим работы от внешней опорной частоты, опорный уровень 10 дБ (1 мВт), значение центральной частоты 1 МГц, полосу пропускания 1 кГц, аттенюатор - авто. Активировать выходной сигнал генератора.

На FSWP50 включить режим автоматического гармонических составляющих.

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 относительно несущей

Определение уровня негармонических составляющих относительно несущей проводят методом прямых измерений с помощью анализатора фазового шума FSWP50 с опцией B1.

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

На FSWP50 установить режим анализатора спектра, режим работы от внешней опорной частоты, опорный уровень 0 дБ (1 мВт), диапазон частот от 100 кГц до 20 ГГц, полосу пропускания 1 кГц, аттенюатор - авто.

На генераторе установить значение частоты немодулированного сигнала 1 МГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала равное 0 дБ (1 мВт). Активировать выходной сигнал поверяемого генератора.

С помощью маркеров измерить негармонические составляющие.

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

Повторить измерения для остальных значений частот основной гармоник, указанных в таблице Б.8 приложения Б.

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

10.5 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц

Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц проводят методом прямых измерений с помощью анализатора фазового шума FSWP50 с опцией B60.

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

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

На анализаторе фазового шума FSWP50 выбрать режим измерения фазового шума, режим работы от внутренней опорной частоты, установить значение центральной частоты 1 ГГц, диапазон отстроек от 1 кГц до 1 МГц и количество кросс-корреляций, необходимое для достижения требуемой чувствительности.

Активировать выходной сигнал генератора.

На анализаторе фазового шума FSWP50 активировать режим измерений фазового шума для отстроек на 1 кГц; 10 кГц; 100 кГц; 1 МГц относительно несущей.

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

Повторить измерения на частоте 10 ГГц.

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

10.6 Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции

Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции проводят методом непосредственного сличения с помощью приемника измерительного R&S FSMR50.

Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 5.

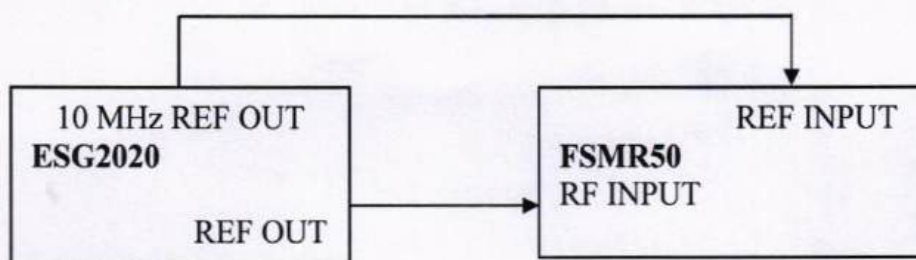


Рисунок 5 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции

На поверяемом генераторе установить режим внутренней АМ с коэффициентом амплитудной модуляции (K_{AM}) равным 50% и частотой модулирующего синусоидального колебания 20 кГц, частоту 1 ГГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт).

На FSMR50 установить режим демодуляции АМ на частоте 1 ГГц с отображением K_{AM} , частоты модулирующего колебания. Значение ширины полосы демодуляции на FSMR50 должно быть установлено примерно $3 \cdot F_{MOD}$.

Активировать выходной сигнал генератора.

Провести измерения значений K_{AM} .

При необходимости в настройках FSMR50 включить усреднение трассы, за результат измерения принимать значение $+/- peak/2$.

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

Повторить измерения K_{AM} на частотах 10 МГц, 10 ГГц 20 ГГц.

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

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

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

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

где $F_{изм}$ – измеренное значение частоты, Гц, частотомером.

$F_{ном}$ – 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 δF не выходят за пределы $\pm 1 \cdot 10^{-6}$.

11.2 Для полученных в пункте 10.2.1 результатов измерений P_{NRP} , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (2) абсолютную погрешность установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала ΔP , дБ, для значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от минус 10 дБ (1 мВт) до максимально специфицированного уровня:

$$\Delta P = P_{\text{УСТ}} - P_{\text{NRP}}, \quad (2)$$

где P_{NRP} – показания ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP50T, дБ (1 мВт);
 $P_{\text{УСТ}}$ – установленное на генераторе значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала, дБ (1 мВт).

Для полученных в пункте 10.2.2 результатов измерений P_{FSW} , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (3) абсолютную погрешность установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала ΔP , дБ, для значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от минимального до минус 10 дБ (1 мВт):

$$\Delta P = P_{\text{УСТ}} - P_{\text{FSWP}} + \Delta P_0, \quad (3)$$

где P_{FSWP} – текущие показания дельта-маркера FSWP50, дБ;
 $P_{\text{УСТ}}$ – установленные на генераторе значения уровней мощности выходного синусоидального сигнала, дБ (1 мВт).
 ΔP_0 – абсолютная погрешность установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт)

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные по формулам 2-3 значения абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала для всех установленных значений в диапазоне частот, дБ (1 мВт), не выходят за пределы $\pm 1,5$ 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 минус 30 дБ.

