

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ
ФБУ «Нижегородский ЦСМ»

И. И. Решетник

«24» 2013 г.



Генераторы сигналов N5171В, N5172В, N5181В, N5182В

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Настоящая методика поверки распространяется на генераторы сигналов N5171B, N5172B, N5181B, N5182B (далее – генераторы), изготовленные фирмой «Agilent Technologies», Малайзия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки проводят операции, указанные в таблице 1 и применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 1 – Операции поверки

№ п/п	Операции поверки	№ п/п МП	Обязательность проведения при поверке	
			первичной	периодической
1	Внешний осмотр	5.1	Да	Да
2	Опробование	5.2	Да	Да
3	Подтверждение соответствия ПО	5.3	Да	Да
4	Определение метрологических характеристик	5.3		
4.1	Определение относительной погрешности установки частоты	5.3.1	Да	Да
4.2	Определение максимального уровня выходной мощности	5.3.2	Да	Нет
4.3	Определение абсолютной погрешности установки уровня мощности	5.3.3	Да	Да
4.4	Определение относительного уровня гармонических составляющих в немодулированном выходном сигнале	5.3.4	Да	Нет
4.5	Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты (только для генераторов с установленной опцией UNT)	5.3.5	Да	Да
4.6	Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции (только для генераторов с установленной опцией UNT)	5.3.6	Да	Да
4.7	Определение уровня фазовых шумов	5.3.7	Да	Нет

При несоответствии характеристик поверяемых генераторов установленным требованиям по любому из пунктов таблицы 1 их к дальнейшей поверке не допускают и последующие операции не проводят.

Таблица 2 – Средства поверки

Наименование и тип средства поверки	Основные технические характеристики средств измерений
Частотомер электронно-счетный 53132A	Диапазон частот от 0 до 12,4 ГГц, Погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-6}$
Стандарт частоты рубидиевый FS725	Частота 10 МГц Погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-10}$
Измеритель мощности E4419B с первичным измерительным преобразователем E9304A	Диапазон частот от 9 кГц до 6 ГГц, уровень входной мощности: от - 60 до + 20 дБм: от -60 до -10 дБм, погрешность $\pm 6 \%$; от -10 до 0 дБм, погрешность $\pm 5 \%$; от 0 до 20 дБм, погрешность $\pm 4 \%$
Измеритель мощности E4419B с первичным измерительным преобразователем E9301B	Диапазон частот от 10 МГц до 6 ГГц, уровень входной мощности: от - 30 до +44 дБм от -30 до +20 дБм, погрешность $\pm 6 \%$; от +20 до +44 дБм, погрешность $\pm 5,5 \%$;

Окончание таблицы 2

Наименование и тип средства поверки	Основные технические характеристики средств измерений
Установка для измерения ослабления и фазового сдвига образцовая ДК1-16	Диапазон частот от 100 кГц до 17,85 ГГц, диапазон измерений ослабления: от 0 до 140 дБ (в диапазоне частот до 8,2 ГГц) погрешность измерения ослабления: $\pm (0,01 - 2,5)$ дБ
Анализатор спектра E4443A	Диапазон частот от 3 Гц до 6,7 ГГц, динамический диапазон от -155 до +30 дБм, погрешность измерения уровня: $\pm 1,08$ дБ (до 3 ГГц); $\pm 2,2$ дБ (до 6,7 ГГц), уровень гармонических искажений: не более -92 дБ
Измеритель модуляции вычислительный СКЗ-45 с блоком преобразования частоты Я4С-103	Диапазон частот от 0,1 до 10000 МГц. Пределы основной погрешности измерения: $K_{AM} \pm 2 \%$; девиации частоты $\pm 2 \%$
Анализатор источников сигналов E5052B с СВЧ преобразователем частоты E5053A	Диапазон частот от 10 до 26500 МГц, диапазон отстройки от несущей: от 1 Гц до 40 МГц, погрешность измерения фазового шума: $\pm (2 - 4)$ дБ

Примечания:

- 1 Допускается применять другие средства поверки, удовлетворяющие по точности требованиям настоящей методики.
- 2 Все средства поверки должны быть исправны и поверены в установленном порядке.

