

УТВЕРЖДАЮ

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




_____ А.Н. Щипунов

«22» _____ 02 _____ 2020 г.

Инструкция

Генераторы сигналов N5173B, N5183B

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

651-20-018 МП

2020 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на генераторы сигналов N5173B, N5183B (далее по тексту – генераторы), компании «Keysight Technologies Malaysia Sdn. Bhd.», Малайзия и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

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
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик	8	да	да
3.1 Определение диапазона рабочих частот и относительной погрешности установки частоты	8.1	да	да
3.2 Определение максимального уровня выходного сигнала	8.2	да	да
3.3 Определение основной погрешности установки уровня выходного сигнала	8.3	да	да
3.4 Определение погрешности установки девиации частоты в режиме частотной модуляции (ЧМ) опция UNT	8.4		
3.5 Определение уровня гармонических составляющих относительно уровня основного сигнала	8.5	да	да
3.6 Определение уровня негармонических составляющих относительно уровня несущей частоты	8.6	да	да
3.7 Определение уровня субгармонических составляющих относительно уровня несущей частоты	8.7	да	да
3.8 Определение уровня фазовых шумов	8.8	да	да
3.9 Время нарастания/спада выходного сигнала при ИМ (опции UNW)	8.9	да	да
3.10 Определение погрешности установки уровня выходного сигнала при ИМ опция UNW	8.10	да	да
3.11 Определение коэффициента амплитудной модуляции и погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции (АМ) опция UNT	8.11	да	да
4 Проверка программного обеспечения	9	да	да

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

2.3 Предусматривается возможность проведения 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.

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 2.

Таблица 2

№ пунктов 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
8.1	Частотомер универсальный CNT-90XL, диапазон частот от 0,001 Гц до 40 ГГц (с опцией 40G), пределы допускаемой погрешности $\pm 2 \cdot 10^{-8}$
8.1	Стандарт частоты рубидиевый FS 725, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты 5, 10 МГц $\pm 5 \cdot 10^{-11}$
8.2, 8.3	Ваттметр N1914A, диапазон частот от 50 МГц до 50 ГГц, с преобразователями E9304A, диапазон частот от 9 кГц до 6 ГГц, динамический диапазон от минус 60 до 20 дБм, пределы допускаемой погрешности измерений мощности \pm (от 3,7 до 5,0)%; преобразователь 8487D диапазон частот от 50 МГц до 50 ГГц, динамический диапазон от минус 70 до минус 20 дБм, пределы допускаемой погрешности измерений мощности \pm (от 3,3 до 7,0)%
8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.7, 8.9	Анализатор спектра E4447A, диапазон частот от 3 Гц до 42,98 ГГц, динамический диапазон от минус 169 до 30 дБм, пределы допускаемой погрешности измерений уровня \pm (от 0,24 до 4,5) дБ, уровень гармонических искажений не более минус 82 дБн
8.8	Анализаторы источников сигналов E5052A/B с СВЧ преобразователями частоты E5053A и смесителем серии 11970A, диапазон измеряемых частот от 50 кГц до 110 ГГц, максимальный динамический диапазон 110 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня $\pm 1,0$ дБ
8.10, 8.11	Осциллограф стробоскопический широкополосный 86100C с модулями 86112A или 54754A, полоса пропускания не менее 18 ГГц, диапазон значений коэффициента отклонения от 1 мВ/дел до 1 В/дел, пределы допускаемой погрешности измерений временных интервалов $\pm(0,001T+8$ пс), где T-измеряемый временной интервал

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

3.3 Все средства поверки должны быть исправны и иметь свидетельства о поверке.

4 Требования безопасности

4.1 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.

4.2 Поверка генераторов должна осуществляться лицами, изучившими эксплуатационную, нормативную и нормативно-техническую документацию.

