

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог
АО «ПриСТ»



А. Н. Новиков

«22» сентября 2025 г.

«ГСИ. Генераторы сигналов высокочастотные Г2027В.
Методика поверки»

МП-ПР-35-2025

Москва
2025

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на генераторы сигналов высокочастотные Г2027В (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 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	да	да	Раздел 6
2 Подготовка к поверке и опробование	да	да	Раздел 7
3 Проверка программного обеспечения	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 максимального уровня выходного сигнала	да	да	9.2
7 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала	да	да	9.3
8 Определение параметров спектра сигнала в режиме непрерывных колебаний	-	-	9.4
9 Определение уровня гармонических искажений	да	да	9.4.1
10 Определение уровня негармонических искажений	да	да	9.4.2
11 Определение уровня фазовых шумов	да	да	9.4.3
12 Определение коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами в режиме импульсной модуляции (опция S05)	да	да	9.5
13 Определение КСВН выхода генератора	да	да	9.6

14 Определение параметров встроенного импульсного генератора (опция S06)	-	-	9.7
15 Определение длительности фронта и среза импульсного сигнала	да	да	9.7.1
16 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
1	2	3
7.1	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 %	Термогигрометр Fluke 1620A (рег. № 36331-07)
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью ± 5 гПа	Измеритель давления Testo 511 (рег. № 53431-13)
	Средства измерений переменного напряжения в диапазоне от 50 до 480 В. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений переменного напряжения ± 2 %. Средства измерений частоты от 45 до 60 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты ± 1 %.	Прибор измерительный универсальный параметров электрической сети DMG 800 (рег. № 49072-12)
9.1	Эталон единицы времени и частоты не ниже 4 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты в диапазоне частот от 9 кГц до 8 ГГц. Пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора $\pm 2 \cdot 10^{-7}$	Частотомер универсальный CNT-90XL (рег. № 70888-18)
	Эталоны единицы измерений времени и частоты, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022.	Стандарт частоты рубидиевый FS 725 рег. № 31222-06
9.2, 9.3	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот до 67 ГГц.	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP-18T, NRP-33T, NRP-67T (рег. № 69958-17)

9.4	Анализатор спектра. Диапазон частот от 3 Гц до 50 ГГц, гармонические искажения не более -70 дБн, уровень собственных фазовых шумов не более -129 дБн/Гц при отстройке от несущей.	Анализатор сигналов N9030A (рег. № 51073-12)
9.4.3	Измеритель фазовых шумов. Диапазон частот от 10 МГц до 26,5 ГГц, средний уровень собственных фазовых шумов в диапазоне от 10 МГц до 20 ГГц при отстройке от несущей на 20 кГц не более -119 дБн/Гц. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня в диапазоне от 10 МГц до 20 ГГц не более ± 3 дБ.	Измеритель фазовых шумов FSWP26 (рег. № 63528-16)
9.5	Измеритель модуляции, соответствующий требованиям к эталонам не ниже 1 разряда по ГОСТ 8.717-2010, ГОСТ 8.697-2004. Диапазон частот от 0,1 до 2500 МГц.	Измеритель модуляции Boonton 8201 (рег. № 41237-09)
9.6	Анализатор цепей векторный, соответствующий требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГОСТ 8.851-2013. Диапазон частот от 1 МГц до 26,5 ГГц.	Анализатор цепей векторный N5227A (рег. № 53568-13)
9.7	Полоса пропускания 1 ГГц, время нарастания переходной характеристики 450 пс.	Осциллограф цифровой запоминающий HDO6104AR (рег. № 68188-17)
Вспомогательное оборудование		
9.3	Делитель мощности Keysight 11667A. Диапазон частот от 0 до 18 ГГц, максимальная мощность 0,5 Вт.	
9.3	Делитель мощности Keysight 11667B. Диапазон частот от 0 до 26,5 ГГц, максимальная мощность 0,5 Вт.	
9.3	Делитель мощности Keysight 11667C. Диапазон частот от 0 до 50 ГГц, максимальная мощность 0,5 Вт.	
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа, поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

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 выполнены следующие подготовительные работы:

- средства поверки и поверяемый генератор должны быть подготовлены к работе согласно руководств по эксплуатации;
- контроль условий по обеспечению безопасности проведения поверки (раздел 5) должен быть выполнен перед началом поверки.
- контроль условий проведения поверки (раздел 3) должен быть выполнен перед началом поверки.