2 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке генераторов допускают лиц, аттестованных на право поверки радиотехнических средств измерений.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены требования документов «Правила эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Должны также быть обеспечены требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах на средства поверки.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С	25 ± 5
относительная влажность воздуха, %.....	30 – 80
атмосферное давление, кПа.....	84 – 106
напряжение питающей сети, В.....	230 ± 5
частота питающей сети, Гц.....	50 ± 0,5

4.2 Средства поверки подготавливают к работе согласно указаниям, приведенным в соответствующих эксплуатационных документах.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие проверяемого прибора следующим требованиям:

- комплектности прибора в соответствии с руководством по эксплуатации, включая руководство по эксплуатации и методику поверки;
- отсутствие механических повреждений корпуса, лицевой панели, органов управления, соединительных элементов, индикаторных устройств, нарушающих работу генератора или затрудняющих поверку;
- разъемы и соединительные кабели не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

Генераторы, имеющие дефекты, дальнейшей поверке не подвергаются, бракуются и направляются в ремонт.

5.2 Опробование

Опробование проводят после ознакомления с руководством по эксплуатации. При опробовании производят подготовку генератора к работе в соответствии с руководством по эксплуатации. Проверяют возможность подключения к электросети, включения генератора. Включают генератор нажатием клавиши включения/выключение питания.

Проверяют работоспособность генератора при выполнении всех измерительных функций и при всех режимах работы, указанных в руководстве по эксплуатации. Проверяют возможность установки частоты, уровня мощности, свипирования по частоте, параметров частотной, фазовой и импульсной модуляции по показаниям на дисплее генератора. Производят запуск самотестирования (Selftest). В случае обнаружения ошибок в ходе самотестирования прибор бракуют.

5.3 Подтверждение соответствия ПО

Подтверждение соответствия ПО (проверку идентификационного наименования и номера версии программного обеспечения) выполняют в процессе штатного функционирования проверяемого генератора путём непосредственного сличения показаний дисплея генератора с описанием ПО в технической документации генераторов.

Для проверки идентификационного наименования и номера версии программного обеспечения необходимо выполнить следующую последовательность операций:

- включить генератор и дать время для загрузки рабочей программы;
- нажать клавишу «Utility» и выбрать из меню, отображаемого на дисплее, раздел «Instrument Info» или «Diagnostic Info». На дисплее генератора отобразится требуемая информация.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения совпадают с указанными в Руководстве по эксплуатации генераторов.

5.4 Определение метрологических характеристик

5.4.1 Определение относительной погрешности установки частоты

Определение относительной погрешности установки частоты выполняют методом прямых измерений при помощи частотомера 53132A, синхронизированного опорным сигналом 10 МГц стандарта частоты FS725.

Определение погрешности установки частоты проводят путем сличения установленного значения частоты f_T с показаниями частотомера $f_{эт}$, подключенного к выходу генератора.

Измерения выполняют на крайних частотах 9 кГц; 3 ГГц или 6 ГГц (в зависимости от опции) и трех произвольно выбранных частотах внутри рабочего диапазона: 0,5 ГГц; 1 ГГц; 2 ГГц (для опции 503) и 0,5 ГГц; 2 ГГц; 4 ГГц (для опции 506). Определяют относительную погрешность установки частоты δf по формуле

$$\delta f = (f_{\Gamma} - f_{\text{эт}}) / f_{\text{эт}} \quad (1)$$

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения относительной погрешности установки частоты на каждой из заданных частот находятся в пределах:

- $\pm 2,1 \cdot 10^{-6}$ для генераторов N5171B, N5172B;
- $\pm 1,3 \cdot 10^{-7}$ для генераторов N5181B, N5182B.

5.4.2 Определение максимального уровня выходной мощности

Определение максимального уровня выходной мощности проводят с помощью измерителя мощности E4419B с первичными измерительными преобразователями E9304A и E9301B на частотах (в зависимости от опции): 9 кГц; 10 МГц; 100 МГц; 500 МГц; 1 ГГц; 3 ГГц; 4 ГГц; 5 ГГц; 6 ГГц.

На генераторе устанавливают максимальную мощность $P_{\Gamma_{\text{макс}}}$. Измеряют мощность на выходе генератора с помощью измерителя мощности E4419B.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если максимальные уровни выходной мощности в диапазонах частот не менее указанных в таблице 3.

