

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

ФБУ «Нижегородский ЦСМ»

А. Н. Лахонин

2014 г.



Генераторы сигналов

N5181A, N5182A.

Методика поверки

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Операции и средства поверки.....	3
2 Требования к квалификации поверителей.....	4
3 Требования безопасности.....	4
4 Условия поверки.....	5
5 Подготовка к поверке.....	5
6 Проведение поверки.....	5
7 Оформление результатов поверки.....	9

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки генераторов сигналов N5181A, N5182A (далее - генераторы), выпускаемых фирмой Agilent Technologies (Малазия), находящихся в эксплуатации, а также после хранения и ремонта.

Интервал между поверками – один год.

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции поверки, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

№	Наименование операции	Пункт методики	Проверочные операции при		Примечание
			первичн. поверке	периодич. поверке	
1	Внешний осмотр	п. 7.1	Да	Да	
2	Опробование	п. 7.2	Да	Да	
3	Подтверждение соответствия программного обеспечения	п. 7.3	Да	Да	
4	Определение погрешности частоты опорного кварцевого генератора	п. 7.4	Да	Да	
5	Определение максимального уровня выходной мощности	п. 7.5	Да	Да	
6	Определение погрешности установки уровня мощности	п. 7.6	Да	Да	
7	Определение относительного уровня гармонических, негармонических и субгармонических составляющих в немодулированном выходном сигнале	п.7.7	Да	Да	
8	Определение погрешности установки девиации частоты	п.7.8	Да	Да	для опции UNT
9	Определение погрешности установки уровня выходного сигнала, длительности фронта и спада импульса при ИМ	п. 7.9	Да	Да	опция UNU и UNW

1.2 Поверка генераторов должна производиться с помощью основных и вспомогательных средств поверки, перечисленных в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Наименование и тип средства поверки	Основные технические характеристики средств измерений	№ пункта методики
Частотомер электронно-счетный 53132A	Диапазон частот от 0 до 12,4 ГГц, Погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-6}$	7.4
Стандарт частоты рубидиевый FS725	Частота 10 МГц Погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-10}$	7.4
Измеритель мощности E4417A с первичным измерительным преобразователем E9304A	Диапазон частот от 9 кГц до 6 ГГц - уровень входной мощности от минус 60 до плюс 20 дБм: от минус 60 до минус 10 дБм, погрешность $\pm 6,0\%$; от минус 10 до 0 дБм, погрешность $\pm 5,0\%$; от 0 до 20 дБм, погрешность $\pm 4,0\%$	7.5, 7.6

Продолжение таблицы 1.2

Наименование и тип средства поверки	Основные технические характеристики средств измерений	№ пункта методики
Аттенюатор коаксиальный фиксированный 8494В-006	Диапазон частот от 0 до 18 ГГц, номинальное значение ослабления 6 дБ, погрешность $\pm 0,3$ дБ.	7.5, 7.6
Усилитель СВЧ 8348А	Диапазон частот от 2 до 26,5 дБ, коэффициент усиления 25 дБ, погрешность коэффициента усиления ± 5 дБ	7.6
Анализатор спектра E4443А	Диапазон частот от 3 Гц до 6,7 ГГц, динамический диапазон от минус 155 до плюс 30 дБм, погрешность измерения уровня $\pm 1,08$ дБ (до 3 ГГц) и $\pm 2,2$ дБ (до 6,7 ГГц), уровень гармонических искажений не более минус 92 дБ	7.6
Анализатор спектра E4443А	Диапазон частот от 3 Гц до 6,7 ГГц, динамический диапазон от минус 155 до плюс 30 дБм, погрешность измерения уровня $\pm 1,08$ дБ (до 3 ГГц) и $\pm 2,2$ дБ (до 6,7 ГГц), уровень гармонических искажений не более минус 92 дБ	7.7
Анализатор спектра E4443А	Диапазон частот от 3 Гц до 6,7 ГГц, динамический диапазон от минус 155 до плюс 30 дБм, погрешность измерения уровня $\pm 1,08$ дБ (до 3 ГГц) и $\pm 2,2$ дБ (до 6,7 ГГц), уровень гармонических искажений не более минус 92 дБ	7.8,
Осциллограф цифровой MSO-X 3104А.	Полоса пропускания 1 ГГц диапазон значений коэффициента отклонения от 1 мВ/дел до 1 В/дел, погрешность коэффициента отклонения на постоянном токе $\pm 0,02 \times 8[\text{дел}] \times K_{\text{откл}}$, диапазон установки коэффициента развертки от 500 пс/дел до 50 с/дел, погрешность по частоте внутреннего опорного генератора $\pm (25+5 \times T_3)$, T_3 -величина, численно равная количеству лет эксплуатации осциллографа	7.9

2.2 Допускается использование других средств измерений, имеющих метрологические характеристики не хуже характеристик средств измерений, приведенных в таблице 2.

