

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
АО «ПриСТ»



А. Н. Новиков

« 29 » сентября 2025 г.

«ГСИ. Генераторы сигналов векторные VSG25A.
Методика поверки»

МП-ПР-48-2025

Москва
2025

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на генераторы сигналов векторные VSG25A с инвентарными номерами А-001, А-002, А-003, А-004, А-005, А-006, А-007, А-008 (далее по тексту – генераторы) и устанавливает методы и средства их поверки.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых генераторов к государственным первичным эталонам единиц величин:

- к ГЭТ 1-2022. «ГПЭ единиц времени, частоты и национальной шкалы времени» в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 года № 2360;

- к ГЭТ 26-2010. «ГПЭ единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,5 ГГц» в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 года № 3461.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в Приложении А.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 9.1 – 9.3 применяется метод прямых измерений.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

При проведении первичной и периодической поверок генераторов должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр средства измерений	да	да	Раздел 6
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	Раздел 7
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	Раздел 8
4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-	-	Раздел 9
5 Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала	да	да	9.1
6 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала	да	да	9.2
7 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов	да	да	9.3
8 Оформление результатов поверки	да	да	Раздел 10

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- относительная влажность от 20 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- напряжение питающей сети от 200 до 240 В;
- частота питающей сети от 47 до 63 Гц.

4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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
9.1	Эталон единицы времени и частоты не ниже 4 разряда по по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360, в диапазоне частот от 0,002 Гц до 300 МГц. Пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора $\pm 2 \cdot 10^{-7}$	Частотомер универсальный CNT-90XL (рег. № 70888-18)
9.1	Эталон единицы частоты не ниже 2 разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360. Пределы допускаемой погрешности по частоте $\pm 5 \cdot 10^{-13}$ за год.	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007 (рег. № 40466-09)
9.2	Эталон единицы мощности электромагнитных колебаний не ниже 2 разряда по по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461, для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 8 кГц до 18 ГГц, пределы допуска-емой основной относительной погрешности измерения мощности от от -70 дБм до +23 дБм $\pm 2,5$ %.	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18A (рег. № 64926-16)
9.3	Диапазон частот от 3 Гц до 50 ГГц, гармонические искажения не более -70 дБн, уровень собственных фазового шума для центральной частоты 1 ГГц не более -129 дБн/Гц при отстройке от несущей 10 кГц.	Анализатор сигналов N9030A (рег. № 51073-12)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа, поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

Таблица 3 – Вспомогательные 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
7.1, 9.1 – 9.3	Средства измерений температуры окружающей среды от +10 до +30 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью ± 3 %; Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с погрешностью не более 2%;	Термогигрометр Fluke мод. 1620A DewK (рег. № 58174-14)
9.2	Индикаторный блок	NRP2

Продолжение таблицы 3

7.1, 9.1 – 9.3	Средство измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 30 до 120 кПа. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ± 300 Па.	Измеритель давления Testo 511 (рег. № 53431-13)
7.1, 9.1 – 9.3	Средство измерений переменного напряжения. Диапазон измерений переменного напряжения от 50 до 480 В. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений переменного напряжения 0,2 %. Диапазон измерений частоты от 45 до 66 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты 0,1 %.	Прибор универсальный измерительный параметров электрической сети DMG 800 (рег. № 49072-12)

5. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.27.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.27.7-75, требованиями правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных приказом Минтруда России от 15 декабря 2020 года № 903н.

5.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в руководствах по эксплуатации.

5.3 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

6. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие поверяемого генератора следующим требованиям:

- не должно быть механических повреждений корпуса. Все надписи должны быть четкими и ясными;
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

6.2 При наличии дефектов поверяемый генератор бракуется и подлежит ремонту.

7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Перед проведением поверки должны быть проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.27.0-75;

7.2 Средства поверки и поверяемый генератор должны быть подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации и прогреты в течение 30 минут.

7.3 Поверитель должен иметь удостоверение на право работы на электроустановках с напряжением до 1000 В с группой допуска не ниже III.

7.4 Контроль условий проведения поверки по пункту 5 должен быть проведен перед началом поверки.

