



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»  
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора  
ФБУ «Ростест-Москва»



  
А.Д. Меньшиков

«31» марта 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ ВЕКТОРНЫЕ XS-VSG-01

Методика поверки

РТ-МП-146-441-2023

г. Москва  
2023 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на генераторы сигналов векторные XS-VSG-01 (далее – генераторы) и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки. В процессе поверки подтверждаются требования к метрологическим характеристикам, указанным в описании типа на генераторы сигналов векторные XS-VSG-01.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых генераторов сигналов векторных XS-VSG-01 к государственным первичным эталонам единиц величин:

- к ГЭТ 1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени» в соответствии с Приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты;

- к ГЭТ 26-2010 «Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,50 ГГц» в соответствии с Приказом Росстандарта № 3461 от 30.12.2019 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц;

- к ГЭТ 167-2021 «Государственный первичный эталон единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 118,1 ГГц» в соответствии с приказом Росстандарта № 2813 от 09.11.2022 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,50 до 118,1 ГГц;

- к ГЭТ 193-2011 «Государственный первичный эталон единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц» в соответствии с Приказом Росстандарта № 3383 от 30.12.2019 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 20 Гц до 178,4 ГГц;

- к ГЭТ 180-2010 «Государственный первичный эталон единицы коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний» в соответствии с ГОСТ Р 8.717-2010 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений коэффициента амплитудной модуляции высокочастотных колебаний;

- к ГЭТ 166-2020 «Государственный первичный эталон единицы девиации частоты» в соответствии с Приказом Росстандарта № 233 от 01.02.2022 Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений девиации частоты.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 10.1 - 10.6 применяется метод прямых измерений.

На основании письменного заявления владельца СИ допускается проводить периодическую поверку генераторов сигналов векторных XS-VSG-01 для меньшего числа измеряемых величин и для отдельных измерительных каналов:

- в ограниченном диапазоне частот до верхней граничной частоты любой из частотных опции генератора (3; 6; 7; 12; 20; 30 ГГц) в части операций по пунктам 10.1 – 10.6;

- в ограниченной полосе модуляции 200 МГц или 500 МГц при наличии опций BWA500/BWA1000/BWA2000/ BWB500/BWB1000/BWB2000 в части операции по пункту 10.4.2;

- без определения метрологических характеристик одного из каналов при наличии опций СНВ003/СНВ006/СНВ007/СНВ012/СНВ020 в части операций по пунктам 10.2 - 10.6.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
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	8.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений			10
Определение относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного кварцевого генератора и абсолютной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора	Да	Да	10.1
Определение диапазона установки уровня выходного синусоидального сигнала и абсолютной погрешности установки уровня выходного синусоидального сигнала	Да	Да	10.2
Определение параметров спектра сигнала в режиме непрерывных колебаний	Да	Да	10.3
Определение параметров внутренней квадратурной модуляции	Да	Да	10.4
Определение параметров режимов амплитудной, частотной, импульсной модуляции (АМ, ЧМ, ИМ)	Да	Нет	10.5
Определение КСВН выхода генератора	Да	Нет	10.6
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11
Примечание: при наличии в генераторе второго канала (опции СНВ003/СНВ006/СНВ007/СНВ012/СНВ020) проводят определение метрологических характеристик второго канала в соответствии с операциями по пунктам 10.2 - 10.6			

## 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 30;
- 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 сигналов векторных XS-VSG-01 допускаются специалисты, имеющие необходимую квалификацию, освоившие работу с генераторами и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику поверки.

#### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки генераторов сигналов векторных XS-VSG-01 применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения 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)	Средство измерений температуры окружающей среды, диапазон измерений от +20 до +30 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,5$ °С Средство измерений относительной влажности воздуха, диапазон измерений от 30 % до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха $\pm 3,0$ % Средство измерений атмосферного давления, диапазон измерений от 86 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений давления $\pm 0,2$ кПа	Термогигрометр UNITESS THB 1 модификация THB 1B (рег.номер 70481-18 в ФИФ)
п.10.1 Определение относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного кварцевого генератора и абсолютной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора	Средство измерений частоты, соответствующее требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по Приказу Росстандарта № 2360 от 26.09.2022, частота выходного сигнала 10 МГц	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG (рег.номер 70172-18 в ФИФ)
	Средство измерений частоты, диапазон измеряемых частот от 100 кГц до 10 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора $\pm 2 \cdot 10^{-7}$ за год	Частотомер универсальный CNT-90 (рег. номер 70888-18 в ФИФ)
	Средство измерений частоты, диапазон измеряемых частот от 10 МГц до 40 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора $\pm 2 \cdot 10^{-7}$	Анализатор спектра и сигналов FSW43 (рег. номер 78802-20 в ФИФ)

