СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального директора – заместитель по научной работе ФГУП «ВНИИФТРИ»

_____ А.Н. Щипунов

«23» _____07_____ 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Генераторы сигналов N9310A

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

651-21-084 МП

2021 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на генераторы сигналов N9310A (далее– генераторы), изготовленные компанией Компания «Keysight Technologies (Chengdu) Co., Ltd & Keysight Technologies (China)Co., Ltd», Китай, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверок.

1.2 Необходимо обеспечение прослеживаемости генераторов к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1 -2018 в соответствии с государственной поверочной схемой (Приказ Росстандарта № 1621 от 31.07.2018).

Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

1.3 Объем первичной и периодической поверок приведен в таблице 1.

1.4 Интервал между поверками – 2 года.

2 Операции поверки

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Опробование	8	да	да
Проверка программного обеспечения (далее – ПО)	9	да	да
Определение метрологических характеристик	10	да	да
Определение относительной погрешности частоты опорного генератора	10.1	да	да
Определение абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала	10.2	да	да
Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты, коэффициента гармоник огибающей частотно-модулированного сигнала	10.3	да	да
Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции, коэффициента гармоник огибающей амплитудно-модулированного сигнала	10.4	да	да
Определение коэффициента гармоник огибающей фазово-модулированного сигнала	10.5	да	да
Определение значения ослабления сигнала рабочей частоты в паузе между импульсами	10.6	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

2.3 Допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений для данного средства измерений, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатанта, оформленного в произвольной форме.

2.4 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 1, поверка прекращается и генератор признается непригодным к применению.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

-температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;

-относительная влажность окружающего воздуха, % до 80;

питание от сети переменного тока частотой 50 Гц от 198 до 242;

3.2 Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

- проверить комплектность генератор, в соответствии с эксплуатационной документацией (далее – ЭД);;

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке средств измерений;

- генератор и средства поверки должны быть выдержаны при нормальных условиях не менее 1 ч.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К поверке допускаются лица с высшим или среднем техническим образованием, аттестованные на право поверки средств измерений радиотехнических величин, изучившие техническую и ЭД на генераторы и используемые средства поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
10.1	Частотомер универсальный 53132A, диапазон частот от 0,001 Гц до 12,4 ГГц, пределы допускаемой погрешности $\pm 5 \cdot 10^{-6}$
10.1	Стандарт частоты рубидиевый FS 725, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты 5, 10 МГц $\pm 5 \cdot 10^{-10}$
10.2	Блоки измерительные ваттметров N1914A с преобразователем измерительным E9304A, диапазон частот от 9 кГц до 18 ГГц, динамический диапазон от минус 50 до плюс 20 дБм, пределы допускаемой погрешности измерений мощности от ±2,2 % до ±5,0 %
10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6	Анализатор спектра E4448A, диапазон частот от 3 Гц до 50 ГГц, динамический диапазон от минус 155 до плюс 30 дБм, пределы допускаемой погрешности измерений уровня от ±0,35 дБ до ±4,1 дБ

5.2 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки разрешается применять другие приборы, обеспечивающие определение соответствующих параметров с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (изд.3) и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие генератора следующим требованиям:

- наружная поверхность не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу генератора;
- разъемы должны быть чистыми;
- соединительные провода должны быть исправными;
- комплектность генератора должна соответствовать указанной в технической документации изготовителя.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются требования, приведенные в п. 7.1.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- выдержать генератор в условиях окружающей среды, указанные в разделе 3 настоящей методики поверки, не менее 1 ч;
- подготовить к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.2 Опробование

8.2.1 Включить генератор и дать прогреться в течение 30 минут.

Выполнить процедуру диагностики в соответствии с технической документацией изготовителя на генератор.

8.2.2 Результаты опробования считать положительными, если в процессе диагностике отсутствуют сообщения об ошибках.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Для проверки версии ПО генератора выполнить операции:

- нажать на передней панели клавиши «Shift» и «Help»;
- в появившемся меню выбрать функцию «About»;
- зафиксировать версию ПО;
- сравнить полученное значение со значением указанным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	N5166B X-Series Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже B.01.86
Цифровой идентификатор ПО	-

Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные совпадают с данными таблицы 3. В противном случае генератор бракуется.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение относительной погрешности частоты опорного генератора

Относительную погрешность установки частоты опорного генератора определить путем измерения частоты сигнала при соединении приборов по схеме, приведённой на рисунке 1.