11.4 Результаты поверки по операции пункта 10.4 считаются удовлетворительными, если измеренные значения уровня негармонических составляющих синусоидального сигнала $P_{\text{НГС}}$, дБ относительно несущей, в пункте 10.4 для всех указанных частот не превышают минус 60 дБ.

11.5 Результаты поверки по операции пункта 10.5 считаются удовлетворительными, если измеренные значения спектральной плотности мощности фазовых шумов $P_{\text{ФШ}}$, дБ (1 мВт) относительно несущей, в пункте 10.5 для всех указанных частот не превышают значений указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Допустимые значения спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне выходного сигнала 0 дБ (1 мВт), дБ

Наименование характеристики	Значение		
	при отстройке от несущей	для частоты несущей	
Спектральная плотность мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), на частотах несущей, дБ, не более	1 кГц	-105	-82
	10 кГц	-116	-97
	100 кГц	-119	-98
	1 МГц	-126	-115

11.6 Для полученных в пункте 10.6 результатов измерений $K_{\text{АМ изм}}$, %, рассчитать по формуле (4) значения абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции $\Delta K_{\text{АМ}}$, %:

$$\Delta K_{\text{АМ}} = K_{\text{АМ ном}} - K_{\text{АМ изм}}, \quad (4)$$

где $K_{\text{АМ изм}}$ – измеренное значение $K_{\text{АМ}}$, %, на FSMR50;
 $K_{\text{АМ ном}}$ – установленное значение $K_{\text{АМ}}$, %, на генераторе.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными если рассчитанные значения абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции ΔK_{AM} , %, не превышают ± 4 %.

11.7 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, являются:

- обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в разделах 8.2; 9; 10 и соответствие действительных значений метрологических характеристик генераторов требованиям, указанным в пунктах раздела 11 настоящей методики;

- обеспечение прослеживаемости поверяемых генераторов к государственным первичным эталонам единиц величин:

- к ГЭТ1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени»;

- к ГЭТ26-2010 «Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц»;

- к ГЭТ180-2010 «Государственный первичный эталон единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний».

12 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.

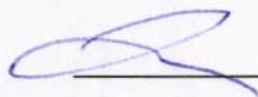
12.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельцев средства измерений или лиц, представивших его в поверку. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии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

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»



С. Н. Голышак

Начальник сектора
лаборатории № 441 ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»



А. С. Каледин

Приложение А
(обязательное)

Основные метрологические характеристики генераторов сигналов RSHTech ESG2020

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение		
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора в диапазоне от 100 кГц до 20 ГГц	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала при включенной системе автоматической регулировки уровня, в диапазоне мощностей от минус 90 до 10 дБ (1 мВт), дБ	$\pm 1,5$		
Уровень гармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), дБ, не более	-30		
Уровень негармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт) и частоте свыше 1 МГц, дБ, не более	-60		
Спектральная плотность мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), на частотах несущей, дБ, не более	при отстройке от несущей	для частоты несущей	
		1 ГГц	10 ГГц
	1 кГц	-105	-82
	10 кГц	-116	-97
	100 кГц	-119	-98
	1 МГц	-126	-115
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции при уровне выходного сигнала 0 дБ (1 мВт), модулирующей частоте 20 кГц, $K_{AM}=50\%$, %, не более	± 4		

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки генераторов сигналов RSHTech ESG2020 в части определения метрологических характеристик

Таблица Б.1 – Условия проведения поверки:

Наименование контролируемого параметра	Значение контролируемого параметра
Температура окружающей среды, °С	
Относительная влажность воздуха, %	

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, серийный номер генератора	
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	Заклучение
После включения и загрузки программного обеспечения генератора не должны возникать сообщения об ошибках	
Дисплей генератора должен быть работоспособен	
С помощью органов управления обеспечивается возможность установки следующих значений характеристик генератора: частоты и уровня выходного синусоидального сигнала	

Таблица Б.4 – Проверка программного обеспечения средства измерений

Вид проверки	Заклучение
Номер версии ПО, должен быть не ниже 3.1.0.240305.1	

Таблица Б.5 – Определение относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора (δF)

Установленные значения частоты на генераторе $F_{\text{ном}}$	Измеренные значения частоты $F_{\text{изм}}$, Гц	Рассчитанные значения δF	Допустимые значения δF	Вывод о соответствии
100 кГц			$\pm 1 \cdot 10^{-6}$	
100 МГц				
10 ГГц				
20 ГГц				

Таблица Б.6.1 – Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала (ΔP) в диапазоне значений от минус 10 дБ (1 мВт) до максимального значения

