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

М.п.

«27» июля 2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ SW-ASG1000

Методика поверки

РТ-МП-916-441-2026

г. Москва
2026 г.

1 Общие положения

Настоящая методика применяется для поверки генераторов сигналов SW-ASG1000 (далее – генераторы), используемых в качестве рабочих средств и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача:

- передача единицы 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;
- передача единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 10 МГц до 26,5 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;
- передача единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 118,1 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 9 ноября 2022 г. № 2813, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 167-2021;
- передача единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 20 Гц до 178,4 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3383, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 193-2011;
- передача 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;
- передача 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 – 10.9 настоящей методики поверки применяется метод прямых измерений.

В результате поверки генераторов сигналов SW-ASG1000 должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведённые в Приложении А настоящей методики поверки.

На основании письменного заявления владельца СИ допускается проводить периодическую поверку генераторов сигналов SW-ASG1000:

– для меньшего числа измеряемых величин: без определения метрологических характеристик опций SW-ASG-AM и SW-ASG-PM (если данные опции установлены в поверяемом генераторе) в части операций по пунктам 10.6; 10.7 и 10.8; 10.9 данной 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
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			10
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 относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт)	Да	Нет	10.3
Определение уровня негармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт)	Да	Нет	10.4
Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт)	Да	Да	10.5
Режимы внутренней амплитудной и частотной модуляции (опция SW-ASG-AM)			
Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции	Да	Да	10.6
Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты	Да	Да	10.7
Режим внутренней импульсной модуляции (опция SW-ASG-PM)			
Определение времени нарастания и спада радиоимпульсов	Да	Да	10.8
Определение коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами	Да	Да	10.9
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 20 до 25;
– 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 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 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 20 до 25 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры ±0,5 °С	Термогигрометры UNITESS THB 1, рег. № 70481-18
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха ±3,0 %	
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 86 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ±0,2 кПа	
п.10 Определение метрологических характеристик средства измерений		
пп.10.1	Эталоны единиц частоты, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с государственной поверочной схемой (далее – ГПС), утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360; для воспроизведения сигнала опорной частоты 10 МГц	Стандарты частоты рубидиевые GPS-12RG, рег. № 70172-18

Продолжение таблицы 2

1	2	3
пп.10.1	Эталоны единиц частоты, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 4 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360; для измерения сигнала в диапазоне частот от 8 кГц до 40 ГГц	Частотомеры универсальные CNT-90XL, рег. № 70888-18
пп.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 2 МГц до 37,5 ГГц и не ниже 1 разряда в соответствии с ГПС утвержденной приказом Росстандарта от 9 ноября 2022 г. № 2813 в диапазоне частот от 37,5 кГц до 40 ГГц; в диапазоне измерений мощности от 0 до 10^2 мВт	Ваттметры поглощаемой мощности СВЧ NRP40T, рег. № 69958-17
	Эталоны ослабления электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам единиц ослабления электромагнитных колебаний не ниже 2 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3383 в диапазоне частот от 2 МГц до 40 ГГц; диапазоне входных сигналов от минус 90 до 0 дБ (1 мВт)	Приёмники измерительные R&S FSMR50, рег. №50678-12
пп.10.3	Средства измерений спектральных составляющих синусоидального сигнала в диапазоне частот от 2 МГц до 40 ГГц, уровень собственных гармонических искажений не более минус 70 дБ относительно несущей	Анализаторы фазового шума FSWP50 с опцией B1, рег. № 63528-16
пп.10.4	Средства измерений спектральных составляющих синусоидального сигнала в диапазоне частот от 2 МГц до 40 ГГц, уровень собственных негармонических искажений не более минус 75 дБ относительно несущей	Анализаторы фазового шума FSWP50 с опцией B1, рег. № 63528-16
пп.10.5	Средства измерений параметров фазовых шумов синусоидального сигнала в диапазоне частот 1 до 10 ГГц, уровень собственных фазовых шумов при начальной отстройке 1 Гц на частоте 10 ГГц и отстройке 100 кГц не более минус 135 дБ; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазовых шумов ±1,5 дБ	Анализаторы фазового шума FSWP50 с опцией B60, рег. № 63528-16

Окончание таблицы 2

1	2	3
пп.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 в соответствии с ГОСТ Р 8.717-2010 в диапазоне частот от 10 МГц до 40 ГГц; диапазоне измерений коэффициентов амплитудной модуляции от 0 до 100 %.	Приёмники измерительные R&S FSMR50, рег. №50678-12
пп.10.7	Эталоны единицы девиации частоты и средства измерений, соответствующее требованиям к рабочим эталонам единицы девиации частоты не ниже 1 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01 февраля 2022 г. № 233 в диапазоне частот 10 МГц до 40 ГГц; диапазоне измерений девиации частоты от 100 Гц до 2 МГц.	Приёмники измерительные R&S FSMR50, рег. №50678-12
пп.10.8	Средства измерений параметров сигналов с импульсной модуляцией в диапазоне частот от 80 МГц до 40 ГГц, полоса анализа сигналов 320 МГц	Анализаторы фазового шума FSWP50 с опциями B1, K7 и B320, рег. № 63528-16
пп.10.9	Средства измерений параметров сигналов с импульсной модуляцией в диапазоне частот от 80 МГц до 40 ГГц, динамический диапазон от минус 90 до 10 дБ (1 мВт).	Анализаторы фазового шума FSWP50 с опциями B1, K7, рег. № 63528-16
Примечание – Допускается использовать при поверке другие поверенные средства измерений утвержденного типа или аттестованные эталоны единиц величин, 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», 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.