Рисунок 1

Относительная погрешность установки частоты опорного генератора (Δ_f) вычислить по формуле (1):

$$\Delta_f = (f_{изм} - f_{уст}) / f_{уст} \quad , \qquad (1)$$

где $f_{уст}$ – значение частоты опорного генератора,
$f_{изм}$ – значение частоты, измеренное частотомером.

10.2 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала

Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности провести с помощью измерителя мощности N1914A с первичными измерительными преобразователями E9304A H19. При уровне выходной мощности меньше минус 20 дБм использовать анализатор спектра E4448A. Поверяемый генератор и анализатор синхронизировать по опорному каналу частотой 10 МГц. Измерения провести на частотах: 100 кГц, 1 МГц, 50 МГц, 100 МГц, 1 ГГц, 2 ГГц, 3 ГГц при уровнях: плюс 13, плюс 10; 0; минус 10; минус 20; минус 30; минус 40; минус 50; минус 60; минус 70; минус 80; минус 90 и минус 100 дБм.

Измерить мощность на выходе генератора. Вычислить абсолютную погрешность установки уровня мощности ΔP по формуле (2):

$$\Delta P = P_г - P_{изм}, \text{ дБ}, \qquad (2)$$

где $P_г$ – значение уровня мощности выходного сигнала, установленное на генераторе, дБм;
$P_{изм}$– измеренное значение выходной мощности, дБм.

10.3 Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты и коэффициента гармоник огибающей частотно-модулированного сигнала

Абсолютную погрешность установки девиации частоты ЧМ сигнала определяют при модулирующей частоте 1 кГц на несущих частотах 10; 100; 500; 1000; 1350; 2000; 3000 МГц с помощью измерительного анализатора E4448A с опцией 233.

На генераторе установить режим внутренней частотной модуляции, частоту несущей в соответствии с таблицей 4, мощность 0 дБм, частоту модуляции 1 кГц. Измеренные значения занести в таблицу 4.

Таблица 4

Частота несущей, МГц	Значение девиации, кГц	Минимально допустимое значение, кГц	Измеренное значение, кГц	Максимально допустимое значение, кГц
10	5	4,45		5,55
	90	85,2		94,8
100	5	4,45		5,55
	90	85,2		94,8
500	5	4,45		5,55
	90	85,2		94,8
1000	5	4,45		5,55
	90	85,2		94,8
1350	5	4,45		5,55
	90	85,2		94,8
2000	5	4,45		5,55
	90	85,2		94,8
3000	5	4,45		5,55
	90	85,2		94,8

Коэффициент гармоник огибающей ЧМ сигнала определить при помощи анализатора E4443A с опцией 233.

Выход генератора подключить к входу анализатора E4448A с опцией 233. На генераторе установить режим внутренней частотной модуляции, мощность 0 дБм, девиацию частоты 50 кГц, частоту модуляции 1 кГц. Провести измерения коэффициента гармоник огибающей ЧМ сигнала, устанавливая частоты несущей генератора в соответствии с таблицей 5. Измеренное значение занести в таблицу 5.

Таблица 5

Частота несущей, МГц	Измеренное значение, %	Максимально допустимое значение, %
10		1
100		1
500		1
1000		1
1350		1
2000		1
3000		1

10.4 Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции, коэффициента гармоник огибающей амплитудно-модулированного сигнала

Абсолютную погрешность установки коэффициента амплитудной модуляции определить помощи анализатора E4448A с опцией 233.

На генераторе установить режим внутренней амплитудной модуляции, мощность 0 дБм, частоту модуляции 1 кГц, изменяя частоту несущей в соответствии с таблицей 6. Результаты измерений занести в таблицу 6.

Таблица 6

Частота несущей, МГц	Значение коэффициента амплитудной модуляции, %	Минимально допустимое значение, %	Измеренное значение, %	Максимально допустимое значение, %
10	5	4,55		5,45
	50	47,30		52,70
	80	75,80		84,20
250	5	4,55		5,45
	50	47,30		52,70
	80	75,80		84,20
500	5	4,55		5,45
	50	47,30		52,70
	80	75,80		84,20
1000	5	4,55		5,45
	50	47,30		52,70
	80	75,80		84,20
1350	5	4,55		5,45
	50	47,30		52,70
	80	75,80		84,20
2000	5	4,55		5,45
	50	47,30		52,70
	80	75,80		84,20
3000	5	4,55		5,45
	50	47,30		52,70
	80	75,80		84,20

Коэффициент гармоник огибающей АМ сигнала определить при помощи анализатора E4448A с опцией 233.