Уровень, установленный на генераторе P_0 , дБ (1 мВт)	Частота $F_{уст}$, МГц	Измеренные значения P_{NRP} , дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения ΔP_0 , дБ	Допустимые значения ΔP , дБ	Вывод о соответствии
10	0,009			$\pm 1,5$	
10	0,100			$\pm 1,5$	
10	10			$\pm 1,5$	
10	500			$\pm 1,5$	
10	1000			$\pm 1,5$	
10	2000			$\pm 1,5$	
10	3000			$\pm 1,5$	
10	4000			$\pm 1,5$	
10	5000			$\pm 1,5$	
10	6000			$\pm 1,5$	
10	7000			$\pm 1,5$	
10	8000			$\pm 1,5$	
10	9000			$\pm 1,5$	
10	10000			$\pm 1,5$	
10	12000			$\pm 1,5$	
10	15000			$\pm 1,5$	
10	18000			$\pm 1,5$	
10	20000			$\pm 1,5$	
0	0,009			$\pm 1,5$	
0	0,100			$\pm 1,5$	
0	10			$\pm 1,5$	
0	500			$\pm 1,5$	
0	1000			$\pm 1,5$	
0	2000			$\pm 1,5$	
0	3000			$\pm 1,5$	
0	4000			$\pm 1,5$	
0	5000			$\pm 1,5$	
0	6000			$\pm 1,5$	
0	7000			$\pm 1,5$	
0	8000			$\pm 1,5$	
0	9000			$\pm 1,5$	
0	10000			$\pm 1,5$	
0	12000			$\pm 1,5$	
0	15000			$\pm 1,5$	
0	18000			$\pm 1,5$	
0	20000			$\pm 1,5$	
минус 10	0,009			$\pm 1,5$	
минус 10	0,100			$\pm 1,5$	
минус 10	10			$\pm 1,5$	
минус 10	500			$\pm 1,5$	
минус 10	1000			$\pm 1,5$	
минус 10	2000			$\pm 1,5$	
минус 10	3000			$\pm 1,5$	
минус 10	4000			$\pm 1,5$	

Окончание таблицы Б.6.1

минус 10	5000			±1,5	
минус 10	6000			±1,5	
минус 10	7000			±1,5	
минус 10	8000			±1,5	
минус 10	9000			±1,5	
минус 10	10000			±1,5	
минус 10	12000			±1,5	
минус 10	15000			±1,5	
минус 10	18000			±1,5	
минус 10	20000			±1,5	

Таблица Б.6.2 – Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала (ΔP) для значений менее -10 дБ

Уровень, установленный на генераторе дБ (1 мВт)	Частота $F_{уст}$, МГц	Измеренные значения P_{FSWP} , дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения ΔP , дБ	Допустимые значения ΔP , дБ	Вывод о соответствии
минус 20	0,100			±1,5	
минус 30	0,100			±1,5	
минус 40	0,100			±1,5	
минус 50	0,100			±1,5	
минус 60	0,100			±1,5	
минус 70	0,100			±1,5	
минус 80	0,100			±1,5	
минус 90	0,100			±1,5	
минус 20	20000			±1,5	
минус 30	20000			±1,5	
минус 40	20000			±1,5	
минус 50	20000			±1,5	
минус 60	20000			±1,5	
минус 70	20000			±1,5	
минус 80	20000			±1,5	
минус 90	20000			±1,5	

Таблица Б.7 – Определение уровня гармонических составляющих синусоидального сигнала ($P_{ГС}$)

Установленные значения частоты на генераторе $F_{уст}$	Измеренные значения $P_{ГС}$, дБ относительно несущей	Допустимые значения $P_{ГС}$, дБ относительно несущей, не более	Вывод о соответствии
	Большая по мощности из наблюдаемых гармоник		
1 МГц		-30	
160 МГц		-30	
625 МГц		-30	
1,25 ГГц		-30	
5 ГГц		-30	
10 ГГц		-30	
15 ГГц		-30	
20 ГГц		-30	

Таблица Б.8 – Определение уровня негармонических составляющих синусоидального сигнала ($P_{НГС}$)

Установленные значения частоты на генераторе $F_{уст}$	Измеренные значения $P_{НГС}$, дБ относительно несущей	Допустимые значения $P_{НГС}$, дБ относительно несущей, не более	Вывод о соответствии
1 МГц		-60	
2,5 ГГц		-60	
5 ГГц		-60	
10 ГГц		-60	
15 ГГц		-60	
20 ГГц		-60	

Таблица Б.9 – Определение значений спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц, ($P_{ФШ}$)

Установленные значения частоты на генераторе $F_{уст}$, ГГц	Частота отстройки, кГц	Действительные значения $P_{ФШ}$, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц	Допустимые значения $P_{ФШ}$, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц	Вывод о соответствии
1	1		-105	
1	10		-116	
1	100		-119	
1	1000		-126	
10	1		-82	
10	10		-97	
10	100		-98	
10	1000		-115	

Таблица Б.10 – Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции (ΔK_{AM})

Частота	Установленные значения $F_{мод}$	Установленные значения K_{AM} , %	Измеренные значения K_{AM} , %	Рассчитанные значения ΔK_{AM} , %	Допустимые значения ΔK_{AM} , %	Вывод о соответствии
10 МГц	20 кГц	50			$\pm 4,00$	
1 ГГц	20 кГц	50			$\pm 4,00$	
10 ГГц	20 кГц	50			$\pm 4,00$	
20 ГГц	20 кГц	50			$\pm 4,00$	