5 Условия поверки

При проведении поверки генераторов необходимо соблюдение следующих требований к условиям внешней среды:

- температура окружающей среды (23 ± 5)°С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;

6 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать генератор в условиях, указанных в п. 5 в течение не менее 1 ч;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации фирмы-изготовителя на поверяемый генератор по его подготовке к поверке;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев средств поверки для установления их рабочего режима.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 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 фирмы-изготовителя.

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются требования, приведенные в п. 7.1.1.

7.2 Опробование

7.2.1 Включить генератор и дать прогреться в течение 30 минут.

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

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

8 Определение метрологических характеристик

8.1 Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора

8.1.1 Диапазон частот и абсолютную погрешность установки частоты определить измерением частоты колебаний при соединении приборов по схеме, приведенной на рисунке 1.

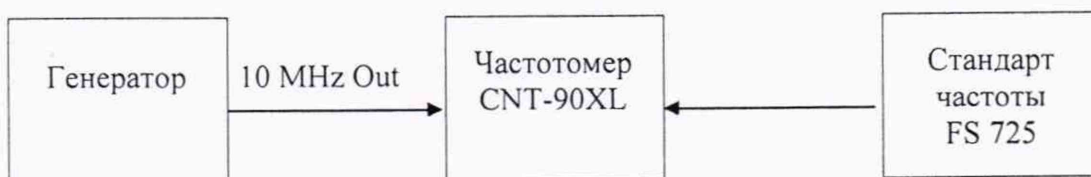


Рисунок 1

Относительная погрешность установки частоты генератора (Δf) вычисляют по формуле (1):

$$\Delta f = (f_{\text{изм}} - f_{\text{уст}}) / f_{\text{уст}} \quad (1)$$

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

8.1.2 Результаты поверки считать положительными, если значение погрешности установки частоты находится в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-6}$ для генераторов N5173B и $\pm 2 \cdot 10^{-7}$ для генераторов N5183B.

8.2 Определение максимального уровня выходного сигнала

8.2.1 Определение максимального уровня выходного сигнала проводить путем сличения установленного максимального нормированного значения уровня с показаниями ваттметра.

Измерения провести на частотах 0,25, 1000, 2000, 4000, 6000, 10000, 15000, 20000, 25000, 30000, 35000, 40000 МГц (в зависимости от опции).

8.2.2 Результаты поверки считать положительными, если максимальный уровень выходного сигнала не менее значений, приведённых в таблице 3.

Таблица 3 - Максимальный уровень выходного сигнала для генераторов N5173B и N5183B

Максимальный выходной уровень, дБм		
Частотный диапазон	Стандарт	Опция 1EA
Опции 513 и 520		
от 9 кГц до 3,2 ГГц включ.	18	23
св. 3,2 до 13 ГГц включ.	18	20
св. 13 до 20 ГГц	15	19
Опции 532 и 540		
от 9 кГц до 3,2 ГГц включ.	14	21
св. 3,2 до 17 ГГц включ.	14	16
св. 17 до 31,8 ГГц включ.	13	15
св. 31,8 до 40 ГГц	11	15

8.3 Определение погрешности установки уровня выходного сигнала

8.3.1 Определение погрешности установки уровня выходного сигнала проводить путем сличения установленного значения уровня выходного сигнала с показаниями ваттметра N1914A с преобразователем мощности в соответствии с частотным диапазоном, и анализатора спектра E4447 A (рисунок 2).



Рисунок 2

Погрешность погрешности установки уровня выходного сигнала определить по формуле (2):

$$\delta P = P_{\text{уст}}[\text{дБм}] - P_{\text{изм}}[\text{дБм}], \quad (2)$$

где $P_{\text{уст}}$ - установленное значение уровня выходного сигнала, дБм;

$P_{\text{изм}}$ - измеренное значение уровня выходного сигнала.

8.3.2 Измерения провести на частотах и уровнях выходного сигнала согласно таблице 4.