2.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь свидетельства о поверке.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений, изучившие эксплуатационную, нормативную – техническую документацию.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на применяемые средства измерений и вспомогательное оборудование.

5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования к условиям окружающей среды:

- температура окружающего воздуха (25 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха от 50 до 80 %;
- атмосферное давление (750 ± 30) мм рт. ст.;
- напряжение питающей сети (230 ± 5) В;
- частота питающей сети ($50 \pm 0,5$) Гц.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

- 6.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы
- проверить наличие технической документации и укомплектованность прибора в соответствии с требованиями технической документации;
 - разместить прибор на рабочем месте, обеспечив при этом удобство работы и исключив попадания на прибор прямых солнечных лучей;
 - подключить поверяемый прибор и средства поверки к сети и прогреть их в течение времени установления рабочего режима, предусмотренного для них в документации.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Визуальным осмотром проверяются соответствие генератора технической документации в части комплектности, фиксации регулировочных элементов, маркировки. Также проверяют отсутствие видимых повреждений, целостность соединительных кабелей, разъемов.

7.2 Опробование

7.2.1 Опробование проводят после ознакомления с руководством по эксплуатации.

7.2.2 При опробовании производят подготовку генератора к работе в соответствии с руководством по эксплуатации. Проверяют возможность подключения к электросети, включения генератора. Включают генератор, нажатием клавиши включение/выключение (On/Off) питания.

Проверяют работоспособность генератора при выполнении измерительной функций, указанных в руководстве по эксплуатации. Проверяют возможность установки частоты, уровня мощности, свипирования по частоте, параметров частотной, фазовой и импульсной модуляции по показаниям на экране генератора. Опробование производят при всех режимах работы, указанных в технической документации и меню генератора, запуск самотестирования (Selftest). В случае обнаружения ошибок в ходе самотестирования, прибор бракуется.

7.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Идентификацию ПО (проверку идентификационного наименования и номера версии программного обеспечения) выполняют в процессе штатного функционирования испытуемого 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 в результате проверки установлено, что ПО имеет идентификационные характеристики, приведенные в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения
N5161A/N5162A/N5181A/N5182A/N5183A MXG Signal Generator Firmware	не ниже A.01.45

7.4 Определение погрешности частоты опорного кварцевого генератора

Определение погрешности частоты опорного кварцевого генератора производят при помощи частотомера 53132A, синхронизированного опорным сигналом 10 МГц стандарта частоты FS 725.

Значение частоты опорного кварцевого генератора определяют на выходе «10 MHz OUT» поверяемого генератора.

Погрешность частоты опорного кварцевого генератора рассчитывается по формуле:

$$\Delta f_{KB} = (f_{ИЗМ} / 10 \text{ МГц} - 1), \text{ где } f_{ИЗМ} - \text{показания частотомера в МГц.}$$

Результаты поверки считают удовлетворительными, если полученное значение относительной погрешности находится в пределах $\pm 5 \cdot 10^{-6}$.

7.5 Определение максимального уровня выходной мощности.

Определение максимального уровня выходной мощности проводят с помощью измерителя мощности E4417A с первичным измерительным преобразователем E9304A на частотах: 100 кГц; 50 МГц; 100 МГц; 500 МГц; 1 ГГц; 3 ГГц; 4 ГГц; 5 ГГц; 6 ГГц (максимальная частота зависит от установленной опции).

На генераторе устанавливают максимальную мощность. Измеряют мощность на выходе генератора с помощью измерителя мощности. При уровнях мощности более 15 дБм на частотах от 50 МГц до 3 ГГц используют аттенюатор коаксиальный фиксированный 8494В-006.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если максимальный уровень выходной мощности в диапазоне частот не менее указанных в таблицах 7.2.

Таблица 7.2

Диапазон частот	Установленные опции	
	Стандартное исполнение	1EA
от 100 кГц до 50 МГц	+13	+15
> 50 МГц до 3 ГГц	+13	+23
> 3 до 5 ГГц	+13	+17
> 5 до 6 ГГц	+11	+16

7.6 Определение погрешности установки уровня выходной мощности.

Измерения проводят на частотах: 250 кГц; 220 МГц, 1 ГГц, 3 ГГц, 5 ГГц; 6 ГГц (максимальная частота зависит от установленной опции) при уровнях: 10; 0; -10; -20; -30; -40; -50; -60; -70; -80; -90; -100; -110 дБм и для моделей с опцией 1EQ -120; -127 дБм.