Выход генератора подключить к входу анализатора. На генераторе установить режим внутренней амплитудной модуляции, мощность 0 дБм, коэффициент АМ 80 %, частоту модуляции 1 кГц. Изменяя частоту несущей результаты измерений занести в таблицу 7.

Таблица 7

Частота несущей, МГц	Измеренное значение, %	Максимально допустимое значение, %
10		2
250		2
500		2
1000		2
1350		2
2000		2
3000		2

10.5 Определение коэффициента гармоник огибающей фазово-модулированного сигнала

Коэффициент гармоник огибающей ФМ сигнала определить при помощи анализатора E4448A с опцией 233.

На генераторе установить режим внутренней фазовой модуляции, мощность 4 дБм, девиацию фазы 5 рад, частоту модуляции 1 кГц. Изменяя частоту несущей произвести измерения и результаты занести в таблицу 8.

Таблица 8

Частота несущей, МГц	Измеренное значение, %	Максимально допустимое значение, %
100		1,5
500		1,5
1000		1,5
1350		1,5
2000		1,5
3000		1,5

10.6 Определение значения ослабления сигнала рабочей частоты в паузе между импульсами

Значение ослабления сигнала рабочей частоты в паузе между импульсами определить с помощью анализатора E4448A в режиме анализатора спектра.

Подключить выход генератора к входу анализатора. На генераторе установить режим немодулированных колебаний, частоту 500 МГц, мощность минус 40 дБм. На анализаторе E4448A установить следующие значения параметров: центральная частота 500 МГц, опорный уровень минус 40 дБм, полоса обзора и полоса пропускания, удобные для проведения измерений. Устанавливают маркер на максимум показаний анализатора. Провести измерение уровня входного сигнала Рнг.

Затем на генераторе установить режим внутренней импульсной модуляции, частоту несущей 500 МГц, мощность 0 дБм, период модулирующего импульсного сигнала 2 с, длительность модулирующего импульсного сигнала 100 мкс. Не изменяя положения маркера анализатора, провести измерение уровня импульсно-модулированного сигнала на частоте несущей Рим. Ослабление сигнала рабочей частоты в паузе между импульсами Ап определить по формуле:

$$Ап = Рнг - Рим + 40 \text{ [дБ]}$$

Изменяя частоту несущей в соответствии с таблицей 9 произвести измерения. Результаты занести в таблицу 9.

Таблица 9

Частота несущей, МГц	Максимально допустимое значение, дБ	Измеренное значение, дБ
100	40	
500	40	
1000	40	
1350	40	
2000	40	
3000	40	

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора

Результаты поверки считать положительными, если значение относительной погрешности установки частоты находится в пределах $\pm 2{,}0 \cdot 10^{-6}$ при стандартной комплектации или $\pm 2{,}5 \cdot 10^{-7}$ при наличии опции PFR.

11.2 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходного сигнала

Результаты поверки считать положительными, если погрешность установки уровня выходного сигнала не превышает значения ±1,0 дБ

11.3 Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты и коэффициента гармоник огибающей частотно-модулированного сигнала

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения установки девиации и коэффициент гармоник огибающей ЧМ сигнала не превышают пределов указанных в таблицах 4 и 5.

11.4 Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции, коэффициента гармоник огибающей амплитудно-модулированного сигнала

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения установки девиации и коэффициент гармоник огибающей АМ сигнала не превышают пределов указанных в таблицах 6 и 7.

11.5 Определение коэффициента гармоник огибающей фазово-модулированного сигнала

Результаты поверки считают положительными, если коэффициент гармоник огибающей ФМ сигнала не превышает 1,5 %.

11.6 Определение значения ослабления сигнала рабочей частоты в паузе между импульсами

Результаты поверки считать положительными, если ослабление сигнала рабочей частоты в паузе между импульсами составляет не менее 40 дБ.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки генератора подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца генератора, и (или) лица, представившего его на поверку, на генератора наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке средств измерений, и (или) в паспорт генератора вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средств измерений.

12.2 Результаты поверки оформить по установленной форме.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ» О.В. Каминский