7.2 Опробование генераторов проводят путем проверки функционирования в соответствии с руководством по эксплуатации. Результат опробования считать положительным, если на дисплее отсутствуют сообщения об ошибках, генератор функционирует согласно руководству по эксплуатации, самопроверка проходит без ошибок.

При отрицательном результате опробования генератор бракуется и направляется в ремонт.

8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Проверка идентификационных данных программного обеспечения генераторов осуществляется путем вывода на дисплей прибора информации о версии программного обеспечения. Вывод системной информации осуществляется по процедуре, описанной в руководстве по эксплуатации на прибор.

Результат считается положительным, если версия программного обеспечения соответствует данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Генератор Г2027В
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже V1.0.1

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

Периодическая поверка генераторов в случае их использования для измерений (воспроизведения) меньшего числа величин, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» описания типа, допускается на основании письменного заявления владельца генераторов, оформленного в произвольной форме. Пункты методики 9.1 – 9.3 являются обязательными к проведению. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке генераторов.

9.1 Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала

Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала спектра. проводить при помощи частотомера универсального CNT-90XL методом прямых измерений. В качестве опорного источника частоты для частотомера использовать стандарт частоты рубидиевый FS 725.

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

9.1.2 Погрешность частоты опорного генератора определить путем измерения сигнала внутренней опорной частоты 10 МГц с выхода на задней панели генератора.

9.1.3 Подключить выход СВЧ генератора к частотомеру.

9.1.4 На генераторе установить:

- сигнал немодулированный;
- значение частоты: 100 кГц;
- выходной уровень: 0 дБм;
- включить выход генератора.

9.1.5 Измерить частотомером значение установленной частоты генератора.

9.1.6 Относительную погрешность определять по формуле (1):

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

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

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

9.1.7 Повторить измерения на частотах из ряда (в соответствии с частотным диапазоном генератора):

- 500 кГц;
- 1; 100; 500; 999 МГц;
- 1,999; 3,999; 5,999; 7,999; 9,999; 11,999; 13,999; 15,999; 17,999; 20,000 ГГц.

Результаты операции поверки по данному пункту считать положительными, если относительная погрешность установки частоты не превышает $\pm 1 \cdot 10^{-7}$.

9.2 Определение абсолютной погрешности установки максимального уровня выходного сигнала

Определение абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала проводить методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности СВЧ.

9.2.1 Собрать схему подключения как показано на рисунке 1.

9.2.2 На генераторе установить:

- сигнал немодулированный;
- значение частоты: 100 кГц;
- выходной уровень: (в соответствии Таблицей 4);
- синхронизация от внешнего опорного генератора частотой 10 МГц;
- включить выход генератора.



Рисунок 1 – Схема соединения приборов для определения абсолютной погрешности установки максимального уровня выходного сигнала

9.2.3 Произвести измерение уровня мощности.

9.2.4 Рассчитать абсолютную погрешность установки максимального уровня выходного сигнала $\Delta P_{\text{уст}}$, каждой частоты и уровня мощности, по формуле (2):

$$\Delta P_{\text{уст}} = P_{\text{уст}} - P_{\text{в}} + 20 \quad (2)$$

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

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

9.2.5 Повторить измерения по пунктам 9.2.1.2 – 9.2.1.3 на частотах из ряда (в соответствии с частотным диапазоном генератора):

- 500 кГц;
- 1; 10; 50; 100; 200; 500 МГц;
- 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 12; 14; 16; 18; 20 ГГц