Таблица 4 - Относительная погрешность установки уровня выходного сигнала для генераторов сигналов N5173B и N5183B

Пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня выходного сигнала, дБ					
Частотный диапазон	с и без опции 1E1			с опцией 1E1	
	от максимального уровня до 10 дБм включ.	менее 10 до -10 дБм включ.	менее -10 до -20 дБм включ.	менее -20 до -75 дБм включ.	менее -75 до -90 дБм
от 9 кГц до 2 ГГц включ.	±0,6	±0,6	±0,7	±0,7	±1,4
св. 2 до 20 ГГц включ.	±0,9	±0,7	±0,7	±0,7	±1,6
св. 20 до 40 ГГц включ.	±0,9	±0,8	±1,1	±1,1	±2,0

8.3.3 На уровне выходного сигнала ниже минус 25 дБм измерения провести с помощью анализатора спектра E4447A, для уровня ниже минус 75 дБм использовать внутренний усилитель, чтобы усиливать низкие сигналы мощности.

На анализаторе спектра (АС) выполнить следующие установки:

- 1) Span: 40 kHz
- 2) Attenuator: 0 dB
- 3) Max Mixer Level: -10 dBm
- 4) Reference Level: -40 dBm
- 5) 10 MHz Reference: External
- 6) Resolution Bandwidth: 100 Hz
- 7) VBW/RBW: 1
- 8) Preamplifier: On
- 9) Sweeptime: Auto
- 10) Trace Points: 401
- 11) FFT & Sweep: Manual FFT
- 12) FFTs/Span: 1
- 13) ADC Dither: On
- 14) Detector: Sample
- 15) AVG/VBW Type: Log-Pwr Avg Video
- 16) Video Averaging: On
- 17) Number of Averages: 2
- 18) Auto Align: Off
- 19) Single Sweep: On
- 20) Input Coupling: DC if frequency < 20 MHz

Процедура измерения:

- 1) Установить на генераторе уровень минус 20 дБм и первую частоту из таблицы 4.
- 2) Установить на АС центральную частоту на 2,5 кГц выше, чем первое значение из таблицы 4.
- 3) Маркером АС измерить пиковое значение.
- 4) Нажать дельта-маркер
- 5) Изменить на генераторе уровень до минус 25 дБм

6) Маркером измерить разницу и прибавить к ней минус 20 дБм, тем самым получить абсолютное значение уровня мощности для первой частоты. Занести измеренное значение в таблицу

7) Для остальных частот и уровней повторить шаги 1-6.

8) Для уровня ниже минус 75 дБм и частоте ниже 2,85 ГГц включить внутренний механизм предварительного выбора АС (uW Preselector)

9) Для уровня ниже минус 75 дБм и частоте выше 2,85 ГГц использовать внешний усилитель, внутренний предусилитель АС выключен - Preamplifier:Off.

8.3.4 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности установки уровня выходного сигнала находятся в пределах, указанных в таблице 4.

8.4 Определение погрешности установки девиации частоты в режиме частотной модуляции (ЧМ)

8.4.1 Определение погрешности установки девиации частоты провести по схеме, приведённой на рисунке 3.



Рисунок 3

Погрешность установки девиации частоты в режиме частотной модуляции определить по формуле (3):

$$\Delta D_{\text{ч}} = D_{\text{ч уст}} - D_{\text{ч изм}}, \quad (3)$$

где $D_{\text{ч уст}}$ - установленное значение девиации, Гц;

$D_{\text{ч изм}}$ - измеренное значение девиации, Гц.

8.4.2 Измерение девиации частоты проверить при следующих значениях: Deviation = 50 кГц, Mod.Rate= 1 кГц, Pout=0 дБм на частотах 750, 950, 1000 и 1200 МГц.

8.4.3 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности установки девиации частоты находятся в пределах $\pm(0,02 \cdot D_{\text{ч уст}} + 20)$ Гц.