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 SW-ASG1000». 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 SW-ASG1000». Руководство по эксплуатации».

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

Выдержать генератор во включенном состоянии не менее 30 минут.

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

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

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

Для вызова данного диалогового окна на экране генератора с помощью органов управления активировать пиктограмму "**INFO**"

Идентификационное наименование и номер версии ПО, отображаемый в диалоговом окне "**System**", должны 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.

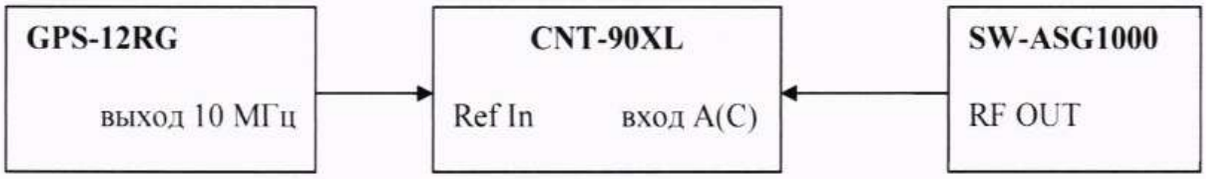


Рисунок 1 – Структурная схема соединения СИ для определения относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора

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 поверяемом генераторе установить режим немодулированного сигнала, частоту сигнала $F_{ном}$ равной 100 МГц, уровень выходной мощности синусоидального сигнала равный 0 дБ (1 мВт). Подключить выход генератора с помощью кабеля СВЧ к входу А или С частотомера в зависимости от значения частоты выходного синусоидального сигнала генератора. 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 в зависимости от модификации поверяемого генератора.

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

10.2 Определение 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 от 0 дБ (1 мВт) до максимального значения, измерения проводят с помощью ваттметра поглощаемой мощности NRP40T (далее – NRP40T).

Для значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от минимального значения до 0 дБ (1 мВт) измерения проводят с помощью приёмника измерительного R&S FSMR50 (далее – FSMR50).

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.

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

Подключить NRP40T 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 P_0 равное 0 дБ (1 мВт).

Активировать выходной сигнал генератора.

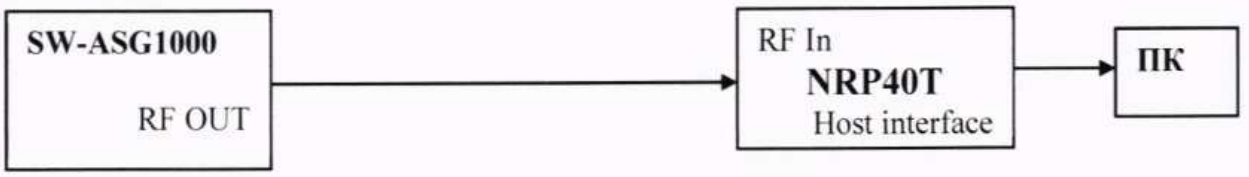


Рисунок 2 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала с помощью NRP40T

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.

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

Подключить NRP40T 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 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 FSMR50 установить режим измерительного приёмника, частоту 1 ГГц, опорный уровень 0 дБ (1 мВт), полосу пропускания 100 Гц и выбрать режим относительных измерений уровня сигнала.

Активировать выходной сигнал генератора.

Уменьшая выходной уровень генератора $P_{0\text{-МИН}}$ 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_{FSMR}, дБ (1 мВт), в таблице Б.6.4 приложения Б.

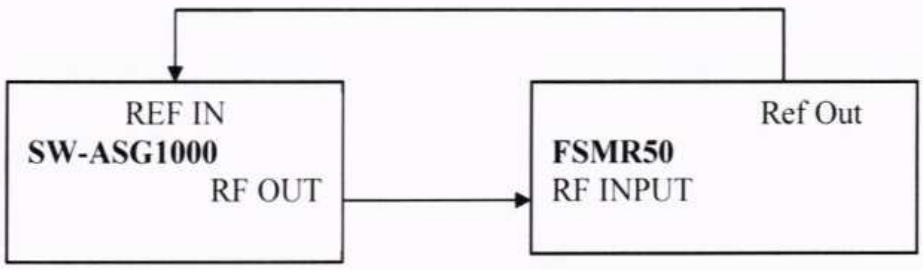


Рисунок 3 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала, коэффициента амплитудной модуляции, девиации частоты с помощью FSMR50

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_{FSMR}, дБ (1 мВт), в таблице Б.6.4 приложения Б.

10.3 Определение уровня гармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт)

Определение уровня гармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт) 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.

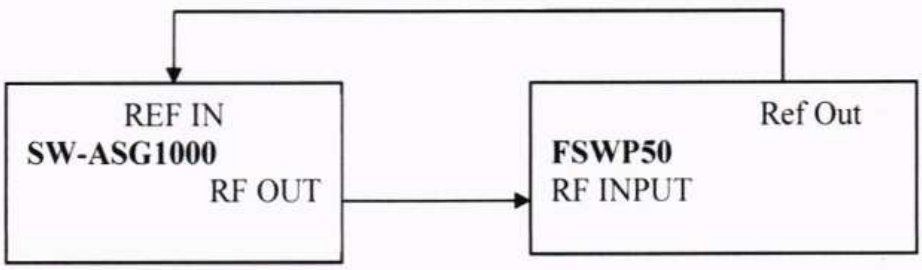


Рисунок 4 – Структурная схема соединения СИ для определения уровня гармонических и негармонических составляющих относительно несущей, спектральной плотности мощности фазовых шумов при отстройке от несущей, времени нарастания и спада радиоимпульсов и коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами с помощью FSWP50

На поверяемом генераторе установить значение частоты немодулированного сигнала 2,1 МГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала минус 0 дБ (1 мВт).