Таблица 4

Диапазон установки уровня мощности выходного сигнала, дБм, в диапазонах частот: от 100 кГц до 200 МГц включ. св. 200 МГц до 4 ГГц включ. св. 4 ГГц до 6 ГГц включ. св. 6 ГГц до 13 ГГц включ. св. 13 ГГц до 18 ГГц включ. св. 18 ГГц до 20 ГГц включ.	без опций	с опцией H01
	от -20 до +16 от -20 до +20 от -30 до +20 от -30 до +16 от -30 до +14 от -30 до +12	от -20 до +20 от -20 до +27 от -30 до +27 от -30 до +25 от -30 до +22 от -30 до +22
Диапазон установки уровня мощности выходного сигнала, дБм, в диапазонах частот: от 100 кГц до 200 МГц включ. св. 200 МГц до 4 ГГц включ. св. 4 до 6 ГГц включ. св. 6 до 13 ГГц включ. св. 13 до 18 ГГц включ. св. 18 до 20 ГГц включ.	с опцией H02	с опциями H01 и H02
	от -120 до +14 от -120 до +18 от -120 до +18 от -120 до +14 от -120 до +12 от -120 до +10	от -120 до +18 от -120 до +25 от -120 до +25 от -120 до +23 от -120 до +20 от -120 до +20

Таблица 5

Диапазон установки уровня выходного сигнала	Допустимая погрешность установки максимального уровня выходного сигнала, дБм
от 100 кГц до 20 ГГц включ.	±0,9

Результаты операции поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность измерения максимального уровня выходного уровня генератора не превышает значений, приведенных в таблице 5.

9.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала

Определение погрешности установки уровня выходного сигнала проводить методом прямых измерений:

- в диапазоне от 0 до минус 10 дБм — с помощью ваттметра поглощаемой мощности СВЧ;
- в диапазоне от минус 20 до минус 120 дБм — с помощью анализатора сигналов N9030A.

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

9.3.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1, аттенюатор из схемы исключить.

9.3.3 На генераторе установить:

- сигнал немодулированный;
- значение частоты: 100 кГц;
- выходной уровень: 0 дБм;
- синхронизация от внешнего опорного генератора частотой 10 МГц;
- включить выход генератора.

9.3.4 Измерить уровень выходной мощности генератора с помощью ваттметра.

9.3.5 Повторить измерения уровня выходной мощности для значений частот из ряда (в соответствии с частотным диапазоном генератора):

- 1; 10; 50; 100; 200; 500 МГц;
- 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 12; 14; 16; 18; 20 ГГц

9.3.6 Повторить измерения по пунктам 9.3.3. – 9.3.5 для значений уровня минус 10 дБм.

9.3.7 Выключить генерацию СВЧ мощности.

9.3.8 Рассчитать погрешность установки уровня выходной мощности $\Delta P_{уст}$, для каждой частоты и уровня мощности, по формуле (3):

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

где $P_{\text{уст}}$ – значение уровня мощности, установленное на генераторе, дБм;
 $P_{\text{в}}$ – значение уровня мощности, измеренное с помощью ваттметра, дБм.

9.3.9 Перед измерением погрешности установки выходной мощности (от минус 20 до минус 120 дБм) требуется определить частотную зависимость затухания кабеля для последующего внесения корректирующей поправки.

9.3.10 Собрать измерительную схему согласно рисунку 2.

9.3.11 На генераторе установить:

- сигнал немодулированный;
- значение частоты: 100 кГц;
- выходной уровень: 0 дБм;
- синхронизация от внешнего опорного генератора частотой 10 МГц;
- включить выход генератора.

9.3.12 Установить на анализаторе спектра следующие настройки:

- центральная частота: равная частоте генератора
- опорный уровень: 2 дБм;
- шкала 13 дБм/дел;
- полоса пропускания: авто;
- полоса обзора: 1 кГц;
- предусилитель: выкл.;
- аттенюатор: авто;
- усреднение: Вкл., 10.

9.3.13 Измерить уровень выходной мощности генератора при значениях частот, указанных в Таблице 6. Зафиксировать результаты измерений.

9.3.14 Рассчитать значение корректирующей поправки измерения уровня 0 дБм анализатором ΔP по формуле (4):

$$\Delta P = P_{\text{в}} - P_{\text{ас}} \quad (4)$$

где $P_{\text{в}}$ – значение уровня мощности, измеренное с помощью ваттметра, дБм;
 $P_{\text{ас}}$ – значение уровня мощности, измеренное с помощью анализатора спектра, дБм.