Продолжение таблицы 2

1	2	3
<p>п. 10.2 Определение диапазона установки уровня выходного синусоидального сигнала и абсолютной погрешности установки уровня выходного синусоидального сигнала</p>	<p>Средство измерений мощности электромагнитных колебаний, соответствующее требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3461, диапазон частот от 100 кГц до 40 ГГц, диапазон измеряемого уровня мощности от <math>3 \cdot 10^{-4}</math> до <math>10^2</math> мВт</p>	<p>Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP40T (рег. номер 69958-17 в ФИФ)</p>
	<p>Средство измерений мощности электромагнитных колебаний, соответствующее требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3461, диапазон частот от 10 МГц до 6 ГГц, диапазон измеряемого уровня мощности от <math>3 \cdot 10^{-2}</math> до <math>10^3</math> мВт</p>	<p>Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18S-10 (рег. номер 67460-17 в ФИФ)</p>
	<p>Средство измерений ослабления электромагнитных колебаний, соответствующее требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по Приказу Росстандарта № 3383 от 30.12.2019, диапазон частот от 100 кГц до 40 ГГц, диапазон измерения ослабления от 0 до 120 дБ</p>	<p>Анализатор спектра и сигналов FSW43 с опцией B24 (рег. номер 78802-20 в ФИФ)</p>
<p>п. 10.3 Определение параметров спектра сигнала в режиме непрерывных колебаний</p>	<p>Средство измерений частоты и мощности спектральных составляющих электромагнитных колебаний, диапазон частот от 100 кГц до 40 ГГц, диапазон измеряемого уровня мощности от минус 120 до +20 дБ (1 мВт), пределы допускаемой относительной погрешности измерения уровня мощности из-за нелинейности шкалы <math>\pm 0,2</math> дБ, собственные гармонические искажения не более минус 75 дБ относительно несущей</p>	<p>Анализатор спектра и сигналов FSW43 (рег. номер 78802-20 в ФИФ)</p>
	<p>Средство измерений фазовых шумов, диапазон частот от 1 ГГц до 10 ГГц, собственный фазовый шум не более минус 166 дБ относительно несущей в полосе 1 Гц, при отстройке 20 кГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения фазовых шумов <math>\pm 1,5</math> дБ</p>	<p>Анализатор фазового шума FSWP26 с опцией B61 (рег. номер 63528-16 в ФИФ)</p>

Окончание таблицы 2

1	2	3
п. 10.4 Определение параметров внутренней квадратурной модуляции	Средство измерений векторной ошибки квадратурной модуляции, частота 1 ГГц, остаточное среднеквадратическое значение векторной ошибки модуляции для скорости модуляции до 10 МГц не более 0,6 %	Анализатор спектра и сигналов FSW43 с опцией K70 (рег. номер 78802-20 в ФИФ)
	Средство измерений мощности электромагнитных колебаний, соответствующее требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3461, диапазон частот от 100 кГц до 40 ГГц, диапазон измеряемого уровня мощности от $3 \cdot 10^{-4}$ до $10^2$ мВт	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP40T (рег. номер 69958-17 в ФИФ)
п. 10.5 Определение параметров режимов амплитудной, частотной, импульсной модуляции (АМ, ЧМ, ИМ)	Средство измерений коэффициента амплитудной модуляции и девиации частоты, соответствующее требованиям к эталонам не ниже 1 разряда по ГОСТ Р 8.717-2010 и не ниже 1 разряда по Приказу Росстандарта № 233 от 01.02.2022, диапазон частот от 100 кГц до 3 ГГц, диапазон измерений коэффициента амплитудной модуляции от 0 до 100 %, диапазон измерений девиации частоты от 0 до 1 МГц. Средство измерений времени нарастания/спада и мощности радиоимпульсов, диапазон частот от 100 кГц до 3 ГГц, полоса анализа не менее 320 МГц, диапазон измеряемого уровня мощности от минус 100 до 20 дБ (1 мВт), пределы допускаемой относительной погрешности измерения уровня мощности из-за нелинейности шкалы $\pm 0,2$ дБ	Анализатор спектра и сигналов FSW43 с опциями K7 и B320 (рег. номер 78802-20 в ФИФ)
п. 10.6 Определение КСВН выхода генератора	Средство измерений КСВН, диапазон частот от 10 МГц до 40 ГГц, диапазон измерений КСВН от 1,05 до 10, пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН $\pm 5$ %	Анализатор электрических цепей векторный ZVA40 (рег. номер 37174-08 в ФИФ)
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 12.2.091-2002 «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**

7.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие генераторов следующим требованиям:

- внешний вид генераторов должен соответствовать фотографиям, приведённым в описании типа на данное средство измерений;
- наличие маркировки, подтверждающей тип, и серийный номер;
- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данное средство измерений.
- наружная поверхность не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу прибора и его органов управления;
- разъемы должны быть чистыми;
- комплектность генератора должна соответствовать указанной в технической документации фирмы-изготовителя.