На FSWP50 установить режим анализатора спектра, опорный уровень 0 дБ (1 мВт), значение центральной частоты 2,1 МГц, полосу пропускания 1 кГц, аттенюатор - авто. Активировать выходной сигнал генератора.

На FSWP50 включить режим автоматического измерения гармонических составляющих (второй и третьей, но не более 20 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 относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт)

Определение уровня негармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт) 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, опорный уровень 0 дБ (1 мВт), отображаемый диапазон частот от 50 МГц до максимальной частоты поверяемого генератора.

На генераторе установить значение частоты немодулированного сигнала 50,1 МГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала равное 0 дБ (1 мВт).

На FSWP50 установить полосу пропускания (RBW) такую, чтобы собственные шумы FSWP50 были менее минус 90 дБ (1 мВт), аттенюатор – авто.

Активировать выходной сигнал поверяемого генератора и ожидать заполнения графика на экране FSWP50.

Определение уровня негармонических составляющих провести на отстройках более 10 МГц относительно несущей с помощью маркера FSWP50.

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

10.5 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт)

Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт) 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 10 дБ (1мВт).

На анализаторе фазового шума FSWP50 выбрать режим измерения фазового шума, установить значение центральной частоты 1 ГГц, диапазон отстроек от 100 Гц до 100 кГц 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 100 Гц; 1 кГц; 10 кГц; 100 кГц относительно несущей.

Зафиксировать результаты измерений $P_{ФШ}$, 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.

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

ВНИМАНИЕ!!! Операции поверки по пунктам 10.6 и 10.7 выполняются только для тех генераторов, у которых установлена опция SW-ASG-AM – режимы внутренней модуляции АМ, ЧМ

10.6 Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции

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

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

На поверяемом генераторе установить режим внутренней АМ с коэффициентом амплитудной модуляции (далее – $K_{АМ}$) равным 30 % и частотой модулирующего синусоидального колебания $F_{МОД}$ равной 1 кГц, значение несущей частоты 1 ГГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала равный 0 дБ (1 мВт).

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

Активировать выходной сигнал генератора.

Провести измерения значений $K_{АМ}$.

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

Зафиксировать результаты измерений $K_{АМ\ ИЗМ}$, %, в таблице Б.10 приложения Б.

Повторить измерения $K_{АМ}$ для остальных значений частот при установленных значениях $K_{АМ}$ указанных в таблице Б.10 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений $K_{АМ\ ИЗМ}$, %, в таблице Б.10 приложения Б.

10.7 Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты

Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты проводят методом прямых измерений с помощью приемника измерительного R&S FSMR50.

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

На поверяемом генераторе установить режим внутренней частотной модуляции с девиацией частоты $F_Д$ равной 50 кГц и частотой модулирующего синусоидального

колебания $F_{мод}$ равной 1 кГц, значение несущей частоты 1 ГГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт).

На FSMR50 установить режим демодуляции ЧМ, значение центральной частоты 1 ГГц с отображением девиации частоты, частоты модулирующего колебания, включить режим "coupling AC". Значение ширины полосы демодуляции на FSMR50 должно быть установлено примерно $3 \cdot (F_{мод} + F_{д})$.

Активировать выходной сигнал генератора.

Провести измерения значений девиации частоты.

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

Зафиксировать результаты измерений $F_{д\ изм}$, Гц, в таблице Б.11 приложения Б.

Повторить измерения девиации частоты для установленных значений девиации частоты: 1,25 кГц, 10 кГц.

Зафиксировать результаты измерений $F_{д\ изм}$, Гц, в таблице Б.11 приложения Б.

Повторить измерения для остальных значений несущих частот при значениях девиации частоты, указанных в таблице Б.11 приложения Б в зависимости от модификации поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений $F_{д\ изм}$, Гц, в таблице Б.11 приложения Б.

ВНИМАНИЕ!!! Операции поверки по пунктам 10.8 и 10.9 выполняются только для тех генераторов, у которых установлена опция SW-ASG-PM – режим внутренней импульсной модуляции

10.8 Определение времени нарастания и спада радиоимпульсов

Определение времени нарастания и спада радиоимпульсов проводят методом прямых измерений с помощью анализатора фазового шума FSWP50 с опциями B1, K7 и B320.

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

На поверяемом генераторе установить: режим внутренней ИМ с периодом следования 200 нс и длительностью импульса 20 нс, частота несущей 1 ГГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт).

На FSWP50 установить режим анализатора спектра, в опции K7 режим отображения RF Power, полосу анализа 320 МГц, значение центральной частоты 1 ГГц, время развертки 400 нс.

Активировать выходной сигнал генератора. С помощью синхронизации добиться устойчивой картинки.

Провести с помощью маркера FSWP50, измерения времени нарастания и спада радиоимпульсов по уровню 10% /90% амплитуды импульса.

Зафиксировать результаты измерений $\tau_{изм}$, нс, в таблице Б.12 приложения Б.

10.9 Определение коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами

Определение коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами проводят методом прямых измерений с помощью анализатора фазового шума FSWP50 с опциями B1, K7.