7.5 Опробование генераторов проводить путем проверки их на функционирование в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.5.1 Подготовить генератор к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.5.2 Установить программное обеспечение с цифрового носителя из состава поверяемого генератора.

7.5.3 Запустить ПО на ПК. Произвести подключение к поверяемому генератору по интерфейсу USB.

7.5.4 Включить генератор и проверить отсутствие сообщений о неисправности в процессе загрузки.

Результат опробования считать положительным, если отсутствуют сообщения об ошибках, генератор функционирует согласно руководству по эксплуатации.

При отрицательном результате опробования генератор бракуется и направляется в ремонт.

8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Проверка идентификационных данных программного обеспечения генераторов осуществляется путем вывода информации о версии программного обеспечения.

Войти в меню информации генератора, нажав кнопку HELP, и выбрав в открывшемся меню About VSG25, сравнить номер версии программного обеспечения, отображаемый в строке Software Version с приведенным в таблице 4.

Результат считается положительным, если версия программного обеспечения соответствует данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Signal Hound
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0.1

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Периодическая поверка генераторов, в случае его использования для меньшего диапазона частот, чем указано в разделе «Описание средства измерений» Описания типа, допускается на основании письменного заявления владельца прибора, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке прибора. Пункты методики 9.1 – 9.3 являются обязательными к проведению.

9.1 Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала

Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала проводить при помощи частотомера универсального CNT-90XL методом прямых измерений. В качестве опорного источника частоты для частотомера использовать стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007.

9.1.1 Подготовить генератор к работе согласно инструкции по эксплуатации. Включить генератор и частотомер и прогреть в течение 30 мин

Таблица 5

Наименование характеристики		Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты	стандартное исполнение	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$

9.1.2 Установить на генераторе параметры по умолчанию. Включить генерацию СВЧ мощности.

9.1.3 Установить значение частоты из таблицы 6 и уровень выходной мощности 0 дБм.

9.1.4 Измерить выходную частоту генератора $F_{\text{ИЗМ}}$ с помощью частотомера. Зафиксировать результат измерений.

Таблица 6

Установленные значения частоты на генераторе, МГц	Измеренные значения частоты, Физм, МГц	Рассчитанные значения, δF	Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты, δF
1	2	3	4
100,00			$\pm 5 \cdot 10^{-6}$
300,00			
500,00			
1000			
2000			
2500			

9.1.5 Выключить генерацию СВЧ мощности.

9.1.6 Относительную погрешность определять по формуле (1):

$$\delta = ((F_{уст} - F_{изм})/F_{изм}) \cdot 100 , \quad (1)$$

где $F_{уст}$ – значение, установленное на поверяемом генераторе;

$F_{изм}$ – значение по показаниям эталонного СИ.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если относительная погрешность установки частоты не превышает допускаемых пределов, указанных в таблице 6.

9.1.7 После окончания измерений произвести регулировку частоты генератора. Регулировку частоты генератора, провести в соответствии с РЭ.

9.2 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала проводить методом прямых измерений в диапазоне уровней от -40 до +10 дБм с помощью ваттметра поглощаемой мощности СВЧ NRP18A,

9.2.1 Установить на генераторе параметры по умолчанию. Включить генерацию СВЧ мощности.

9.2.2 Провести калибровку преобразователя ваттметра в соответствии с его руководством по эксплуатации.

9.2.3 Подключить преобразователь ваттметра к выходу генератора.

9.2.4 Установить значение частоты и уровни выходной мощности из таблицы 7. Включить генерацию СВЧ мощности.

9.2.5 Измерить уровень выходной мощности генератора с помощью ваттметра. Зафиксировать показания ваттметра $P_{\text{в}}$ (дБм). Результаты измерений занести в таблицу 7.

9.2.6 Провести измерения уровня выходной мощности для значений частот и уровней мощности, устанавливаемых согласно таблице 7.

9.2.7 Выключить генерацию СВЧ мощности.