7.2 Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

Установленный факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке не является критерием неисправности средства измерения и носит информативный характер для производителя средства измерений и сервисных центров, осуществляющих ремонт.

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

7.3 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

Проверить соблюдение условий проведения поверки на соответствие разделу 3 настоящей методики поверки.

### 8.2 Подготовка к поверке

Порядок установки генератора на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации: «Генераторы сигналов векторные XS-VSG-01». Руководство по эксплуатации».

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

Подключить генератор к сети питания. Включить прибор согласно РЭ. Выдержать 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

При опробовании проверяется работоспособность генератора.

Проверить отсутствие сообщений о неисправности на экране генератора после включения прибора.

Убедиться в работоспособности ЖКИ и возможности установки режимов измерений и настройки основных параметров и режимов измерений генератора.

Результаты опробования считать удовлетворительными, если при включении не возникают сообщения об ошибках, после прогрева генератора в течение 30 минут ЖКИ работоспособен, генератор позволяет менять настройки параметров и режимов работы.

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

9.1 Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения генератора отображаются при нажатии клавиш: **"Tools > System Info > Firmware"**.

Информация об установленных опциях отображается при нажатии клавиш **"Tools > System Info > Software Options"** и **"Tools > System Info > Hardware Options"**.

Идентификационное наименование и номер версии ПО 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 внутреннего опорного кварцевого генератора и абсолютной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора

Определение погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора проводят методом прямых измерений с помощью частотомера универсального CNT-90, анализатора спектра и сигналов FSW43 и стандарта частоты рубидиевого GPS-12RG, который используется в качестве опорного генератора.

Относительную погрешность установки частоты внутреннего опорного кварцевого генератора 10 МГц определить путем измерения сигнала внутренней опорной частоты  $F_{ном}$  на задней панели генератора. Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 1.

Измерить частоту опорного генератора у XS-VSG-01, зафиксировать результаты измерений  $F_{изм}$ .

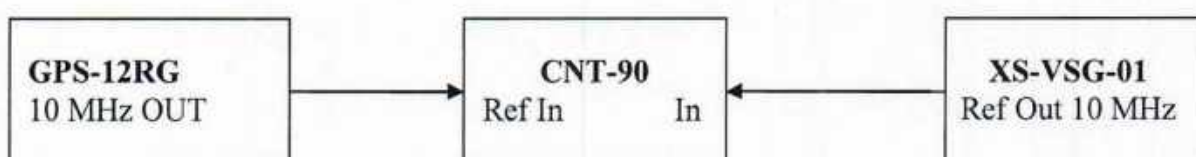


Рисунок 1

Абсолютную погрешность установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора на минимальной частоте выходного СВЧ сигнала  $F_{уст}$  равной 100 кГц определить с помощью частотомера универсального CNT-90, работающего от внешней опорной частоты, подаваемой от стандарта частоты. На генераторе установить немодулированный сигнал частотой 100 кГц и уровнем 0 дБ (1 мВт). Зафиксировать результаты измерений  $F_{изм}$ .

Абсолютную погрешность установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора на максимальной частоте выходного СВЧ сигнала  $F_{уст}$ , в зависимости от опции частотного диапазона поверяемого генератора (3 ГГц; 6 ГГц; 7 ГГц; 12 ГГц; 20 ГГц; 30 ГГц; 40 ГГц), определить с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43, работающего в режиме частотомера от внешней опорной частоты, подаваемой от стандарта частоты рубидиевого GPS-12RG.

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

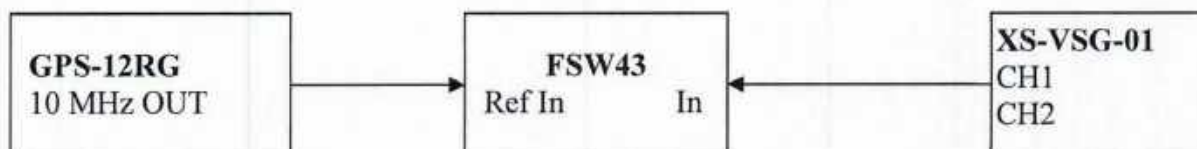


Рисунок 2

На генераторе установить немодулированный сигнал частотой  $F_{уст}$  и уровнем 0 дБ (1 мВт). Измерить частоту анализатором спектра и сигналов FSW43, зафиксировать результаты измерений  $F_{изм}$ .