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

На поверяемом генераторе установить: частота несущей 1 ГГц, значение уровня мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), режим внутренней ИМ, период радиоимпульса 2 с, длительность радиоимпульса 1 с.

На FSWP50 установить режим анализатора спектра, в опции К7 режим отображения RF Power, полосу анализа 1 кГц, значение центральной частоты 1 ГГц, время развертки 4 с.

Активировать выходной сигнал генератора.

Определить подавление сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами (КП) с помощью маркера FSWP50, как разность между максимальным и минимальным уровнем сигнала (разница уровней между вершиной и паузой прямоугольного сигнала). При необходимости на FSWP50 включить режим усреднения.

Зафиксировать результаты измерений $КП_{ИЗМ}$, Гц, в таблице Б.13 приложения Б.

Повторить измерения для максимального значения частоты поверяемого генератора.

Зафиксировать результаты измерений $КП_{ИЗМ}$, Гц, в таблице Б.13 приложения Б.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

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

$$\delta F = \frac{Fном - Fизм}{Fизм}, \qquad (1)$$

где Fизм – измеренное значение частоты, Гц, частотомером;
Fном – 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 для всех указанных частот не выходят за пределы указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора

Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты δf при работе от внутренней опорной частоты	$\pm 1 \cdot 10^{-7}$

11.2 Для полученных в пункте 10.2.1 результатов измерений $P_{0\ NRP}$, дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (2) абсолютную погрешность установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала ΔP_0, дБ, для уровня мощности выходного синусоидального сигнала равного 0 дБ (1 мВт):

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

где $P_{0\ NRP}$ – 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 $P_{NRP\ МАКС}$, дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (3) абсолютную погрешность установки уровня мощности

выходного синусоидального сигнала $\Delta P_{МАКС}$, дБ, для максимально специфицированного значения уровня мощности выходного синусоидального сигнала:

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

где $P_{NRP\ МАКС}$ – показания ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP40T, для максимального уровня мощности входного синусоидального сигнала дБ (1 мВт);
$P_{МАКС}$ - 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 ΔP, дБ, для уровней мощности выходного синусоидального сигнала от плюс 5 дБ (1 мВт) до максимального значения (не включая максимальное значение) с шагом 5 дБ:

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

где P_{NRP} – показания ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP40T
$P_{УСТ}$ – 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_{FSW}, дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (5) абсолютную погрешность установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала ΔP, дБ, для значений уровня мощности выходного синусоидального сигнала от минимального до 0 дБ (1 мВт):

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

где P_{FSMR} – текущие показания дельта-маркера FSMR50, 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 в диапазоне частот, дБ (1 мВт), не выходят за пределы, указанные в таблице 4.

Таблица 4 - Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходного синусоидального сигнала

Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходного синусоидального сигнала в зависимости от выходного уровня, в диапазоне частот, дБ	св. 10 до 20 дБ (1 мВт)	св. -10 до 10 дБ (1 мВт)	св. -70 до -10 дБ (1 мВт)	от -90 до -70 дБ (1 мВт)
св. 2 МГц до 2 ГГц включ.	±0,8	±0,6	±0,7	±1,5
св. 2 до 20 ГГц включ.	±0,8	±0,8	±0,9	±1,8
св. 20 до 40 ГГц	±1,0	±0,9	±1,0	±2,0

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

Таблица 5 – Допустимые значения уровня гармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), дБ

Уровень гармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), в диапазоне частот, дБ, не более	от 2 до 10 МГц включ.	-25
	св. 10 МГц до 3,3 ГГц включ.	-30
	св. 3,3 до 20 ГГц	-55

11.4 Результаты поверки по операции пункта 10.4 считаются удовлетворительными, если измеренные значения уровня негармонических составляющих синусоидального сигнала $P_{НГС}$, 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 относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), дБ

Уровень негармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), дБ, не более	от 50 до 250 МГц включ.	-60
	св. 250 МГц до 3,3 ГГц включ.	-65
	св. 3,3 до 10 ГГц включ.	-62
	св. 10 до 20 ГГц включ.	-55
	св. 20 до 40 ГГц	-50

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

Таблица 7 – Допустимые значения спектральной плотности мощности фазовых шумов при уровне выходного сигнала 10 дБ (1 мВт)

Спектральная плотность мощности фазовых шумов при уровне выходного сигнала 10 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты несущей и отстройках от несущей, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц, не более	Несущая частота	Отстройка от несущей частоты	
	1 ГГц	100 Гц	-101
		1 кГц	-128
		10 кГц	-139
		100 кГц	-139
	10 ГГц	100 Гц	-88
		1 кГц	-105
		10 кГц	-120
		100 кГц	-120

11.6 Для полученных в пункте 10.6 результатов измерений $К_{АМ\ изм}$, %, рассчитать по формуле (6) значения абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции $\Delta К_{АМ}$, %:

$$\Delta К_{АМ} = К_{АМ\ ном} - К_{АМ\ изм}, \quad (6)$$

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

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции $\Delta К_{АМ}$, %, не выходят за пределы допустимых значений $\Delta К_{АМ\ доп}$, %.

Пределы допустимых значений $\Delta К_{АМ\ доп}$, % определить по формуле (7):

$$\Delta К_{АМ\ доп} = \pm(0{,}04 \cdot К_{АМ\ ном} + 1), \quad (7)$$

11.7 Для полученных в пункте 10.7 результатов измерений $F_{Д\ изм}$, Гц, рассчитать по формуле (8) значения абсолютной погрешности установки девиации частоты $\delta F_Д$, Гц:

$$\Delta F_Д = F_{Д\ ном} - F_{Д\ изм}, \quad (8)$$

где $F_{Д\ изм}$ – измеренное значение девиации частоты, Гц, на FSMR50;
$F_{Д\ ном}$ – установленное значение девиации частоты, Гц, на генераторе.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности установки девиации частоты $\delta F_Д$ не выходят за пределы допустимых значений $\delta F_{Д\ доп}$, Гц.

