

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГУП «ВНИИМС»)**

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора ФГУП «ВНИИМС»



В.Н. Яншин

2015 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ
ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ
33210А, 33220А**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

ч.р. 62209-15

г. Москва
2015

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок генераторов сигналов произвольной формы 33210А, 33220А, изготавливаемых фирмой «Keysight Technologies Microwave Products (M) Sdn.Bhd», Малайзия.

Генераторы сигналов произвольной формы 33210А, 33220А (далее – генераторы) предназначены для формирования сигналов стандартных форм: синусоидального, прямоугольного, пилообразного, треугольного, импульсного, гауссовского шума, напряжения постоянного тока, а также сигналов произвольной формы.

Межповерочный интервал – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Пункт методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	7.2	Да	Да
2. Опробование	7.3	Да	Да
3. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала	7.4	Да	Да
4. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности установки размаха выходного сигнала	7.5	Да	Да
5. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения	7.6	Да	Да
6. Определение неравномерности АЧХ синусоидального сигнала	7.7	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблицах 2 и 3.

2.2 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

2.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.2; 7.3	Визуально
7.4	Частотомер электронно-счетный 53132А. Диапазон измеряемых частот от 0 до 12,5 ГГц. Три канала. Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты $4 \cdot 10^{-9}$.
7.5	Мультиметр 3458А. Пределы измерений напряжения переменного тока 10 мВ, 100 мВ, 1, 10, 100, 1000 В. Пределы допускаемой абсолютной

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
	погрешности на пределе 10 В ± (0,00007U _{изм.} + 0,00002U _{к.}). Диапазон частот 1 Гц – 10 МГц.
7.6	Мультиметр 3458А. Пределы измерений напряжения постоянного тока 100 мВ, 1 , 10, 100, 1000 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности на пределе 10 В ± (0,000008U _{изм.} + 0,0000005U _{к.}).
7.7	Мультиметр 3458А. Пределы измерений напряжения переменного тока 10 мВ, 100 мВ, 1 , 10, 100, 1000 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности на пределе 10 В ± (0,00007U _{изм.} + 0,00002U _{к.}). Диапазон частот 1 Гц – 10 МГц. Блок измерительный ваттметров Е4417А и преобразователь измерительный Е9304А. Диапазон частот от 9 кГц до 6 ГГц. Диапазон измерений мощности от минус 60 до плюс 20 дБм. Пределы допускаемой относительной погрешности ± 4,5 %.

Где U_{изм.} – измеренное значение напряжения.

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура	от 0 до 50 °С	± 1 °С	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4
Давление	от 80 до 106 кПа	± 200 Па	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1
Влажность	от 10 до 100 %	± 1 %	Психрометр аспирационный М-34-М

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию наверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки и аттестованные в качестве поверителей согласно ПР 50.2.012-94.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации прибора и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок напряжением до 1 кВ.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (23 ± 5) °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм. рт. ст.;
- напряжение питания - в зависимости от модификации;
- частота питающего напряжения (50,0 ± 0,5) Гц.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1. Проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность.
2. Проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.
3. Средства измерения, используемые при поверке, поверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению.

Таблица 4 – Амплитудные характеристики генераторов

Наименование характеристики	Значение для модификаций	
	33210А	33220А
Диапазон размаха выходного напряжения - на нагрузке 50 Ом - в режиме холостого хода	От 10 мВ до 10 В ¹⁾ От 20 мВ до 20 В ¹⁾	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки размаха выходного напряжения на частоте 1 кГц	$\pm (0,02 \cdot U + 1 \text{ мВ})$ ²⁾	$\pm (0,01 \cdot U + 1 \text{ мВ})$ ²⁾
Диапазон установки постоянного напряжения смещения - на нагрузке 50 Ом - в режиме холостого хода	$\pm 5 \text{ В}$ $\pm 10 \text{ В}$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения	$\pm (0,02 \cdot U_{\text{см.}} + 0,005 \cdot U + 2 \text{ мВ})$ ²⁾	

Примечание: ¹⁾ – для различных форм сигналов значение может быть равным или меньшим;
²⁾ – при температуре окружающей среды от 18 до 28 °С. В диапазоне рабочих температур температурный коэффициент составляет 0,1/°С;
 U – установленное значение размаха сигнала;
 U_{см.} – установленное значение постоянного напряжения смещения.

Таблица 5 – Частотные характеристики генераторов

Наименование характеристики	Значение для модификаций	
	33210А	33220А
Максимальная частота	10 МГц	20 МГц
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала	$\pm (20 \cdot 10^{-6} \cdot F + 3 \text{ пГц})$ ³⁾	

Примечание: ³⁾ – при температуре окружающей среды от 18 до 28 °С. В диапазоне рабочих температур температурный коэффициент составляет 1 ppm/°С;
 F – установленное значение частоты сигнала.