## 10.2 Определение диапазона установки уровня выходного синусоидального сигнала и абсолютной погрешности установки уровня выходного синусоидального сигнала

Определение абсолютной погрешности установки уровня выходного синусоидального сигнала, а также диапазона установки уровня выходного синусоидального сигнала, проводят методом прямых измерений. Для уровней выходной мощности от 0 до 20 дБ (1 мВт) измерения проводят с помощью ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP40T. Для уровня выходной мощности 21 дБ (1 мВт) измерения проводят с помощью ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP18S-10. Для уровней выходной мощности от минус 120 до минус 5 дБ (1 мВт) измерения проводят с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43.

Подключить ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP40T к выходу генератора, установить на нем частоту измерений для корректировки частотной зависимости. На генераторе установить немодулированный сигнал, уровень выходной мощности  $P_{уст}$  равный 0 дБ (1 мВт). В зависимости от опции частотного диапазона генератора, измерения выходного уровня генератора  $P_{изм}$  провести на частотах: частотах 0,1; 1; 3; 8; 10; 20; 52; 52,01; 100; 200 МГц; далее до 3 ГГц с шагом 200 МГц; от 3 ГГц до 12 ГГц с шагом 250 МГц; далее с шагом 500 МГц до максимальной частоты генератора. Зафиксировать результаты измерений  $P_{изм}$ .

Кроме этого, аналогичным образом провести измерения для максимально специфицированного уровня выходного сигнала генератора  $P_{уст}$  в соответствии с таблицей 3. Для диапазона частот свыше 10 МГц до 6 ГГц вместо ваттметра NRP40T использовать ваттметр NRP18S-10.

Таблица 3

Диапазон установки значений уровня выходного сигнала в зависимости от частоты, дБ (1 мВт)	от 100 кГц до 10 МГц включ.	от -120 до +18
	св. 10 МГц до 6 ГГц включ.	от -120 до +21
	св. 6 до 20 ГГц включ.	от -120 до +18
	св. 20 до 40 ГГц	от -120 до +14

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

Генератор перевести в режим работы от внешнего источника опорного сигнала частотой 10 МГц, который подать с выхода 10 МГц анализатора спектра и сигналов FSW43. На генераторе установить немодулированный сигнал частотой 100 МГц и уровнем 0 дБ (1 мВт). На анализаторе установить частоту измерения и выбрать режим относительных измерений уровня сигнала (установить «0 дБ»).

Уменьшая выходной уровень генератора  $P_{уст}$  с шагом 5 дБ, провести измерения до уровня минус 60 дБ (1 мВт). Зафиксировать результаты измерений  $P_{м}$ .

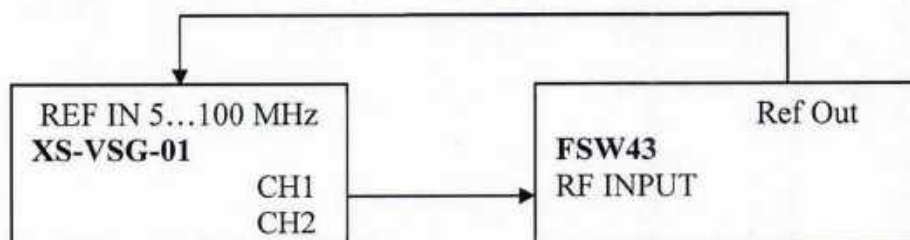


Рисунок 3

При достижении показаний маркера менее, чем минус 60 дБ (1 мВт) на анализаторе спектра установить: опорный уровень минус 60 дБ (1 мВт); встроенный аттенюатор ВЧ 0 дБ; полосу пропускания 1 Гц, предусилитель вкл. Установить полученное значение маркера в качестве опорного.

Уменьшая выходной уровень генератора  $P_{уст}$  с шагом 5 дБ, провести измерения до уровня минус 120 дБ (1 мВт). Зафиксировать результаты измерений  $P_M$ .

Повторить измерения на максимальной частоте поверяемого генератора (3 ГГц для опций СНА003, СНВ003, 6 ГГц для опций СНА006, СНВ006; 7 ГГц для опций СНА007, СНВ007; 12 ГГц для опций СНА012, СНВ012; 20 ГГц для опций СНА020, СНВ020; 30 ГГц для опции СНА030; 40 ГГц для опции СНА040), в диапазоне от 0 дБ (1 мВт) до минимального специфицированного значения уровня выходного сигнала на максимальной частоте. Зафиксировать результаты измерений  $P_M$ .