Пределы допустимых значений $\delta F_{Д\ доп}$, Гц определить по формуле (9):

$$\delta F_{Д\ доп} = \pm(0{,}03 \cdot F_{Д\ ном} + 20), \quad (9)$$

11.8 Для полученных в пункте 10.8 результатов измерений времени нарастания $\tau_{изм}$, нс, рассчитать действительные значения времени нарастания и спада радиоимпульсов $\tau_{имп}$, нс, по формуле (10)

$$\tau_{имп} = \sqrt{\tau изм^2 - \tau fsw^2} \quad (10)$$

где τfsw – номинальное значение времени нарастания (3,5 нс) для полосы анализа 320 МГц анализатора фазового шума FSWP50 с опцией B320.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными если рассчитанные значения времени нарастания и спада радиоимпульсов $\tau_{имп}$, не превышают значения 15 нс.

11.9 Результаты поверки по операции пункта 10.9 считаются удовлетворительными, если измеренные значения коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами, не менее значения: 80 дБ.

11.10 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 сигналов SW-ASG1000 требованиям, указанным в пунктах раздела 11 настоящей методики;

– обеспечение прослеживаемости поверяемых генераторов сигналов SW-ASG1000 к государственным первичным эталоном 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 ГЭТ167-2021 «Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 118,1 ГГц»;

– к ГЭТ193-2011 «Государственный первичный эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц»;

– к ГЭТ166-2020 «Государственный первичный эталон единицы девиации частоты»;

– 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 расчётов 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
к РТ-МП-916-441-2026
(обязательное)

Основные метрологические характеристики генераторов сигналов SW-ASG1000

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики					Значение
1					2
Диапазон частот, Гц	модификация SW-ASG1012				от $8 \cdot 10^3$ до $1{,}2 \cdot 10^{10}$
	модификация SW-ASG 1020				от $8 \cdot 10^3$ до $2 \cdot 10^{10}$
	модификация SW-ASG 1040				от $8 \cdot 10^3$ до $4 \cdot 10^{10}$
Дискретность установки частоты, Гц					0,001
Вход/выход опорной частоты, Гц					$1 \cdot 10^7$, $1 \cdot 10^8$, $1 \cdot 10^9$
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты δf при работе от внутренней опорной частоты					$\pm 1 \cdot 10^{-7}$
Диапазон установки значений уровня выходного сигнала в зависимости от частоты, дБ (1 мВт)	модификация SW-ASG1012	от 8 до 100 кГц включ.			от -90 до +8
		св. 100 кГц до 2 МГц включ.			от -90 до +13
		св. 2 МГц до 3,3 ГГц включ.			от -120 до +17
		св. 3,3 ГГц до 12 ГГц			от -120 до +20
	модификация SW-ASG1020	от 8 до 200 кГц включ.			от -90 до +8
		св. 200 кГц до 2 МГц включ.			от -90 до +12
		св. 2 МГц до 20 ГГц			от -110 до +16
	модификация SW-ASG1040	от 8 до 200 кГц включ.			от -90 до +8
		св. 200 кГц до 2 МГц включ.			от -90 до +12
		св. 2 МГц до 40 ГГц			от -110 до +13
Дискретность установки уровня выходного сигнала, дБ					0,01
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходного синусоидального сигнала в зависимости от выходного уровня, в диапазоне частот, дБ		св. 10 до 20 дБ (1 мВт)	св. -10 до 10 дБ (1 мВт)	св. -70 до -10 дБ (1 мВт)	от -90 до -70 дБ (1 мВт)
св. 2 МГц до 3,3 ГГц включ.		±0,8	±0,6	±0,7	±1,5
св. 3,3 до 20 ГГц включ.		±0,8	±0,8	±0,9	±1,8
св. 20 до 40 ГГц		±1,0	±0,9	±1,0	±2,0
КСВН выхода ВЧ, не более					2,0
Уровень гармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), в диапазоне частот, дБ, не более		от 2 до 10 МГц включ.			-25
		св. 10 МГц до 3,3 ГГц включ.			-30
		св. 3,3 до 20 ГГц			-55
Уровень негармонических составляющих относительно несущей при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 0 дБ (1 мВт), дБ, не более		от 50 до 250 МГц включ.			-60
		св. 250 МГц до 3,3 ГГц включ.			-65
		св. 3,3 до 10 ГГц включ.			-62
		св. 10 до 20 ГГц включ.			-55
		св. 20 до 40 ГГц			-50