Рисунок 2 – Схема соединения приборов для определения частотной зависимости затухания кабеля

9.3.15 Записать полученное значение ΔP в таблицу 6.

9.3.16 Повторить измерения в соответствии с пунктами 9.3.11-9.3.15 для всех частот, перечисленных в таблице 6.

Таблица 6

Значение частоты	Установленное значение уровня мощности, $P_{уст}$, дБм											
	ΔP	$P_{ас}$										
	0	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-110	-100	-120
100 кГц										не изм.	не изм.	не изм.
1 МГц										не изм.	не изм.	не изм.
10 МГц										не изм.	не изм.	не изм.
50 МГц										не изм.	не изм.	не изм.
100 МГц												
200 МГц												
500 МГц												
1 ГГц												
2 ГГц												
3 ГГц												
4 ГГц												
5 ГГц												
6 ГГц												
7 ГГц												
8 ГГц												
9 ГГц												
10 ГГц												
12 ГГц												
14 ГГц												
16 ГГц												
18 ГГц												
20 ГГц												

9.3.17 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 3.

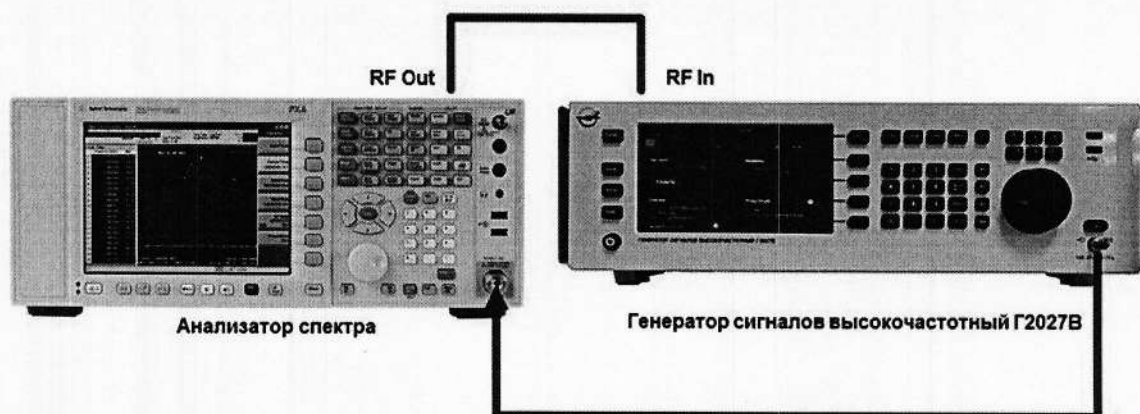


Рисунок 3 – Схема соединения приборов для определения уровня выходного сигнала

9.3.18 На генераторе установить:

- сигнал немодулированный;
- значение частоты: 100 кГц;
- выходной уровень: минус 20 дБм;
- синхронизация от внешнего опорного генератора частотой 10 МГц;
- включить выход генератора.

9.3.19 Установить на анализаторе спектра следующие настройки:

- центральная частота: равная частоте генератора
- опорный уровень: (уровень генератора + 2) дБм;

- шкала: 13 дБм/дел;
- полоса пропускания: авто;
- полоса обзора: 1 кГц;
- предусилитель: выкл.;
- аттенюатор: авто.

9.3.20 Устанавливая, согласно таблице 6, частоту и уровень выходной мощности генератора в диапазоне от минус 20 дБм до минус 50 дБм, для каждой точки выполните анализатором спектра не менее 5 измерений уровня $P_{уст}$ дБм с последующим усреднением и занесением результатов в таблицу 6.

9.3.21 Рассчитать абсолютную погрешность установки уровня выходной мощности $\Delta P_{уст}$ от минус 20 дБм до минус 50 дБм по формуле (5):

$$\Delta P_{уст} = P_{ас} + \Delta P - P_{уст} \quad (5)$$

где $P_{ас}$ – значение уровня мощности, измеренное с помощью анализатора спектра, дБм;
 $P_{уст}$ – номинальное (установленное) значение уровня мощности на генераторе, дБм;
 ΔP – корректирующая поправка, рассчитанная по формуле (4).