### 10.3 Определение параметров спектра сигнала в режиме непрерывных колебаний

Определение параметров спектра сигнала в режиме непрерывных колебаний проводят методом прямых измерений. Для определения уровня гармонических составляющих использовать анализатор спектра и сигналов FSW43, для определения уровня фазового шума использовать анализатор фазового шума FSWP26.

10.3.1 Для определения уровня гармонических составляющих, выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

На генераторе установить немодулированный сигнал частотой  $f_{нес}$  равной 100 кГц и уровнем 3 дБ (1 мВт). На анализаторе спектра и сигналов FSW43 установить опорный уровень 3 дБ (1 мВт), центральную частоту равную частоте генератора, полосу пропускания 1 кГц.

Включить режим автоматического измерения гармонических составляющих. Повторить измерения на частотах  $f_{нес}$  равных: 1 МГц; 10,1 МГц; 200,1 МГц; 1,201 ГГц; 3,501 ГГц; 6 ГГц; 7,125 ГГц; 10,701 ГГц; 12,001 ГГц; 17,801 ГГц; 19,501 ГГц в зависимости от установленной частотной опции генератора. Зафиксировать результаты измерений.

10.3.2 Для определения уровня фазового шума, выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3 заменив анализатор спектра и сигналов FSW43 на анализатор фазового шума FSWP26.

На генераторе установить немодулированный сигнал частотой 1 ГГц и уровнем 10 дБ (1 мВт). На анализаторе фазового шума FSWP26 установить частоту 1 ГГц, диапазон отстройки от 1 до 100 кГц и количество кросс-корреляций, необходимое для достижения требуемой чувствительности. Маркером в режиме измерения фазового шума провести измерения при отстройке 20 кГц от несущей. Зафиксировать результаты измерений.

Повторить измерения на частоте выходного СВЧ сигнала 10 ГГц в зависимости от установленной частотной опции генератора. Зафиксировать результаты измерений.

### 10.4 Определение параметров внутренней квадратурной модуляции

Определение параметров внутренней квадратурной модуляции проводят методом прямых измерений с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43 с опцией анализа сигналов с квадратурной модуляцией (K70) и ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP40T.

10.4.1 Абсолютную погрешность среднеквадратического значения векторной ошибки определить путем измерения сигнала с модуляцией типа 16QAM и частотой передачи данных 1 МГц на анализаторе спектра и сигналов FSW43 в режиме анализа

сигналов с квадратурной модуляцией (опция K70). Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

Для этого на генераторе установить несущую частоту 1 ГГц, уровень выходного сигнала 0 дБ (1 мВт), векторную модуляцию 16QAM, скорость передачи 1 МГц, тип данных PRBS9. На анализаторе спектра и сигналов FSW43 установить частоту 1 ГГц, режим векторной демодуляции сигнала 16QAM со скоростью передачи 1 МГц. Провести измерения среднеквадратического значения векторной ошибки EVM<sub>rms</sub> сигнала. Зафиксировать результаты измерений.

Повторить измерения для скорости передачи 10 МГц.

Зафиксировать результаты измерений  $\Theta_{изм}$  в %.

10.4.2 Неравномерность АЧХ в полосе модуляции определить путем измерения уровня выходного сигнала с помощью ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP40T при смещении частоты сигнала с помощью цифровой модуляции.

К ВЧ выходу генератора подключить ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP40T. На генераторе установить частоту 1 ГГц, уровень выходного сигнала 0 дБ (1 мВт), цифровую модуляцию BPSK с типом данных «ALL 0», смещение по частоте в настройках цифровой модуляции 0 Гц.

Измерить уровень выходной мощности  $P_{0гц}$ , затем, в зависимости от установленной опции полосы модуляции генератора, ввести смещение по частоте 1 МГц, 2 МГц, 5 МГц, 7 МГц, 10 МГц, 15 МГц, 20 МГц, далее с шагом 10 МГц до частоты 100 МГц, далее с шагом 50 МГц до частоты 250 МГц (только для опций BWA500/BWA1000/BWA2000/BWB500/BWB1000/BWB2000), далее с шагом 50 МГц до частоты 500 МГц (только для опций BWA1000/BWA2000/BWB1000/BWB2000). Зафиксировать результаты измерений  $P_{изм}$ . Те же измерения повторить при отрицательном смещении по частоте.

Повторить измерения на следующих частотах поверяемого генератора (5 ГГц для опций СНА006, СНВ006; 6 ГГц для опций СНА007, СНВ007; 11 ГГц для опций СНА012, СНВ012; 19 ГГц для опций СНА020, СНВ020; 30 ГГц для опции СНА030; 39 ГГц для опции СНА040).

10.4.3 Подавление несущей и зеркального канала определить с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43.