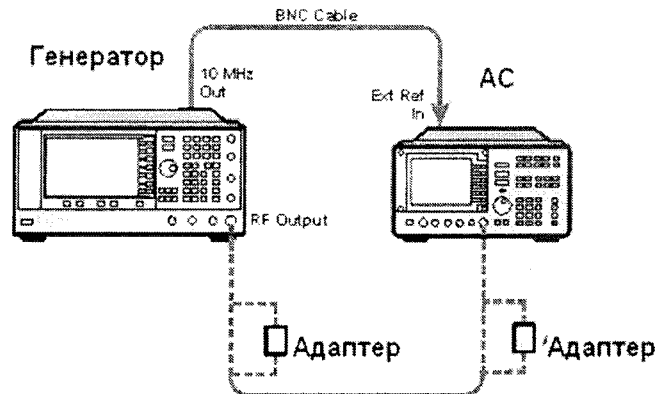
Определение погрешности установки уровня выходной мощности проводят с помощью измерителя мощности E4417A с первичным измерительным преобразователем E9304A. При уровнях мощности более 15 дБм на частотах от 50 МГц до 3 ГГц используют аттенюатор коаксиальный фиксированный 8494В-006.

Измеряют мощность на выходе генератора. Вычисляют погрешность установки уровня мощности δP по формуле:

$$\delta P = P_r - P_{ИЗМ}, \text{ дБ,}$$

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

При уровне выходной мощности меньше минус 20 дБм используют анализатор спектра E4443A. Испытуемый генератор и анализатор спектра синхронизируют по опорному каналу частотой 10 МГц. На испытуемом генераторе включают режим автоматической регулировки мощности (APU).



На анализаторе спектра выполняют следующие установки:

- Span: 40 kHz
- Attenuator: 0 dB
- Max Mixer Level: -10 dBm
- Reference Level: -40 dBm
- 10 MHz Reference: External
- Resolution Bandwidth: 100 Hz
- VBW/RBW: 1
- Preamplifier: On
- Sweptime: Auto
- Trace Points: 401
- FFT & Sweep: Manual FFT
- FFTs/Span: 1
- ADC Dither: On
- Detector: Sample
- AVG/VBW Type: Log-Pwr Avg Video
- Video Averaging: On
- Number of Averages: 2
- Auto Align: Off
- Single Sweep: On
- Input Coupling: DC if frequency < 20 MHz

Процедура измерения:

- 1) Установить на генераторе уровень минус 20 дБм и частоту.
- 2) Установить на анализаторе центральную частоту на 2,5 кГц выше, чем на генераторе.
- 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 получим 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 используют внешний усилитель, внутренний предусилитель АС выключают - Preamplifier:Off

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность установки уровня мощности находятся в пределах значений, указанных в таблице 7.3.

Таблица 7.3

Частотный диапазон	Установленный уровень мощности, дБм		
	Стандартное исполнение		Опция 1EQ
	От +23 до -60	От -60 до -110	От -110 до -127
От 100 кГц до 250 кГц	±0,6	±1,0	-
> 250 кГц до 1 МГц	±0,6	±0,7	±1,7
> 1 МГц до 1 ГГц	±0,6	±0,7	±1,0
> 1 до 3 ГГц	±0,6	±0,8	±1,1
> 3 до 4 ГГц	±0,7	±0,8	±1,1
> 4 до 6 ГГц	±0,8	±1,1	±1,3

7.7 Определение уровня гармонических, негармонических и субгармонических составляющих в немодулированном выходном сигнале.

Анализатор спектра подготавливают к проведению измерений в соответствии с РЭ. На генераторе устанавливают частоты (f_0): 0,250; 601; 951; 1421; 1951; 2951 МГц при измерении гармонических составляющих и 1000, 2000, 3000, 4000, 5100, 6000 МГц при измерении субгармонических составляющих (максимальная частота зависит от установленной опции). Уровень мощности выходного сигнала устанавливают 0 дБм для генераторов стандартного исполнения и 10 дБм для генераторов с опцией 1EA.

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

Субгармонические составляющие основного сигнала определяют на частотах $0,5 f_0$ и $1,5 f_0$.

При определении негармонических составляющих анализатор спектра настроить на центральную частоту сигнала, подаваемого с генератора, полоса обзора анализатора спектра 50 кГц, полоса пропускания 300 Гц. Маркером анализатора спектра отстроиться от несущего сигнала на 10 кГц в любую из сторон спектра и зафиксировать измеряемую величину негармонической составляющей. Измерения проводят на частотах 0,25; 250; 375; 750; 1000 (1500); 3000; 6000 МГц (максимальная частота зависит от установленной опции).