Таблица 3

Диапазон частот	Максимальный уровень выходной мощности, дБм			
	N5171B, N5172B		N5181B, N5182B	
	Стандартное исполнение	Опция 1EA	Стандартное исполнение	Опция 1EA
от 9 кГц до 10 МГц	+13	+17	+13	+17
от 10 МГц до 3 ГГц	+18	+21	+18	+24
от 3 ГГц до 5 ГГц	+16	+18	+16	+19
от 5 ГГц до 6 ГГц	+16	+18	+16	+18

5.4.3 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности

Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности проводят с помощью измерителя мощности E4419B с первичными измерительными преобразователями E9304A и E9301B. При уровне выходной мощности более плюс 10 дБм используют первичный измерительный преобразователь E9301B. При уровне выходной мощности меньше минус 30 дБм используют установку ДК1-16. Поверяемый генератор и установку синхронизируют по опорному каналу частотой 10 МГц. На поверяемом генераторе включают режим автоматической регулировки мощности (АРУ). Измерения проводят на частотах: 100 кГц; 10 МГц; 50 МГц, 1 ГГц, 3 ГГц, 6 ГГц (частота зависит от установленной опции) при уровнях мощности от плюс 24 до минус 110 дБм (с шагом 10 дБм) для всех моделей генераторов и минус 120 и минус 127 дБм для генераторов N5181B, N5182B.

Измеряют мощность на выходе генератора и вычисляют абсолютную погрешность установки уровня мощности ΔP по формуле

$$\Delta P = P_{\Gamma} - P_{\text{изм}} \quad (2)$$

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

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения погрешности установки уровня мощности находятся в пределах значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Диапазон частот	Установленный уровень мощности, дБм		
	от +21 до -60*	от -60 до -110	от -110 до -127**
от 100 кГц до 5 МГц	± 0,8	± 0,9	–
от 5 МГц до 3 ГГц	± 0,6	± 0,8	± 1,5
от 3 ГГц до 6 ГГц	± 0,6	± 1,1	± 1,6

* для генераторов N5181B, N5182B уровень мощности от +24 до -60
** для генераторов N5181B, N5182B с опцией 1EQ

5.4.4 Определение уровня гармонических составляющих в немодулированном выходном сигнале

Определение относительного уровня гармонических составляющих в немодулированном сигнале проводят с помощью анализатора спектра E4443A.

Анализатор спектра подготавливают к проведению измерений в соответствии с РЭ. На генераторе устанавливают частоты (f_0) 0,009; 0,1; 1; 50; 100; 500; 1000; 2000; 3000 МГц. Уровень мощности выходного сигнала устанавливают 0 дБм для стандартного исполнения и 10 дБм для генераторов с опцией 1EA.

Гармонические составляющие основного сигнала определяют на частотах $2 \cdot f_0$, $3 \cdot f_0$.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если уровень гармонических составляющих относительно немодулированного выходного сигнала не более указанного в таблице 5.

Таблица 5

Диапазон частот	Уровень гармонических составляющих, дБ, не более	
	Стандартное исполнение (менее +4 дБм)	Опция 1EA (менее +12 дБм)
от 9 кГц до 3 ГГц	-35	-30

5.4.5 Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты (опция UNT)

Определение абсолютной погрешности установки девиации частоты проводят с помощью измерителя модуляции вычислительного СКЗ-45 с блоком преобразования частоты Я4С-103.

Измеритель модуляции подготавливают к проведению измерений в соответствии с РЭ. Для проведения измерений выход генератора подключают непосредственно ко входу измерителя модуляции. Измеряют значения девиации на несущих частотах и значениях девиации, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Несущая частота, МГц	Установленная девиация, кГц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки девиации, кГц
1	50	± 1,02
10	50	± 1,02
300	50	± 1,02
500	50	± 1,02
1000	50	± 1,02
2500	50	± 1,02

Абсолютную погрешность установки девиации частоты Δw вычисляют по формуле

$$\Delta w = w_{\text{уст}} - w_{\text{изм}} \quad (3)$$

где $w_{\text{уст}}$ – установленное значение девиации, кГц;

$w_{\text{изм}}$ – измеренное значение девиации, кГц.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения погрешности установки девиации частоты находятся в пределах значений, указанных в таблице 6.