Таблица 6 – Характеристики формы сигнала

Характеристика	Значение	
	33210А	33220А
Синусоидальный сигнал		
Диапазон частот	от 1 мГц до 10 МГц	от 1 мкГц до 20 МГц

Характеристика	Значение	
	33210А	33220А
Неравномерность АЧХ относительно частоты 1 кГц в диапазоне частот до 100 кГц от 100 кГц до 5 МГц от 5 МГц до 10 (20) ⁴⁾ МГц	± 0,1 дБ ± 0,2 дБ ± 0,3 дБ	± 0,1 дБ ± 0,15 дБ ± 0,3 дБ

Примечание: ⁴⁾ – для модификации 33220А 20 МГц;

7.2 Внешний осмотр.

Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

1. Комплектность прибора должна соответствовать руководству по эксплуатации;
2. Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях;
3. Не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, органов управления. Все надписи должны быть четкими и ясными;
4. Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и подлежит ремонту.

7.3 Опробование.

Включить прибор, после чего автоматически начинается автоматическая калибровка и самопроверка.

Результаты опробования считать положительными, если после прохождения автоматической калибровки и самоконтроля на дисплее не появилось сообщение об ошибке и светодиод, расположенный под кнопкой включения, горит ровным светом.

7.4 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала.

Для определения абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала, на измерительный вход частотомера подать сигнал с поверяемого генератора в точках, указанных в таблице 7. На входе частотомера должна быть установлена нагрузка 50 Ом.

Схема соединения показана на рисунке 1.

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

- 1) Включить генератор и частотомер в соответствии с эксплуатационной документацией.
- 2) Провести измерения частоты выходного сигнала генератора и определить абсолютную погрешность воспроизведения частоты.

Результаты поверки считать положительными, если полученное значение погрешности установки частоты выходного сигнала не превышает допустимых пределов, указанных в таблице 7.

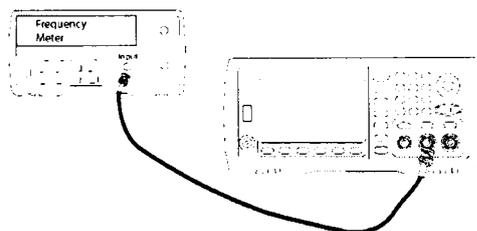


Рис. 1

Таблица 7

Выходной сигнал генератора	Выходное напряжение генератора, (СКЗ), В	Частота, Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, Гц
Синусоидальный	1	10	$\pm 0,0002$
Синусоидальный	1	1 000 000	± 20
Синусоидальный	1	10 000 000	± 200
Синусоидальный	1	20 000 000*	± 400

Примечание: * - только для генераторов модификации 33220А.

7.5 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности установки размаха выходного сигнала.

Для определения абсолютной погрешности установки размаха выходного сигнала на измерительный вход цифрового мультиметра подать сигнал с генератора. Режим измерения мультиметра – напряжение переменного тока (среднеквадратическое значение). Вид выходного сигнала генератора – синусоидальный. Схема соединения показана на рисунке 2.

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

- 1) Включить генератор и цифровой мультиметр в соответствии с эксплуатационной документацией.
- 2) На генераторе установить режим «Высокий импеданс».
- 3) Провести измерения абсолютной погрешности установки размаха напряжения синусоидального сигнала. Выходной сигнал устанавливать согласно таблице 8.

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешности установки размаха выходного сигнала находятся в пределах, указанных в таблице 8.

Таблица 8

Частота сигнала	Размах выходного напряжения генератора, В	Среднеквадратическое значение выходного напряжения генератора, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, В
1 кГц	0,057	0,0200	$\pm 0,00091$
1 кГц	0,190	0,0670	$\pm 0,00138$
1 кГц	0,566	0,2000	$\pm 0,00271$
1 кГц	1,895	0,6700	$\pm 0,00741$
1 кГц	5,658	2,000	$\pm 0,0207$
1 кГц	19,802	7,000	$\pm 0,0707$

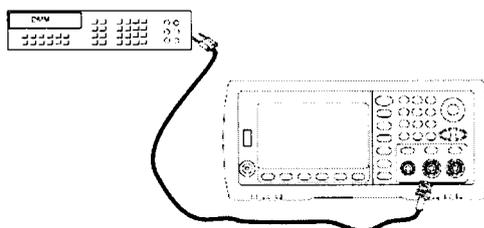


Рис. 2

7.6 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения.

Для определения абсолютной погрешности установки напряжения смещения на измерительный вход цифрового мультиметра подать сигнал с генератора. Режим измерения мультиметра – напряжение постоянного тока. Схема соединения показана на рисунке 2.

