



Акционерное Общество «АКТИ-Мастер»  
**АКТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАТИКА**

127106, Москва, Нововладыкинский проезд, д. 8, стр. 4  
тел./факс (495)926-71-85 E-mail: [post@actimaster.ru](mailto:post@actimaster.ru)  
<http://www.actimaster.ru>

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор  
АО «АКТИ-Мастер»



В.В. Федулов

11 декабря 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Генераторы сигналов произвольной формы серии AFG31000

Методика поверки  
AFG31000/МП-2019

Заместитель генерального директора  
по метрологии АО «АКТИ-Мастер»

Д.Р. Васильев

г. Москва  
2019

Настоящая методика поверки распространяется на генераторы сигналов произвольной формы серии AFG31000 (далее – приборы) с модификациями AFG31021, AFG 31022, AFG31051, AFG31052, AFG31101, AFG31102, AFG31151, AFG 31152, AFG31251, AFG31252, изготавливаемые компанией “Tektronix (China) Co, Ltd.”, Китай, и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр и подготовка к поверке	6	да	да
Опробование (идентификация, функциональная диагностика, автокалибровка)	7.2	да	да
Определение метрологических характеристик	7.3	да	да
Определение погрешности установки частоты	7.3.1	да	да
Определение погрешности установки синусоидального напряжения на частоте 1 kHz	7.3.2	да	да
Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения	7.3.3	да	да
Определение неравномерности АЧХ	7.3.4	да	да

1.2 По письменному запросу пользователя для двухканальной модификации прибора поверка может быть выполнена по указанным в таблице 1 операциям на одном из двух каналов, при этом должна быть сделана соответствующая запись в свидетельстве о поверке.

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

№	Наименование средства поверки	Номер пункта методики	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер реестра
1	Стандарт частоты	7.3.1	Стандарт частоты рубидиевый FS 725; рег. № 31222-06
2	Частотомер	7.3.1	Частотомер универсальный Tektronix FCA3000; рег. № 51532-12
3	Вольтметр постоянного и переменного напряжения	7.3.2 7.3.3	Мультиметр Keithley 2000; рег. № 75241-19
4	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ	7.3.4	Преобразователь измерительный NRP-Z51; рег. № 37008-08

2.2 Допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых генераторов с требуемой точностью.

2.3 Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь документы о поверке.

### **3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

К проведению поверки допускаются лица с высшим или среднетехническим образованием, имеющие практический опыт в области радиотехнических измерений.

### **4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

4.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения прибора необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение прибора к сети должно производиться с помощью сетевого кабеля из комплекта прибора;
- заземление прибора и средств поверки должно производиться посредством заземляющих контактов сетевых кабелей;
- присоединения прибора и оборудования следует выполнять при отключенных входах и выходах (отсутствии напряжения на разъемах);
- запрещается работать с прибором при снятых крышках или панелях;
- запрещается работать с прибором в условиях температуры и влажности, выходящих за пределы рабочего диапазона, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с прибором в случае обнаружения его повреждения.

### **5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ**

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха ( $23 \pm 5$ ) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 70 %;
- атмосферное давление от 84 до 106.7 кПа.

### **6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

#### **6.1 Внешний осмотр**

6.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяются:

- чистота и исправность разъемов, отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов прибора;
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положений;
- правильность маркировки и комплектность прибора.

6.1.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого генератора, его направляют в сервисный центр для ремонта.

#### **6.2 Подготовка к поверке**

6.2.1 Перед началом работы следует изучить руководство по эксплуатации прибора, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2.3 Подсоединить прибор и средства поверки к сети электропитания 220 V; 50 Hz. Включить питание прибора и средств поверки.

6.2.4 Перед началом выполнения операций средства поверки и прибор должны быть выдержаны во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева прибора 30 min.

6.2.5 В операциях 7.3.2, 7.3.3 используется проходная коаксиальная нагрузка BNC(m,f). Для получения адекватных результатов необходимо выполнить измерение действительного значения сопротивления нагрузки, (используя адаптер BNC(m)-“banana”(m,m) и мультиметр в режиме 2-Wire с функцией Rel).

Если сопротивление проходной нагрузки находится в пределах ( $50 \pm 0.1 \Omega$ ), можно не учитывать отклонение сопротивления нагрузки от номинального значения.