На генераторе установить частоту 1 ГГц, уровень выходного сигнала 0 дБ (1 мВт), цифровую модуляцию BPSK с типом данных «ALL 0», смещение по частоте в настройках цифровой модуляции 50 МГц. На анализаторе установить центральную частоту 1 ГГц, опорный уровень 0 дБ (1 мВт), полосу обзора 200 МГц.

Установить маркер анализатора на максимум сигнала. Дельта-маркером провести измерения на частоте несущей и частоте зеркального канала. (Смещение 50 МГц от несущей в противоположную сторону от отображаемого сигнала).

Повторить измерения на максимальной частоте поверяемого генератора (3 ГГц для опций СНА003, СНВ003; 6 ГГц для опций СНА006, СНВ006; 7 ГГц для опций СНА007, СНВ007; 12 ГГц для опций СНА012, СНВ012; 20 ГГц для опций СНА020, СНВ020; 30 ГГц для опции СНА030; 40 ГГц для опции СНА040). Зафиксировать результаты измерений.

10.5 Определение параметров режимов амплитудной, частотной, импульсной модуляции (АМ, ЧМ, ИМ)

Определение параметров генератора в режимах внутренней АМ, ЧМ, ИМ проводят методом прямых измерений с помощью анализатора спектра и сигналов FSW43 с опцией

измерительного демодулятора сигналов с аналоговой модуляцией (К7) и опцией полосы анализа 320 МГц (В320). Выполнить соединение СИ в соответствии со схемой, приведённой на рис. 3.

10.5.1 Для определения параметров в режиме АМ (абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции  $K_{ам}$  и коэффициента гармоник огибающей на генераторе установить режим внутренней АМ с коэффициентом амплитудной модуляции  $K_{ам} = 80\%$  и частотой модулирующего синусоидального колебания 1 кГц, несущую частоту 100 кГц, уровень выходного сигнала минус 10 дБ (1 мВт). На анализаторе установить режим демодуляции АМ на частоте 100 кГц с отображением  $K_{ам}$ , частоты модулирующего колебания и значения коэффициента гармоник огибающей.

Провести измерения  $K_{амизм}$  и коэффициента гармоник огибающей. Повторить измерения  $K_{амизм}$  для установленных значений  $K_{ам}$  равным 1 %, 10 %, 30 %, 50 %. Зафиксировать результаты измерений.

Повторить измерения на частоте 1 ГГц и максимальной частоте поверяемого генератора. Зафиксировать результаты измерений.

10.5.2 Для определения параметров в режиме ЧМ (абсолютной погрешности установки девиации частоты  $F_d$  и коэффициента гармоник огибающей КНИ) на генераторе установить режим внутренней ЧМ с девиацией частоты  $F_d = 100$  кГц и частотой модулирующего синусоидального колебания 1 кГц, несущую частоту 1 МГц, уровень выходного сигнала минус 10 дБ (1 мВт). На анализаторе установить режим демодуляции ЧМ на частоте 1 МГц с отображением девиации частоты, частоты модулирующего колебания и значения КНИ огибающей.

Провести измерения девиации частоты  $F_{дизм}$  и КНИ огибающей, повторить измерения девиации частоты для установленного значения девиации 1 кГц.

Повторить измерения на частоте 1 ГГц и максимальной частоте поверяемого генератора. Зафиксировать результаты измерений.

10.5.3 Для определения времени нарастания и спада радиоимпульсов в режиме ИМ на генераторе установить: режим внутренней ИМ с периодом следования 100 нс и длительностью импульса 20 нс, частота несущей 1 ГГц, уровень выходного сигнала 0 дБ (1 мВт). На анализаторе установить режим нулевой полосы обзора на частоте 1 ГГц с полосой анализа 320 МГц и временем развертки 200 нс. С помощью синхронизации добиться устойчивой картинки.

Провести с помощью маркера, измерения времени нарастания и спада радиоимпульсов.

Для определения коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами на генераторе установить: режим внутренней ИМ с периодом следования 2 с и длительностью импульса 1 с, частоту несущей 1 ГГц, уровень выходного сигнала 0 дБ (1 мВт). На анализаторе установить режим нулевой полосы обзора на частоте 1 ГГц с полосой анализа 1 кГц и временем развертки 4 с. С помощью синхронизации добиться устойчивой картинки.

Маркером измерить уровень сигнала на вершине импульса и в паузе между импульсами. Вычислить коэффициент подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами, как разность между уровнями.

Повторить измерения по пункту 10.5.3 на частоте поверяемого генератора 2,999 ГГц. Зафиксировать результаты измерений.

## 10.6 Определение КСВН выхода генератора

Определение КСВН выхода генератора проводят методом прямых измерений с помощью анализатора электрических цепей векторного ZVA40. На генераторе установить частоту 1 ГГц, уровень выходного сигнала минус 80 дБ (1 мВт). На анализаторе цепей установить режим измерения КСВН в полосе частот от 10 МГц крайней частоты диапазона поверяемого генератора. Зафиксировать результаты измерений.