9.3.22 Установить на анализаторе спектра следующие настройки:

- аттенюатор: 0 дБ;
- предусилитель: Вкл.;
- при частоте менее 3,6 МГц включить режим низкошумящего предусилителя (LNP);
- при частоте свыше 3,6 МГц установить полную полосу усиления.

9.3.23 Повторить измерения в соответствии с п. п. 9.3.20 – 9.3.21 в диапазоне от минус 60 до минус 120 дБм.

Результаты операции поверки считать положительными, если погрешность установки выходного уровня генератора не превышает допустимых значений, приведенных в таблице 7.

Таблица 7

Пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня мощности выходного сигнала, дБ - без опций - с опциями H01, H02, H01+H02, в диапазонах частот: от 100 кГц до 1 МГц включ. св. 1 до 50 МГц включ. св. 50 МГц до 6 ГГц включ. св. 6 до 20 ГГц включ.	±0,9		
	от -120 до -90 включ. дБм	св. -90 до -30 включ. дБм	св. -30 до +27 включ. дБм
	-	±1,9	±0,9
	-	±1,0	±0,9
	±2,0	±1,0	±0,9
	±3,0	±1,0	±0,9

9.4 Определение параметров спектра сигнала в режиме непрерывных колебаний

Определение параметров спектра сигнала в режиме непрерывных колебаний проводить с помощью анализатора спектра N9030A.

9.4.1 Определение уровня гармонических искажений

9.4.1.1 Выход генератора подключить к входу анализатора сигналов в соответствии с рисунком 4.



Рисунок 4 – Определение параметров спектра сигнала в режиме непрерывных колебаний

9.4.1.2 Подготовить анализатор спектра к работе в соответствии с его руководством по эксплуатации.

9.4.1.3 На выходе генератора установить:

- сигнал немодулированный;
- частота 200 кГц;
- уровень: 0 дБм;
- включить выход.

9.4.1.4 На анализаторе спектра установить:

- центральная частота: равная частоте генератора
- опорный уровень: (уровень генератора + 2) дБм;
- шкала: 13 дБм/дел;
- количество точек развёртки: 4000
- полоса пропускания: авто;
- полоса обзора: 2 кГц;
- предусилитель: выкл.

9.4.1.5 Установить маркер на пик сигнала, соответствующий основной (первой) гармонике и зафиксировать ее уровень P_{f1} .

9.4.1.6 Измерить уровень второй и третьей гармоник, выбрать максимальное значение и зафиксировать ее уровень $P_{f2 \max}$.

Произвести вычисление уровня гармоник по отношению к уровню несущей по формуле (6):

$$P_{dvc} = P_{f1} - P_{f2 \max} \quad (6)$$

где P_{f1} – уровень первой гармоники, дБм;

$P_{f2 \max}$ – максимальный уровень гармоник, дБм.

9.4.1.7 Повторить измерения на частотах из ряда: 1; 300; 600 МГц; 1; 6; 12; 16; 20 ГГц (в соответствии с частотным диапазоном генератора).

Результаты операции проверки по данному пункту считать положительными, если уровни гармонических составляющих не больше значений, приведенных в таблице 8.

Таблица 8

Относительный уровень гармонических составляющих в спектре выходного сигнала, дБн, не более в диапазонах частот:	
от 200 кГц до 600 МГц включ.	-25
св. 600 МГц до 12 ГГц включ.	-45
св. 12,0 до 20,0 ГГц включ.	-35

9.4.2 Определение уровня негармонических искажений

9.4.2.1 Выход генератора подключить к входу анализатора сигналов в соответствии с рисунком 4.

9.4.2.2 Подготовить анализатор спектра к работе в соответствии с его руководством по эксплуатации.

9.4.2.3 На выходе генератора установить:

- сигнал немодулированный;
- частота: 1 МГц;
- уровень: 0 дБм;
- включить выход.