8.5 Определение уровня гармонических составляющих относительно уровня основного сигнала

8.5.1 Определение уровня гармонических составляющих относительно уровня основного сигнала провести с помощью анализатора спектра E4447A. Измерения провести на частотах $f_{\text{осн}}$: 10, 60, 250 МГц; 2, 14, 16, 20 при уровне выходного сигнала генератора 10 дБм или максимального значения уровня выходного сигнала для данной частоты (в зависимости от того, какое значение меньше).

8.5.2 Результаты поверки считать положительными, если уровни гармонических составляющих относительно уровня основного сигнала не превышают значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5 - Генератор N5173B, N5183B

Гармонические искажения, дБн, не более		
Частотный диапазон	при 10 дБм	при 20 дБм или максимальном значении уровня (смотря, что меньше)
от 9 кГц до 200 МГц включ.	-48	-38
св. 200 МГц до 2 ГГц включ.	-33	-25
св. 2 до 20 ГГц	-55	-50

8.6 Определение уровня негармонических составляющих относительно уровня основного сигнала

8.6.1 Определение уровня негармонических составляющих относительно уровня несущей частоты провести анализатором спектра E4447A с помощью маркеров при отстройке от несущей частоты на 3 кГц. Измерения проводить на частотах 250 кГц; 250 МГц; 1; 2; 3,2; 10; 20 ГГц при выходном уровне сигнала 10 дБм или максимального значении уровня выходного сигнала для данной частоты (в зависимости от того, какое значение меньше).

8.6.2 Результаты поверки считать положительными, если уровень негармонических составляющих по отношению к уровню несущей частоты не превышает значений, указанных в таблицах 6 и 7.

Таблица 6 - Генератор N5173B

Негармонические искажения (значение выходного сигнала 10дБм) (смещение не более 10 кГц), дБн, не более	
от 9 кГц до 5 МГц включ.	-65
св. 5 до 250 МГц включ.	-75
св. 250 до 750 МГц включ.	-78
св. 750 МГц до 1,5 ГГц включ.	-72
св. 1,5 до 3 ГГц включ.	-66
св. 3 до 20 ГГц включ.	-60
св. 20 до 40 ГГц	-54

Таблица 7 - Генератор N5183B

Негармонические искажения (значение выходного сигнала 10дБм) (смещение не более 10 кГц), дБн, не более		
	Стандартное исполнение	Опция UNY
от 9 кГц до 5 МГц включ.	-65	-65
св. 5 до 250 МГц включ.	-75	-75
св. 250 до 750 МГц включ.	-75	-96
св. 750 МГц до 1,5 ГГц включ.	-72	-92
св. 1,5 до 3 ГГц включ.	-66	-86
св. 3 до 5 ГГц включ.	-60	-80
св. 5 до 10 ГГц включ.	-69	-74
св. 10 до 20 ГГц включ.	-63	-68
св. 20 до 40 ГГц	-57	-62

8.7 Определение уровня субгармонических составляющих относительно уровня основного сигнала

8.7.1 Определение уровня субгармонических составляющих относительно уровня основного сигнала провести с помощью анализатора спектра E4447A. Измерения проводить на частотах, приведенных в таблице 8 при уровне выходного сигнала генератора 10 дБм или максимального значения уровня выходного сигнала для данной частоты (в зависимости от того, какое значение меньше).

8.7.2 Результаты поверки считать положительными, если уровни гармонических составляющих относительно уровня основного сигнала не превышают значений, указанных в таблице 8.

Таблица 8 - Генератор N5173B, N5183B

Субгармоники (значение выходного сигнала +10 дБм), дБн, не более	
от 1,5 до 3,2 ГГц включ.	-75
св. 3,2 до 5 ГГц включ.	-67
св. 5 до 10 ГГц включ.	-67
св. 10 до 20 ГГц включ.	-56
св. 20 до 40 ГГц включ.	-53

8.8 Определение уровня фазовых шумов

8.8.1 Уровень фазовых шумов генератора определить анализатором источников сигналов E5052A/B с СВЧ преобразователями частоты E5053A при значениях отстройке от несущей, приведенных в таблицах 9 и 10. На генераторе сигналов установить значение уровня выходного сигнала 10 дБм или максимального значения уровня выходного сигнала для данной частоты (в зависимости от того, какое значение меньше). Провести измерения уровня фазовых шумов генератора на частотах, указанных в таблицах 9 и 10.