## 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

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

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

где  $F_{\text{изм}}$  – измеренное значение частоты, Гц;  
 $F_{\text{ном}}$  – номинальное значение частоты внутреннего опорного кварцевого генератора,  $10^7$  Гц.

Рассчитать по формуле (2) абсолютную погрешность установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора  $\Delta F$ :

$$\Delta F = F_{\text{изм}} - F_{\text{уст}}, \quad (2)$$

где  $F_{\text{изм}}$  – измеренное значение частоты, Гц;  
 $F_{\text{уст}}$  – установленное значение частоты, Гц.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного кварцевого генератора  $\delta F$  не выходят за пределы  $\pm 5 \cdot 10^{-8}$  и рассчитанные значения абсолютной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора  $\Delta F$  для всех указанных частот не выходят за пределы  $\pm(5 \cdot 10^{-8} \cdot F_{\text{уст}} + 0,5)$  Гц.

11.2 Для полученных в пункте 10.2 результатов измерений  $P_{\text{изм}}$ , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (3) абсолютную погрешность установки уровня выходного синусоидального сигнала  $\Delta P_0$ , дБ, для уровня мощности 0 дБ (1 мВт) и по формуле (4) абсолютную погрешность установки уровня выходного синусоидального сигнала  $\Delta P_{\text{макс}}$ , дБ, для максимально специфицированного уровня:

$$\Delta P_0 = P_{\text{изм}} - P_{\text{уст}} \quad (3)$$

$$\Delta P_{\text{макс}} = P_{\text{изм}} - P_{\text{уст}}, \quad (4)$$

где  $P_{\text{изм}}$  – показания ваттметра поглощаемой мощности, дБ (1 мВт);  
 $P_{\text{уст}}$  – установленное на генераторе значение уровня мощности, дБ (1 мВт).

Рассчитать по формуле (5) абсолютную погрешность установки уровня выходного синусоидального сигнала  $\Delta P$ , дБ, для уровня выходного синусоидального сигнала ниже 0 и до минус 60 дБ (1 мВт):

$$\Delta P = P_{уст} - P_M + \Delta P_0, \quad (5)$$

где  $P_M$  – текущие показания дельта-маркера анализатора спектра, дБ (1 мВт).

Рассчитать по формуле (6) абсолютную погрешность установки уровня выходного синусоидального сигнала  $\Delta P$ , дБ, для уровня выходного синусоидального сигнала ниже минус 60 дБ (1 мВт):

$$\Delta P = P_{уст} - P_M + \Delta P_{-60дБм}, \quad (6)$$

где  $\Delta P_{-60дБм}$  – погрешность установки уровня выходного синусоидального сигнала для значения уровня выходного синусоидального сигнала, равного минус 60 дБ (1 мВт), рассчитанная по формуле (5), дБ.

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности установки уровня выходного синусоидального сигнала для всех указанных уровней не выходят за пределы, указанные в таблице 4.

Таблица 4

Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходного синусоидального сигнала, в диапазоне частот, дБ	от 100 кГц до 6 ГГц включ.	$\pm 0,6$
	св. 6 до 20 ГГц включ.	$\pm 0,9$
	св. 20 до 40 ГГц	$\pm 1,2$

11.3 Результаты поверки по пункту 10.3.1 считаются удовлетворительными, если измеренные значения уровня гармонических составляющих синусоидального сигнала для всех указанных частот не превышают значений указанных в таблице 5.

Таблица 5

Уровень гармонических составляющих для уровня выходного сигнала не более 10 дБ (1 мВт), в диапазоне частот, дБ относительно несущей, не более	от 100 кГц до 3,5 ГГц включ.	-30
	св. 3,5 до 20 ГГц	-40

Результаты поверки по пункту 10.3.2 считаются удовлетворительными, если измеренные значения уровня фазового шума для всех указанных частот не превышают значений указанных в таблице 6.

Таблица 6

Спектральная плотность мощности фазовых шумов при отстройке от несущей 20 кГц и уровне выходного сигнала 10 дБ (1 мВт) в зависимости от частоты несущей, дБ относительно несущей в полосе 1 Гц, не более	штатно	1 ГГц	-137
		10 ГГц	-117
	Опция EPN01	1 ГГц	-143
		10 ГГц	-127

11.4 Для полученных в пункте 10.4.1 результатов измерений  $\Theta_{\text{изм}}$ , %, рассчитать по формуле (7) значения абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки  $\Delta\Theta$ , %:

$$\Delta\Theta = \sqrt{|\Theta_{\text{изм}}^2 - \Theta_{\text{ас}}^2|}, \quad (7)$$

где  $\Theta_{\text{ас}}$  – допустимые значения СКЗ векторной ошибки модуляции анализатора спектра и сигналов FSW43 с опцией анализа сигналов с квадратурной модуляцией (K70) равные: 0,6 % для скорости передачи до 10 МГц.