9.4.2.4 На анализаторе спектра установить:

- центральная частота: равная частоте генератора
- опорный уровень: (уровень генератора + 2) дБм;
- шкала: 13 дБм/дел;

- количество точек развёртки: 4000
- полоса пропускания: авто;
- полоса обзора: 2 кГц;
- предусилитель: выкл.

9.4.2.5 Дождаться окончания усреднения спектрограммы. Измерить маркером уровень несущего колебания P_{f1} , затем провести измерения максимального уровня негармонических составляющих на частотах $f_1+1,5$ МГц и $f_1-1,5$ МГц, выбрать максимальное значение и зафиксировать его уровень ($P_{искаж}$).

9.4.2.6 Определить уровень искажений по формуле (7):

$$D = P_{f1} - P_{искаж} \quad (7)$$

где P_{f1} - уровень несущего колебания, дБм;

$P_{искаж}$ - максимальный уровень негармонических составляющих, дБм.

9.4.2.7 Повторить измерения на частотах из ряда: 10; 100 МГц; 1; 10; 20 ГГц. (в соответствии с частотным диапазоном генератора).

Результаты операции поверки по данному пункту считать положительными, если уровень негармонических искажений не больше значений, приведенных в таблице 9.

Таблица 9

Относительный уровень негармонических составляющих в спектре выходного сигнала при отстройке от несущей более 1 МГц, дБн, не более	-75
--	-----

9.4.3 Определение уровня фазовых шумов

Определение уровня фазовых шумов проводить с помощью анализатора фазовых шумов FSWP26 и анализатора спектра N9030A.

9.4.3.1 Выход генератора подключить к входу анализатора фазовых шумов в соответствии с рисунком 5.



Рисунок 5 – Схема подключения для измерения фазовых шумов с помощью анализатора фазовых шумов FSWP26

9.4.3.2 Подготовить анализатор фазовых шумов к работе в соответствии с его руководством по эксплуатации.

9.4.3.3 На выходе генератора установить:

- сигнал немодулированный;
- частота: 1 ГГц;
- уровень: 10 дБм (или максимально возможный);
- включить выход.

9.4.3.4 На анализаторе фазового шума выполнить следующие установки:

- режим измерения: Phase Noise
- автоматическое определение несущей частоты: выкл.;
- частота несущей: 1 ГГц;

- начальная частота анализа: 1 кГц;
 - конечная частота анализа: 100 кГц;
 - аттенюатор: авто;
 - шкала: авто;
 - количество точек развертки: 20;
 - сглаживание трассы: включено;
 - апертура сглаживания трассы: 10;
 - кросс-корреляция: 100;
 - включить маркерные измерения.
- 9.4.3.5 Произвести измерения фазового шума на отстройке 10 кГц.
- 9.4.3.6 Повторить измерения для частот из ряда: 3; 6; 13; 20 ГГц.
- 9.4.3.7 Отключить выход генератора.

Результаты операции поверки считать положительными, если уровень фазовых шумов не превышает допускаемых значений, приведенных в таблице 11.

Таблица 11

Относительная спектральная плотность мощности фазовых шумов при отстройке от несущей на 10 кГц при уровне выходного сигнала +10 дБм, дБн/Гц, не более на частотах несущей:	
1 ГГц	-133
3 ГГц	-128
6 ГГц	-122
13 ГГц	-115
20 ГГц	-112

Внимание! Пункт 9.5 выполнять только при наличии опции импульсной модуляции S05.

9.5 Определение коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами в режиме импульсной модуляции (опция S05)

Определение коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами в режиме импульсной модуляции проводить при помощи анализатора спектра N9030A.

9.5.1 Для определения параметров в режиме ИМ выход генератора подключить на вход анализатора спектра N9030A. Анализатор и генератор синхронизировать по общей опорной частоте, выход синхросигнала с генератора подключить на вход внешней синхронизации анализатора, как показано на рисунке 6.

9.5.2 Для определения коэффициента подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами на генераторе установить:

- частота несущей: 1 ГГц;
- выходной уровень: минус 20 дБм;
- выход: включен;
- режим импульсной модуляции: Вкл.;
- период следования импульсов: 1 с;
- длительность импульсов: 0,5 с.