8.8.2 Результаты поверки считать положительными, если уровень фазовых шумов не превышает значений, приведенных в таблицах 9 и 10.

Таблица 9 - Генератор N5173B

Однополосный фазовый шум (значение выходного сигнала +10 дБм), дБн/Гц	
Частотный диапазон	Отстройка от несущей 20 кГц
От 5 до 250 МГц исключ.	-115
250 МГц	-129
500 МГц	-124
1 ГГц	-118
2 ГГц	-111
3 ГГц	-105
4 ГГц	-104
6 ГГц	-99
10 ГГц	-97
20 ГГц	-90
40 ГГц	-84

Таблица 10 - Генератор N5183B

Однополосный фазовый шум (значение выходного сигнала +10 дБм), дБн/Гц					
Стандартное исполнение					
Частотный диапазон	Отстройка от несущей 20 кГц				
От 5 до 250 МГц исключ.	-129				
250 МГц	-139				
500 МГц	-135				
1 ГГц	-130				
2 ГГц	-124				
3 ГГц	-119				
4 ГГц	-118				
6 ГГц	-112				
10 ГГц	-113				
20 ГГц	-106				
40 ГГц	-99				
Опция UNY					
Частотный диапазон	Отстройка от несущей				
	10 Гц	100 Гц	1кГц	10 кГц	100 кГц
100 МГц	-93	-103	-130	-138	-137
249МГц	-93	-103	-130	-139	-138
250 МГц	-96	104	-127	-142	-147
500 МГц	-89	-98	-125	-142	-144
1 ГГц	-86	-93	-123	-139	-139
2 ГГц	-79	-85	-114	-134	-133
3 ГГц	-74	-81	-111	-131	-127
4 ГГц	-73	-79	-110	-128	-127
6 ГГц	-69	-76	-107	-123	-121
10 ГГц	-63	71	-101	-119	-121
20 ГГц	-57	-65	-95	-113	-115
40 ГГц	-51	-59	-89	-107	-109

8.10 Время нарастания/спада выходного сигнала при ИМ (опции UNW)

8.10.1 Собрать схему согласно рисунку 4.

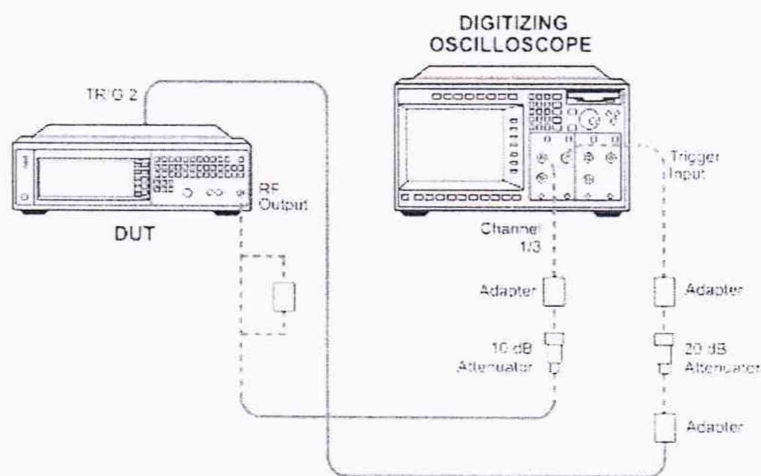


Рисунок 4

8.10.2 На генераторе установить уровень выходной мощности 2 дБм, PRF = 0,20 МГц, Ширина импульсов = 2,00 мкс, параметры несущей частоты выходного сигнала согласно таблице 11. Результаты поверки считать положительными, если значения допустимое значение не превышает значения указанного в таблице 11.