Результаты поверки по пункту 10.4.1 считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности среднеквадратического значения векторной ошибки  $\Delta\Theta$ , %, для всех указанных скоростей передачи не должны превышать 0,8 %.

Для полученных в пункте 10.4.2 результатов измерений  $P_{\text{изм}}$ , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (8) значения неравномерности АЧХ в полосе модуляции  $\Delta A$ , дБ:

$$\Delta A = P_{\text{огц}} - P_{\text{изм}}, \quad (8)$$

где  $P_{\text{огц}}$  – показания ваттметра поглощаемой мощности при отсутствии смещения по частоте, дБ (1 мВт);  
 $P_{\text{изм}}$  – показания ваттметра поглощаемой мощности при смещении по частоте, дБ (1 мВт).

Результаты поверки по пункту 10.4.2 считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения неравномерности АЧХ в полосе модуляции  $\Delta A$ , дБ, для всех указанных частот не превышают  $\pm 1,0$  дБ.

Результаты поверки по пункту 10.4.3 считаются удовлетворительными, если измеренные значения подавления несущей и подавления зеркального канала для всех указанных частот не менее значений указанных в таблице 7.

Таблица 7

Подавление несущей, в диапазоне частот, дБ, не менее	диапазоне от 250 МГц до 19,5 ГГц включ.	55
	св.19,5 до 40 ГГц	30
Подавление зеркального канала, в диапазоне частот, дБ, не менее	от 250 МГц до 10 ГГц включ.	50
	св.10 до 40 ГГц	45

11.5 Для полученных в пункте 10.5.1 результатов измерений  $K_{\text{амизм}}$  рассчитать по формуле (9) абсолютную погрешность измерений коэффициента амплитудной модуляции  $\Delta K_{\text{ам}}$ , %:

$$\Delta K_{\text{ам}} = K_{\text{амизм}} - K_{\text{ам}} \quad (9)$$

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции  $\Delta K_{\text{ам}}$  и измеренные значения коэффициента гармоник огибающей соответствуют требованиям, указанным в таблице 8.

Таблица 8

Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции (Кам) при модулирующей частоте 1 кГц и Кам не более 80 %, %	$\pm(0,02 \cdot \text{Кам} + 1)$
Коэффициент гармоник огибающей при Кам = 80 % и модулирующей частоте 1 кГц, %, не более	1,0

Для полученных в пункте 10.5.2 результатов измерений  $F_{\text{дизм}}$  рассчитать по формуле (10) абсолютную погрешность измерений девиации частоты  $\Delta F_{\text{д}}$ , %:

$$\Delta F_{\text{д}} = F_{\text{дизм}} - F_{\text{д}} \quad (10)$$

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности установки девиации частоты  $\Delta F_{\text{д}}$  и измеренные значения коэффициента гармоник огибающей соответствуют требованиям, указанным в таблице 9.

Таблица 9

Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки девиации частоты ( $F_{\text{д}}$ ) при модулирующей частоте 1 кГц	$\pm(0,05 \cdot F_{\text{д}} + 20)$
Коэффициент гармоник огибающей при $F_{\text{д}} = 100$ кГц и модулирующей частоте 1 кГц, %, не более	0,1

Результаты поверки по пункту 10.5.3 считаются удовлетворительными, если измеренные значения времени нарастания и спада радиоимпульсов и коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами соответствуют требованиям, указанным в таблице 10.

Таблица 10

Время нарастания/спада радиоимпульсов, нс, не более	10
Коэффициент подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами, в диапазоне частот от 100 кГц до не более 3 ГГц, дБ, не менее	80

11.6 Результаты поверки по пункту 10.6 считаются удовлетворительными, если полученные значения КСВН выхода генератора во всём частотном диапазоне не превышают 2,4.

11.7 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, является обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в разделах 8.2; 9; 10 и соответствие действительных значений метрологических характеристик генераторов сигналов векторных XS-VSG-01 требованиям, указанным в пунктах 11.1 - 11.6 настоящей методики.

## 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 произвольной формы.

12.2 Сведения о результатах и объеме проведенной 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. По заявлению владельца средства измерений знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

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 «Ростест-Москва»



С. Н. Гольшак

Начальник сектора  
лаборатории № 441 ФБУ «Ростест-Москва»



А. С. Каледин