Продолжение таблицы А.1

1			2
Спектральная плотность мощности фазовых шумов при уровне выходного сигнала 10 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты несущей и отстройках от несущей, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц, не более	Несущая частота	Отстройка от несущей частоты	
	1 ГГц	100 Гц	-101
		1 кГц	-128
		10 кГц	-139
		100 кГц	-139
	10 ГГц	100 Гц	-88
		1 кГц	-105
		10 кГц	-120
		100 кГц	-120
Режим внутренней импульсной модуляции (опция SW-ASG-PM)			
Диапазон установки периода следования импульсов модулирующего генератора, с			от $20 \cdot 10^{-9}$ до 100
Диапазон установки длительности импульсов модулирующего генератора, с			от $20 \cdot 10^{-9}$ до 1
Минимальная длительность радиоимпульсов, нс, не более			20
Время нарастания/спада радиоимпульса для частот свыше 52 МГц, нс, не более			15
Коэффициент подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами, дБ, не менее			80
Режим внутренней амплитудной модуляции (опция SW-ASG-AM)			
Диапазон частот, Гц	модификация SW-ASG1012		от 10^7 до $1{,}2 \cdot 10^{10}$
	модификация SW-ASG 1020		от 10^7 до $2 \cdot 10^{10}$
	модификация SW-ASG 1040		от 10^7 до $4 \cdot 10^{10}$
Диапазон установки коэффициента амплитудной модуляции Кам, %			от 0 до 90
Дискретность установки Кам, %			0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции Кам при уровне выходного сигнала 0 дБ (1 мВт), модулирующей частоте 1 кГц, для Кам = 30 %, %			$\pm(0{,}04 \cdot$ Кам + 1)
Диапазон модулирующих частот, Гц			от 0 до $1 \cdot 10^5$
Режим внутренней частотной модуляции (опция SW-ASG-AM)			
Диапазон частот, Гц	модификация SW-ASG1012		от 10^7 до $1{,}2 \cdot 10^{10}$
	модификация SW-ASG 1020		от 10^7 до $2 \cdot 10^{10}$
	модификация SW-ASG 1040		от 10^7 до $4 \cdot 10^{10}$
Максимальная устанавливаемая девиация частоты в зависимости от частоты несущей, МГц	от 10 до 250 МГц включ.		0,625
	св. 250 до 312,5 МГц включ.		0,156
	св. 312,5 до 625 МГц включ.		0,312
	св. 0,625 до 1,25 ГГц включ.		0,625
	св. 1,25 до 2,5 ГГц включ.		1,25
	св. 2,5 до 5 ГГц включ.		2,5
	св. 5 до 10 ГГц включ.		5
	св. 10 до 20 ГГц включ.		10
	св. 20 до 40 ГГц		20
Дискретность установки девиации частоты, %			0,02

Окончание таблицы А.1

<table>
<tr><td colspan="3">1</td><td>2</td></tr>
<tr><td rowspan="9">Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки девиации частоты Fд при модулирующей частоте 1 кГц, в диапазоне девиации частоты, в зависимости от частоты несущей, Гц</td><td>Несущая частота</td><td>Девиация частоты</td><td rowspan="9">±(0,03·Fд + 20)</td></tr>
<tr><td>от 10 до 250 МГц включ.</td><td>от 1,25 до 50 кГц</td></tr>
<tr><td>св. 250 до 312,5 МГц включ.</td><td>от 0,312 до 12,5 кГц</td></tr>
<tr><td>св. 312,5 до 625 МГц включ.</td><td>от 0,625 до 25 кГц</td></tr>
<tr><td>св. 0,625 до 1,25 ГГц включ.</td><td>от 1,25 до 50 кГц</td></tr>
<tr><td>св. 1,25 до 2,5 ГГц включ.</td><td>от 2,5 до 100 кГц</td></tr>
<tr><td>св. 2,5 до 5 ГГц включ.</td><td>от 5 до 200 кГц</td></tr>
<tr><td>св. 5 до 10 ГГц включ.</td><td>от 10 до 400 кГц</td></tr>
<tr><td>св. 10 до 20 ГГц включ.</td><td>от 20 до 800 кГц</td></tr>
<tr><td colspan="2">св. 20 до 40 ГГц</td><td>от 40 до 1600 кГц</td></tr>
<tr><td colspan="3">Диапазон модулирующих частот, Гц</td><td>от 0 до $1 \cdot 10^5$</td></tr>
</table>

Приложение Б
к РТ-МП-916-441-2026
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки генераторов сигналов SW-ASG1000 в части определения метрологических характеристик

Таблица Б.1 – Условия проведения поверки:

Наименование контролируемого параметра	Значение контролируемого параметра
Температура окружающего 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 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	Заключение
Идентификационное наименование ПО генератора, отображаемое в диалоговом окне "**System**" должно быть: FW SW-ASG1000	
Номер версии ПО, отображаемый в диалоговом окне " **System**" должен не ниже 1.00.15	

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

Установленные значения частоты на генераторе	Измеренные значения частоты $F_{ИЗМ}$, Гц	Рассчитанные значения δF	Допустимые значения δF	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5
8 кГц			$\pm 1 \cdot 10^{-7}$	
10 МГц				
100 МГц				
Крайняя верхняя частота поверяемого генератора				

Таблица Б.6.1 – Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала (ΔP) для значения 0 дБ (1 мВт)

Уровень, установленный на генераторе P_0, дБ (1 мВт)	Частота $F_{УСТ}$, МГц	Измеренные значения $P_{0\ NRP}$, дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения ΔP_0, дБ	Допустимые значения ΔP, дБ	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5	6
0	2			±0,6	
0	10			±0,6	
0	50			±0,6	
0	100			±0,6	
0	500			±0,6	
0	1000			±0,6	
0	1500			±0,6	
0	2000			±0,6	
0	2500			±0,8	
0	3000			±0,8	
0	3500			±0,8	
0	4000			±0,8	
0	4500			±0,8	
0	5000			±0,8	
0	5500			±0,8	
0	6000			±0,8	
0	6500			±0,8	
0	7000			±0,8	
0	7500			±0,8	
0	8000			±0,8	
0	8500			±0,8	