Таблица 11

Несущая частота, МГц	Допустимое значение, нс
Время нарастания	
10,003	10
251,003	10
500,003	10
3199,903	10
3200,003	10
9999,900	10
10000,003	10
19999,900	10
20000,030	10
31799,900	10
Время спада	
10,003	10
251,003	10
500,003	10
3199,903	10
3200,003	10
9999,900	10
10000,003	10
19999,900	10
20000,030	10
31799,90	10

8.11 Погрешность установки уровня выходного сигнала при ИМ (опции UNW)

8.11.1 Собрать схему согласно рисунку 4. Определение погрешности установки уровня сигнала при импульсной модуляции провести осциллографом стробоскопическим широкополосным на частотах, указанных в таблице 12.

Таблица 12

Частота, ГГц	Ширина импульса, мкс	Измеренное значение уровня, дБ	Допустимое значение погрешности, дБ
0,1	2,0		±0,7
0,5	2,0		
1,0	2,0		
2,0	1,0		
3,0	1,0		
6,0	1,0		
19,9	1,0		
31,8	1,0		
39,9	1,0		

Провести измерения значение уровня с выключенной модуляцией $U_{\text{выкл}}$, уровень выходного сигнала 0,00 дБм. Далее включить импульсную модуляцию. Измерить значения уровня с включенной модуляцией $U_{\text{вкл}}$. АРУ включена

Погрешность установки уровня $\delta P_{\text{имп}}$ вычислить по формуле (5):

$$\delta P_{\text{имп}} = 20 \lg(U_{\text{вкл}}/U_{\text{выкл}}) \quad (5)$$

8.11.2 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности установки уровня выходного сигнала при импульсной модуляции (относительно несущей) не превышает $\pm 0,7$ дБ.

8.12 Определение коэффициента амплитудной модуляции и погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции (АМ)

8.12.1 Определение погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции провести на частотах основного сигнала и для значений ($K_{амуст}$), приведённых в таблице 13.

Измерение проводить при помощи анализатора спектра E4447A с опцией 233 в точках 30 % и 80 % на несущих частотах 1 МГц, 250 МГц и 2,999 ГГц, при значении модулирующей частоте 1 кГц.

Погрешность установки коэффициента амплитудной модуляции определить по формуле (6):

$$\Delta K_{ам} = K_{амуст} - K_{амизм} \quad (4)$$

8.12.2 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции находятся в пределах, указанных в таблице 13.

Таблица 13 - Генератор N5173B, N5183B

Амплитудная модуляция (Опция UNT)	
Коэффициент амплитудной модуляции ($K_{ам}$), %	от 0 до 100
Пределы допускаемой погрешности установки $K_{ам}$, % до 5 МГц включ. св. 5 МГц до 3,2 ГГц	$\pm(0,015 \cdot K_{ам} + 1)$ $\pm(0,04 \cdot K_{ам} + 1)$

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Проверку соответствия заявленных идентификационных данных программного обеспечения проводить в соответствии с Руководством по эксплуатации.

Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют, данным приведённым в таблице 14.

Таблица 14 - Генератор N5173B, N5183B

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	N5173B	N5183B
Идентификационное наименование	EXG X-Series Signal Generator Firmware	MXG X-Series Signal Generator Firmware
Номер версии (не ниже)/ модификации	не ниже B.01.86	не ниже B.01.86
Цифровой идентификатор ПО	-	-

10 Оформление результатов проведения поверки

10.1 При положительных результатах поверки на генераторы выдается свидетельство установленной формы.

10.2 Значения характеристик, определенные в процессе поверки при необходимости заносятся в документацию.

10.3 В случае отрицательных результатов поверки применение генератора запрещается, на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин.

Начальник НИО-1



О.В. Каминский