Результаты поверки считают удовлетворительными, если:

- уровень гармонических составляющих относительно немодулированного выходного сигнала в диапазоне частот от 0,25 до 3000 МГц не более минус 35 дБ для генераторов стандартного исполнения и не более минус 30 дБ для генераторов с опцией 1EA;

- уровень негармонических составляющих относительно немодулированного выходного сигнала, дБ, не более:

	N5181A	N5182A
• в диапазоне частот от 0,25 до 250 МГц	минус 62	минус 70;
• в диапазоне частот от 250 до 375 МГц	минус 68	минус 81;
• в диапазоне частот от 375 до 750 МГц	минус 57	минус 73;
• в диапазоне частот от 750 до 3000 МГц	минус 54	минус 62;
• в диапазоне частот от 3000 до 6000 МГц	минус 47	минус 56;

- уровень субгармонических составляющих относительно немодулированного выходного сигнала, дБ, не более:

• в диапазоне частот от 0,25 до 3000 МГц	минус 73;
• в диапазоне частот от 3000 до 4500 МГц	минус 68;
• в диапазоне частот от 4500 до 5500 МГц	минус 56;
• в диапазоне частот от 5500 до 6000 МГц	минус 52.

7.8 Определение погрешности установки девиации частоты (опция UNT)

Определение девиации частоты проводят с помощью анализатора спектра E4443A.

На анализаторе спектра выполнить все необходимые процедуры для подготовки его к измерениям согласно с РЭ.

В режиме ЧМ на генераторе установить частоту внутреннего модулирующего генератора 1 кГц и уровень выходной мощности 0 дБм. Измерения проводят на частотах основного сигнала 750, 950, 1000, 1200 МГц. Значение девиации частоты устанавливают 50 кГц для каждой из указанных частотных точек. Фиксируют пиковые значения $w_{\text{в}}$ и $w_{\text{н}}$.

За измеренную величину девиации частоты $w_{\text{изм}}$ принимают половину ширины спектра наблюдаемого ЧМ сигнала.

Примечание: При использовании опции 233 в анализаторе спектра, будет выдаваться числовое значение измеряемой девиации.

Абсолютную погрешность установки девиации частоты Δw вычисляют по формуле

$$\Delta w = w_{\text{уст}} - w_{\text{изм}}$$

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 $\pm 1,02$ кГц

7.9 Определение параметров импульсного сигнала при ИМ

Определение параметров импульсного сигнала проводят с помощью осциллографа цифрового MSO-X 3104A (входное сопротивление 50 Ом).

Определение длительности фронта и спада импульса проводят с на частотах модулируемого сигнала 500,003; 999,003; 1999,003; 2999,003; 4999,003; 5999,900 МГц (максимальная частота зависит от установленной опции), при уровне мощности 0,00 и 5,00 дБм. Частота повторения импульсов 200 кГц. Длительность импульсов 1 мкс. АРМ выключена.

Измеряют длительность фронта и спада импульсов по уровню 0,1 и 0,9 от размаха импульса.

Для определения погрешности установки уровня сигнала при импульсной модуляции на генераторе устанавливают длительность импульса внутреннего источника модуляции 2 мкс, импульсная модуляция включена. АРМ включена.

Проводят измерения значение уровня с выключенной модуляцией $V_{\text{выкл}}$ на частотах 500,003; 999,003; 1999,003; 2999,003; 4999,003; 5999,900 МГц (уровень выходного сигнала 0,00 и 5,00 дБм).

Далее включают импульсную модуляцию. Измеряют значения уровня с включенной модуляцией $V_{\text{вкл}}$.

Погрешность установки уровня $\delta P_{\text{имп}}$ вычисляется по формуле:

$$\delta P_{\text{имп}} = 20 \lg (V_{\text{вкл}}/V_{\text{выкл}}).$$

Результаты поверки считают удовлетворительными, если:

- погрешность установки уровня мощности сигнала в пределах $\pm 1,0$ дБ;
- длительности фронта/спада в диапазоне частот от 500 до 6000 МГц не более 10 нс.

8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки оформляют в соответствии с ПР50.2.006-94.

8.2 В случае соответствия метрологических характеристик генератора установленным требованиям оформляют свидетельство о поверке.

8.2 В случае несоответствия метрологических характеристик генератора установленным требованиям оформляют извещение о непригодности к применению с указанием причин непригодности.