5.4.6 Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции (опция UNT)

Определение абсолютной погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции (K_{AM}) проводят с помощью измерителя модуляции вычислительного СКЗ-45 с блоком преобразования частоты Я4С-103.

Измеритель модуляции подготавливают к проведению измерений в соответствии с РЭ. Для проведения измерений выход генератора подключают непосредственно ко входу измерителя модуляции. Измерения проводят при частоте модулирующей, равной 1 кГц, и на несущих частотах, указанных в таблице 7.

Таблица 7

Несущая частота, МГц	Установленный K_{AM} , %	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки K_{AM} , %
1	80	2,2
4,9	80	2,2
5	80	3,4
100	80	3,4
1000	80	3,4
1900	80	3,4
2500	80	5

Абсолютную погрешность установки коэффициента амплитудной модуляции ΔK_{AM} вычисляют по формуле

$$\Delta K_{AM} = K_{AM \text{ уст}} - K_{AM \text{ изм}} \quad (4)$$

где $K_{AM \text{ уст}}$ – установленное значение коэффициента амплитудной модуляции, %;

$K_{AM \text{ изм}}$ – измеренное значение коэффициента амплитудной модуляции, %.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученные значения погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции находятся в пределах значений, указанных в таблице 7.

5.4.7 Определение уровня фазовых шумов (только для генераторов N5181B, N5182B)

Определение уровня фазовых шумов проводят с помощью анализатора источников сигналов E5052B с СВЧ преобразователем частоты E5053A.

Анализатор источников сигналов с преобразователем подготавливают к проведению измерений в соответствии с РЭ. Для проведения измерений выход генератора подключают непосредственно ко входу анализатора. На генераторе устанавливают уровень мощности, максимально возможный на данной частоте несущей.

На анализаторе нажимают «autosetting», выбирают необходимый диапазон измерений и устанавливают окно измерения отстроек от несущей в диапазоне от 1 до 100000 Гц, количество усреднений 16. Измерения проводят на частотах, указанных в таблицах 8, 9.

Для уменьшения погрешности измерений используют функцию анализатора сигналов – кросскорреляцию, равную 10, тем самым уменьшая уровень собственных фазовых шумов.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если уровень фазовых шумов, дБ/Гц, не превышает значений, приведённых в таблицах 8, 9.

Таблица 8 – Уровень фазовых шумов для генераторов N5181B, N5182B в стандартном исполнении и с опцией UNX

Частота	Уровень фазовых шумов, дБ/Гц (отстройка от несущей на 20 кГц)	
	N5181B, N5182B	
	Стандартное исполнение	Опция UNX
менее 250 МГц	-129	-140
250 МГц	-140	-144
500 МГц	-135	-143

Продолжение таблицы 8

Частота	Уровень фазовых шумов, дБ/Гц (отстройка от несущей на 20 кГц)	
	N5181B, N5182B	
	Стандартное исполнение	Опция UNX
1 ГГц	-131	-141
2 ГГц	-124	-135
3 ГГц	-123	-131
4 ГГц	-118	-118
6 ГГц	-116	-117

Таблица 9 – Уровень фазовых шумов для генераторов N5181B, N5182B с опцией UNY

Частота	Уровень фазовых шумов, дБ/Гц, при отстройке от несущей на				
	10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц
249 МГц	-93	-103	-130	-139	-138
250,1 МГц	-96	-104	-127	-144	-147
500 МГц	-89	-98	-125	-139	-145
1 ГГц	-87	-93	-123	-141	-140
2 ГГц	-79	-85	-114	-135	-134
3 ГГц	-74	-81	-112	-132	-131
4 ГГц	-73	-79	-110	-130	-127
6 ГГц	-69	-76	-107	-126	-125

6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 Положительные результаты поверки генераторов сигналов N5171B, N5172B, N5181B, N5182B оформляют свидетельством о поверке в соответствии с ПР 50.2.006-94.

6.2 При несоответствии результатов поверки требованиям любого из пунктов настоящей методики генераторы к дальнейшей эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006-94. В извещении указывают причину непригодности и приводят указание о направлении генераторов в ремонт или невозможности их дальнейшего использования.