Продолжение таблицы Б.6.1

1	2	3	4	5	6
0	9000			±0,8	
0	9500			±0,8	
0	10000			±0,8	
0	11000			±0,8	
0	12000			±0,8	
0	13000			±0,8	
0	14000			±0,8	
0	15000			±0,8	
0	16000			±0,8	
0	17000			±0,8	
0	18000			±0,8	
0	19000			±0,8	
0	20000			±0,8	
0	20001			±0,9	
0	22000			±0,9	
0	24000			±0,9	
0	26000			±0,9	
0	28000			±0,9	
0	30000			±0,9	
0	32000			±0,9	
0	34000			±0,9	
0	36000			±0,9	
0	38000			±0,9	
0	40000			±0,9	

Таблица Б.6.2 – Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала (ΔР) для максимальных специфицированных значений

Максимальный уровень, установленный на генераторе $P_{МАКС}$ дБ (1 мВт)			Частота $F_{УСТ}$, МГц	Измеренные значения $P_{NRP\ МАКС}$ дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения $\Delta P_{МАКС}$, дБ	Допустимые значения ΔР, дБ	Вывод о соответствии
SW-ASG1012	SW-ASG1020	SW-ASG1040					
1	2	3	4	5	6	7	8
+17	+16	+13	2,001			±0,8	
+17	+16	+13	10			±0,8	
+17	+16	+13	50			±0,8	
+17	+16	+13	100			±0,8	
+17	+16	+13	101			±0,8	
+17	+16	+13	500			±0,8	
+17	+16	+13	999			±0,8	
+17	+16	+13	1000			±0,8	
+17	+16	+13	1001			±0,8	
+17	+16	+13	1200			±0,8	
+17	+16	+13	1500			±0,8	
+17	+16	+13	1501			±0,8	

Продолжение таблицы Б.6.2

1	2	3	4	5	6	7	8
+17	+16	+13	3300			±0,8	
+20	+16	+13	3301			±0,8	
+20	+16	+13	4000			±0,8	
+20	+16	+13	4501			±0,8	
+20	+16	+13	8000			±0,8	
+20	+16	+13	12000			±0,8	
	+16	+13	13000			±0,8	
	+16	+13	13001			±0,8	
	+16	+13	15000			±0,8	
	+16	+13	19000			±0,8	
	+16	+13	19001			±0,8	
	+16	+13	20000			±0,8	
	-	+13	20001			±1,0	
	-	+13	22000			±1,0	
	-	+13	26000			±1,0	
	-	+13	30000			±1,0	
	-	+13	30001			±1,0	
	-	+13	32000			±1,0	
	-	+13	34000			±1,0	
	-	+13	36000			±1,0	
	-	+13	36001			±1,0	
	-	+13	38000			±1,0	
	-	+13	39000			±1,0	
	-	+13	39001			±1,0	
	-	+13	40000			±1,0	

Таблица Б.6.3 – Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала (ΔР) 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 ΔР, дБ	Допустимые значения ΔР, дБ	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5	6
Заполняется для всех модификаций генераторов сигналов SW-ASG1000					
+5	2,001			±0,6	
+10	2,001			±0,6	
+13	2,001			±0,8	
+5	1000			±0,6	
+10	1000			±0,6	
+13	1000			±0,8	
Заполняется только для генератора сигналов модификации SW-ASG1020					
+5	20000			±0,8	
+10	20000			±0,8	
+16	20000			±0,8	
Заполняется только для генератора сигналов модификации SW-ASG1040					
1	2	3	4	5	6
+5	40000			±0,9	
+10	40000			±0,9	
+13	40000			±1,0	

Таблица Б.6.4 – Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности выходного синусоидального сигнала (ΔР) для значений менее 0 дБ (1 мВт)

Уровень, установленный на генераторе дБ (1 мВт)	Частота $F_{УСТ}$, МГц	Измеренные значения P_{FSMR}, дБ (1 мВт)	Рассчитанные значения ΔР, дБ	Допустимые значения ΔР, дБ	Вывод о соответствии
1	2	3	4	5	6
Заполняется для всех модификаций генераторов сигналов SW-ASG1000					
-5	1000			±0,6	
-10	1000			±0,7	
-15	1000			±0,7	
-20	1000			±0,7	
-25	1000			±0,7	
-30	1000			±0,7	
-35	1000			±0,7	
-40	1000			±0,7	
-45	1000			±0,7	
-50	1000			±0,7	
-55	1000			±0,7	
-60	1000			±0,7	
-70	1000			±1,5	
-80	1000			±1,5	
-90	1000			±1,5	
Заполняется только для генератора сигналов модификации SW-ASG1020					
-5	20000			±0,8	
-10	20000			±0,9	
-15	20000			±0,9	
-20	20000			±0,9	
-25	20000			±0,9	
-30	20000			±0,9	
-35	20000			±0,9	
-40	20000			±0,9	
-45	20000			±0,9	
-50	20000			±0,9	
-55	20000			±0,9	
-60	20000			±0,9	
-70	20000			±1,8	
-80	20000			±1,8	
-90	20000			±1,8	
Заполняется только для генератора сигналов модификации SW-ASG1040					
1	2	3	4	5	6
-5	40000			±0,9	
-10	40000			±1,0	
-15	40000			±1,0	
-20	40000			±1,0	
-25	40000			±1,0	
-30	40000			±1,0	
-35	40000			±1,0	
-40	40000			±1,0	
-45	40000			±1,0	