9.5.3 На анализаторе спектра выполнить следующие установки:

- режим анализатора спектра;
- сброс в начальные установки;
- опорный уровень: 0 дБм;

- центральная частота: 1 ГГц;
- полоса обзора: 0 Гц;
- полоса пропускания: 100 Гц;
- видеофильтр: 100 кГц;
- время развертки: 1 с;
- запуск по видеоимпульсу.

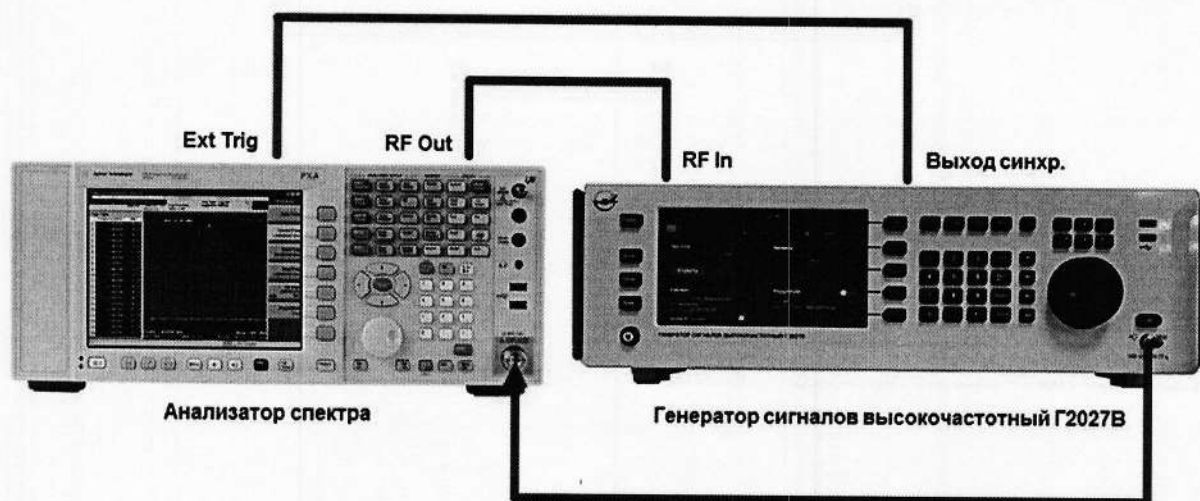


Рисунок 6 – Схема соединения приборов для определения параметров в режиме ИМ

9.5.4 На экране анализатора должен наблюдаться перепад импульса. Маркером измерить уровень сигнала на вершине импульса P_1 и уровень сигнала в паузе между импульсами P_2 . Вычислить подавление в паузе как разность между измеренными уровнями.

Результаты операции поверки по данному пункту считать положительными, если подавление радиоимпульса в паузе не менее 80 дБ.

9.6 Определение КСВН выхода генератора

КСВН выхода генератора определить при помощи анализатора цепей векторного N5227A.

9.6.1 Анализатор цепей откалибровать на конце кабеля, с помощью которого проводится подключение к выходу генератора

9.6.2 На генераторе установить частоту 1 ГГц, уровень минус 10 дБм, включить выход.

9.6.3 На анализаторе цепей установить режим измерения КСВН в полосе частот от 10 МГц до верхней частоты диапазона частот генератора.

Результаты операции поверки считать положительными, если значение КСВН не превышает 2,0.

Внимание! Пункт 9.7 выполнять только при наличии опции импульсного генератора S06.

9.7 Определение параметров встроенного импульсного генератора (опция S06)

9.7.1 Определение длительности фронта и среза импульсного сигнала

Определение длительности фронта и среза импульсного сигнала проводить методом прямых измерений при помощи осциллографа HDO6104AR.

9.7.1.1 Подсоединить осциллограф к выходному разъему импульсного генератора.

9.7.1.2 Включить нагрузку канала осциллографа 50 Ом.

9.7.1.3 На генераторе в главном меню нажать на поле «Сигнал», вкладку «PULSE OUT», в результате чего откроется окно, представленное на рисунке 7.