Определение погрешности проводить в следующей последовательности:

- 1) Включить генератор и цифровой мультиметр в соответствии с эксплуатационной документацией.
- 2) На генераторе установить режим «Постоянный ток» («Offset»), «Высокий импеданс».
- 3) Провести измерения напряжения смещения. Выходной сигнал устанавливать согласно таблицы 9. Определить абсолютную погрешность установки постоянного напряжения смещения.

Таблица 9

Выходной сигнал генератора	Амплитуда, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, В
Напряжение постоянного тока	0,0	$\pm 0,002$
	0,5	$\pm 0,012$
	5,0	$\pm 0,102$

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешности находятся в пределах, указанных в таблице 9.

7.7 Определение неравномерности АЧХ синусоидального сигнала.

Определение неравномерности АЧХ проводить путем измерения амплитуды выходного сигнала в полосе воспроизводимых частот поверяемого генератора относительно частоты 1 кГц.

Измерение амплитуды выходного сигнала на частотах 1 кГц и 100 кГц проводить с помощью мультиметра 3458А. Режим измерения мультиметра – напряжение переменного тока (среднеквадратическое значение). Режим работы генератора «Высокий импеданс».

Измерение амплитуды выходного сигнала на частотах свыше 100 кГц проводить с помощью блока измерительного ваттметров Е4417А и преобразователя измерительного Е9304А. Режим работы генератора «Нагрузка 50 Ом».

Схема соединения показана на рисунке 3.

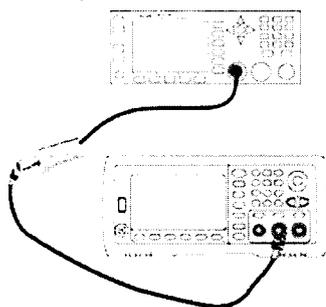


Рис. 3

Определение неравномерности проводить в следующей последовательности:

- 1) Включить генератор и измеритель мощности в соответствии с эксплуатационной документацией.
- 2) Провести измерения амплитуды выходного синусоидального сигнала. Выходной сигнал устанавливать согласно таблицам 10, 11.
- 4) Рассчитать неравномерность АЧХ как разность максимальной (минимальной) амплитуды и амплитуды на частоте 1 кГц.

Результаты испытаний считать положительными, если полученные значения неравномерности АЧХ находятся в пределах, указанных в таблицах 10, 11.

Таблица 10. Модель 33210А

Значение амплитуды, дБм	Значение частоты сигнала, МГц	Неравномерность АЧХ, дБм
+ 3,51 (0,335 Вскз)	0,1	$\pm 0,1$
	0,5	$\pm 0,2$

Значение амплитуды, дБм	Значение частоты сигнала, МГц	Неравномерность АЧХ, дБм
	2,0	± 0,2
	5,0	± 0,2
	8,0	± 0,3
	10,0	± 0,3
+ 13 (1 Вскз)	0,1	± 0,1
	0,5	± 0,2
	2,0	± 0,2
	5,0	± 0,2
	8,0	± 0,3
+ 23,9 (3,5 Вскз)	10,0	± 0,3
	0,1	± 0,1
	0,5	± 0,2
	2,0	± 0,2
	5,0	± 0,2
	8,0	± 0,3
+ 23,9 (3,5 Вскз)	10,0	± 0,3
	0,1	± 0,1
	0,5	± 0,2
	2,0	± 0,2
	5,0	± 0,2
	8,0	± 0,3

Таблица 11. Модель 33220А

Значение амплитуды, дБм	Значение частоты сигнала, МГц	Неравномерность АЧХ, дБм
+ 3,51 (0,335 Вскз)	0,1	± 0,1
	0,5	± 0,15
	2,0	± 0,15
	5,0	± 0,15
	8,0	± 0,3
	10,0	± 0,3
	14,0	± 0,3
	18,0	± 0,3
	20,0	± 0,3
+ 13 (1 Вскз)	0,1	± 0,1
	0,5	± 0,15
	2,0	± 0,15
	5,0	± 0,15
	8,0	± 0,3
	10,0	± 0,3
	14,0	± 0,3
	18,0	± 0,3
	20,0	± 0,3
+ 23,9 (3,5 Вскз)	0,1	± 0,1
	0,5	± 0,15
	2,0	± 0,15
	5,0	± 0,15
	8,0	± 0,3
	10,0	± 0,3
	14,0	± 0,3
	18,0	± 0,3
	20,0	± 0,3

Примечание: значение амплитуды в дБм определяется по формуле $\text{дБм} = 10\lg(20 \cdot U_{\text{скз}}^2)$.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

При положительных результатах поверки на корпус прибора наносится поверительная наклейка, в паспорте производится запись о годности к применению и (или) выдается свидетельство о поверке или сертификат калибровки.

При отрицательных результатах поверки прибор не допускается к дальнейшему применению, в паспорт вносится запись о непригодности его к эксплуатации, клеймо предыдущей поверки гасится, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Начальник сектора отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large loop followed by several vertical strokes.

А.Ю. Терещенко