9.2.8 Рассчитать погрешность установки уровня выходной мощности $\delta P_{уст}$, дБ, для каждой частоты и уровня мощности, по формуле (2):

$$\delta P_{уст} = P_{уст} - P_{\text{в}} \quad (2), \text{ где}$$

$P_{уст}$ – значение уровня мощности, установленное на генераторе, дБм;

$P_{\text{в}}$ – значение уровня мощности, измеренное с помощью ваттметра, дБм.

Таблица 7

Значение частоты, МГц	Установленное значение уровня мощности, $P_{уст}$, дБм					
	+10	0	-10	-20	-30	-40
	Измеренное значение уровня мощности, $P_{в}$, дБм					
100						
500						
1000						
2000						
2500						

9.3 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов

проводить методом прямых измерений с помощью анализатора сигналов N9030A.

9.3.1 Выход генератора подключить ко входу анализатора спектра. Подготовить анализатор сигналов к работе в соответствии с его руководством по эксплуатации.

9.3.2 На генераторе установить частоту 1 ГГц, уровень сигнала 10 дБм.

центральная частота: 1000 МГц

полоса пропускания: 10 кГц

видеофильтр: 10 Гц

полоса обзора: 100 кГц

опорный уровень: 10 дБм

усреднение: Вкл, 20

9.3.3 Дождаться окончания усреднения спектрограммы. С помощью меню «Маркер» включить маркер 1, с помощью меню «Поиск пика» установить маркер анализатора на максимум сигнала. Затем включить в меню «Маркер» режим дельта-маркера. Отстроить дельта-маркер от сигнала на 100Гц, и измерить уровень сигнала при данной отстройке $\Delta Mkr1$ (дБ). Привести данный уровень к полосе 1 Гц, рассчитав значение $P_{ФШ}$ по формуле (3):

$$P_{ФШ} = \Delta Mkr1 - 10 \cdot \lg(\text{полоса пропускания} / 1\text{Гц}), \text{ дБ/Гц} \quad (3)$$

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если уровень фазовых шумов не превышает допусковых значений, приведенных в таблице 8.

Таблица 8

Наименование характеристики	Значение
Спектральная плотность мощности фазовых шумов, дБн/Гц, не более при частоте несущей 1 ГГц, максимальном уровне выходной мощности и отстройке от несущей:	
- отстройка 100 Гц	-68
- отстройка 1 кГц	-88
- отстройка 10 кГц	-102
- отстройка 100 кГц	-105
- отстройка 1 МГц	-132

10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

10.2 По заявлению владельца или лица, представившего СИ на поверку, положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке, содержащем информацию в соответствии с действующим законодательством, и (или) нанесением на СИ знака поверки.

10.3 По заявлению владельца или лица, представившего СИ на поверку, отрицательные результаты поверки оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений, содержащем информацию в соответствии с действующим законодательством.

10.4 Протоколы поверки оформляются по произвольной форме по заявлению владельца или лица, представившего СИ на поверку.

10.5 Периодическая поверка генераторов, в случае их использования на меньшем числе диапазонов измерений, чем указано в разделе «Описание средства измерений» Описания типа, допускается на основании письменного заявления владельца прибора, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке прибора.

Начальник отдела испытаний
АО «ПриСТ»

О. В. Котельник

Ведущий инженер по метрологии
отдела испытаний АО «ПриСТ»

Ю. А. Буренков

Инженер по метрологии АО «ПриСТ»

Ю. Ю. Бакаева

Метрологические требования подтверждаемые в результате поверки

Таблица 1 – Основные метрологические характеристики генераторов сигналов векторных VSG25A

Наименование характеристики	Значение
Диапазон частот выходного сигнала, Гц	от 10^8 до $2,5 \cdot 10^9$
Дискретность установки частоты, Гц	1
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$
Диапазон установки уровня выходной мощности сигнала, дБм	от -40 до +10
Дискретность установки уровня выходной мощности, дБ	0,01
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности, дБ	$\pm 1,5$
Спектральная плотность мощности фазового шума, дБн/Гц, не более, относительно несущей частоты 1 ГГц при отстройке:	
100 Гц	-68
1 кГц	-88
10 кГц	-102
100 кГц	-105
1 МГц	-132