Рисунок 7

9.7.1.4 Установить:

- период сигнала: 200 нс;
- длительность импульса: 100 нс.

Активировать выход PULSE OUT.

9.7.1.5 Настроить осциллограф так, чтобы амплитуда прямоугольного сигнала соответствовала пяти делениям.

9.7.1.5 Измерить на экране осциллографа длительность фронта и среза каждого импульса на уровне 10 % – 90 %.

Результаты операции поверки считать положительными, если полученные значения длительностей фронта и среза импульсов не превышают 5 нс.

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.

Начальник отдела испытаний
АО «ПриСТ»

О. В. Котельник

Ведущий инженер по метрологии
отдела испытаний АО «ПриСТ»

Е. Е. Смердов

Инженер по метрологии АО «ПриСТ»

А. В. Сазыкин

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Метрологические требования подтверждаемые в результате поверки

Таблица А1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение		
1	2		
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала	±1·10 ⁻⁷		
Диапазон установки уровня мощности выходного сигнала, дБм, в диапазонах частот: от 100 кГц до 200 МГц включ. св. 200 МГц до 4 ГГц включ. св. 4 до 6 ГГц включ. св. 6 до 13 ГГц включ. св. 13 до 18 ГГц включ. св. 18 до 20 ГГц включ.	стандартно	с опцией Н01	
	от -20 до +16	от -20 до +20	
	от -20 до +20	от -20 до +27	
	от -30 до +20	от -30 до +27	
	от -30 до +16	от -30 до +25	
	от -30 до +14	от -30 до +22	
Диапазон установки уровня мощности выходного сигнала, дБм, в диапазонах частот: от 100 кГц до 200 МГц включ. св. 200 МГц до 4 ГГц включ. св. 4 до 6 ГГц включ. св. 6 до 13 ГГц включ. св. 13 до 18 ГГц включ. св. 18 до 20 ГГц включ.	от -30 до +12	от -30 до +22	
	с опцией Н02	с опциями Н01 и Н02	
	от -120 до +14	от -120 до +18	
	от -120 до +18	от -120 до +25	
	от -120 до +18	от -120 до +25	
	от -120 до +14	от -120 до +23	
Пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня мощности выходного сигнала, дБ - без опций	от -120 до +12	от -120 до +20	
	от -120 до +10	от -120 до +20	
	±0,9		
	от -120 до -90 включ. дБм	св. -90 до -30 включ. дБм	св. -30 до +27 включ. дБм
	-	±1,9	±0,9
	-	±1,0	±0,9
- с опциями Н01, Н02, Н01+Н02, в диапазонах частот: от 100 кГц до 1 МГц включ. св. 1 до 50 МГц включ. св. 50 МГц до 6 ГГц включ. св. 6 до 20 ГГц включ.	±2,0	±1,0	±0,9
	±3,0	±1,0	±0,9
	2,0		
	-75		
Коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН) выхода RF, не более	2,0		
Относительный уровень негармонических составляющих в спектре выходного сигнала при отстройке от несущей более 1 МГц, дБн, не более	-75		
Относительный уровень гармонических составляющих в спектре выходного сигнала, дБн, не более в диапазонах частот: от 200 кГц до 600 МГц включ. св. 600 МГц до 12 ГГц включ. св. 12 до 20 ГГц включ.			
	-25		
	-45		
	-35		
Относительная спектральная плотность мощности фазовых шумов при отстройке от несущей на 10 кГц при уровне выходного сигнала +10 дБм, дБн/Гц, не более на частотах несущей: 1 ГГц 3 ГГц 6 ГГц 13 ГГц 20 ГГц			
	-133		
	-128		
	-122		
	-115		
	-112		

Продолжение таблицы А1

Параметры выходного сигнала в режиме импульсной модуляции (при наличии опции S05)	
Коэффициент подавления сигнала несущей в паузе между радиоимпульсами, дБ, не менее	80
Параметры выходного сигнала встроенного генератора импульсов (при наличии опции S06)	
Длительность фронта, нс, не более	5