Продолжение таблицы Б.6.4

1	2	3	4	5	6
-50	40000			±1,0	
-55	40000			±1,0	
-60	40000			±1,0	
-70	40000			±2,0	
-80	40000			±2,0	
-90	40000			±2,0	

Таблица Б.7 – Определение уровня 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
2,1 МГц		-25	
5,6 МГц			
9,9 МГц			
10,1 МГц		-30	
1,65 ГГц			
3,29 ГГц			
3,31 ГГц		-55	
7,65 ГГц			
11,99 ГГц			
19,99 ГГц			

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

Установленные значения частоты на генераторе	Измеренные значения $P_{НГС}$, дБ относительно несущей	Допустимые значения $P_{НГС}$, дБ относительно несущей	Вывод о соответствии
1	2	3	4
50,1 МГц		-60	
150,1 МГц			
249,9 МГц			
250,1 МГц		-65	
1,81 ГГц			
3,29 ГГц			
3,31 ГГц		-62	
6,65 ГГц			
9,99 ГГц			
10,01 ГГц		-55	
11,99 ГГц			
19,99 ГГц			
29,99 ГГц (только для SW-ASG1040)		-50	
39,99 ГГц (только для SW-ASG1040)			

Таблица Б.9 – Определение значений спектральной плотности мощности фазовых шумов относительно несущей в полосе 1 Гц при уровне мощности выходного синусоидального сигнала 10 дБ (1 мВт), ($Р_{ФШ}$).

Установленные значения частоты на генераторе	Действительные значения $Р_{ФШ}$, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц	Допустимые значения $Р_{ФШ}$, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц	Вывод о соответствии
1	2	3	4
Частота отстройки 100 Гц			
1 ГГц		-101	
10 ГГц		-88	
Частота отстройки 1 кГц			
1 ГГц		-128	
10 ГГц		-105	
Частота отстройки 10 кГц			
1 ГГц		-139	
10 ГГц		-120	
Частота отстройки 100 кГц			
1 ГГц		-139	
10 ГГц		-120	

ВНИМАНИЕ!!! Таблицы Б.10 и Б.11 заполняются, только для тех генераторов, у которых установлена опция SW-ASG-AM – режимы внутренней модуляции АМ, ЧМ

Таблица Б.10 – Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции ($\Delta К_{АМ}$).

Центральная частота	Установленные значения $К_{АМ}$, %	Измеренные значения $К_{АМ}$, %	Рассчитанные значения $\Delta К_{АМ}$, %	Допустимые значения $\Delta К_{АМ}$, %	Вывод о соответствии
1 ГГц	30			±2,2	
10 МГц	30			±2,2	
F_{MAX}^{1}	30			±2,2	
Примечание: F_{MAX}^{1} – максимальное значение частоты поверяемого генератора					

Таблица Б.11 – Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты ($\Delta F_Д$).

Центральная частота	Установленные значения $F_Д$	Измеренные значения $F_Д$, Гц	Рассчитанные значения $\Delta F_Д$, Гц	Допустимые значения $\Delta F_Д$, Гц	Вывод о соответствии
1	3	4	5	6	7
1 ГГц	1,25 кГц			±57,5	
	10 кГц			±320	
	50 кГц			±1520	
10 МГц	50 кГц			±1520	
312,5 МГц	12,5 кГц			±395	
625 МГц	25 кГц			±770	
2,5 ГГц	100 кГц			±3020	

Продолжение таблицы Б.11

1	3	4	5	6	7
5 ГГц	200 кГц			±6020	
10 ГГц	400 кГц			±12020	
20 ГГц	800 кГц			±24020	
40 ГГц	1600 кГц			±48020	

ВНИМАНИЕ!!! Таблицы Б.12 и Б.13 заполняется, только для тех генераторов, у которых установлена опция SW-ASG-PM – режим внутренней импульсной модуляции

Таблица Б.12 – Определение времени нарастания и спада радиоимпульсов в режиме ИМ.

Измеряемая характеристика	Измеренные значения времени нарастания/спада радиоимпульса, нс	Допустимые значения времени нарастания/спада радиоимпульса, нс, не более	Вывод о соответствии
Время нарастания радиоимпульса		15	
Время спада радиоимпульса		15	

Таблица Б.13 – Определение коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами.

Установленные значения частоты на генераторе	Измеренные значения коэффициента подавления, дБ	Допустимые значения коэффициента подавления, дБ, не менее	Вывод о соответствии
1 ГГц		80	
F_{MAX}		80	

Продолжение таблицы Б.11

1	3	4	5	6	7
5 ГГц	200 кГц			±6020	
10 ГГц	400 кГц			±12020	
20 ГГц	800 кГц			±24020	
40 ГГц	1600 кГц			±48020	

ВНИМАНИЕ!!! Таблицы Б.12 и Б.13 заполняется, только для тех генераторов, у которых установлена опция SW-ASG-PM – режим внутренней импульсной модуляции

Таблица Б.12 – Определение времени нарастания и спада радиоимпульсов в режиме ИМ.

Измеряемая характеристика	Измеренные значения времени нарастания/спада радиоимпульса, нс	Допустимые значения времени нарастания/спада радиоимпульса, нс, не более	Вывод о соответствии
Время нарастания радиоимпульса		15	
Время спада радиоимпульса		15	

Таблица Б.13 – Определение коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами.

Установленные значения частоты на генераторе	Измеренные значения коэффициента подавления, дБ	Допустимые значения коэффициента подавления, дБ, не менее	Вывод о соответствии
1 ГГц		80	
F_{MAX}		80	