Если сопротивление проходной нагрузки выходит за указанные пределы, то в операциях 7.3.2, 7.3.3 к измеренным значениям напряжения следует вводить поправку по формуле:

$$U = K_R \cdot U_m; K_R = 2 / (1 + 50/R), \text{ где}$$

U – значение напряжения с учетом поправки;

U<sub>m</sub> – измеренное мультиметром значение напряжения;

R – действительное значение сопротивления нагрузки.

Например, измеренное сопротивление нагрузки равно  $50.5 \Omega$ .  $K_R = 2 / (1 + 50/50.5) = 1.0050$ .

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Общие указания по проведению поверки

7.1.1 В процессе выполнения операций результаты заносятся в протокол поверки.

Полученные результаты должны укладываться в пределы допускаемых значений, которые указаны в таблицах настоящего раздела документа.

При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию. При повторном отрицательном результате генератор следует направить в сервисный центр для проведения регулировки или ремонта.

7.1.2 Если заказчиком поверки (пользователем) не установлены требования по записи измеренных значений метрологических характеристик, допускается записывать в таблицах протокола поверки качественные результаты измерений метрологических характеристик (соответствует / не соответствует).

### 7.2 Опробование (идентификация, функциональная диагностика, автокалибровка)

7.2.1 Убедиться в том, что к разъемам прибора ничего не подключено.

Выполнить заводскую установку прибора, для чего нажать клавишу **Default**, выбрать в диалоговом окне **OK**.

7.2.2 Войти в меню **Utility** > System > Firmware.

В окне должны отобразиться идентификационные данные прибора (наименование, модификация, версия установленного программного обеспечения).

Записать в таблицу 7.2 результаты идентификации.

7.2.3 Войти в меню **Utility** > Diagnostics/Calibration > Self-Diagnostics, Run.

Выбрать в диалоговом окне **OK**.

Выждать до завершения процедуры функционального тестирования (она занимает несколько минут).

7.2.4 Войти в меню **Utility** > Diagnostics/Calibration > Calibration, Run

Выбрать в диалоговом окне **OK**.

Выждать до завершения процедуры автокалибровки (она занимает несколько минут).

В случае неисправностей выдается сообщение об ошибках и коды ошибок.

Записать в столбец 2 таблицы 7.2 результат автокалибровки.

7.2.5 Выйти из меню **Utility**.

Таблица 7.2 – Опробование (идентификация, функциональная диагностика, автокалибровка)

Содержание проверки	Результат проверки	Критерии проверки
<b>Utility &gt; System &gt; Firmware</b>		
отображение наименования модификации и серийного номера		правильно отображаются наименование модификации и серийный номер
идентификация ПО		номер версии 1.4.6 и выше
<b>Utility &gt; Diagnostics/Calibration &gt; Self-Diagnostics, Run</b>		
функциональное тестирование		нет сообщений об ошибках, сообщение "Passed"
<b>Utility &gt; Diagnostics/Calibration &gt; Calibration, Run</b>		
внутренняя подстройка калибровочных констант		нет сообщений об ошибках, сообщение "Passed"

### 7.3.1 Определение погрешности установки частоты

7.3.1.1 Соединить кабелем BNC выход "10 MHz" стандарта частоты с входом "Ref In" частотомера.

7.3.1.2 Используя адаптер BNC(m)-N(m), соединить кабелем BNC разъем прибора "CH1" с входом канала частотомера.

7.3.1.3 Используя клавиши на лицевой панели прибора, сделать установки:

**Sine; Frequency:** 1 MHz

**Amplitude:** 1 Vpp

**Channel 1 Output:** On

7.3.1.4 Записать измеренное частотомером частоты в столбец 3 таблицы 7.3.1.

7.3.1.5 Не меняя остальных установок, ввести на приборе:

**Function:** Square

7.3.1.6 Записать измеренное частотомером частоты в столбец 3 таблицы 7.3.1.

7.3.1.7 Рассчитать и записать в столбцы 2 и 4 таблицы 7.3.1 нижний и верхний пределы допускаемой погрешности, используя следующие данные:

$$\Delta F = F \cdot (\delta_0 + N \cdot \delta_A), F = 1 \text{ MHz}$$

N – к-во лет с даты выпуска (округленное до целого числа в большую сторону)

$$\delta_0 = 1 \cdot 10^{-6}, \delta_A = 1 \cdot 10^{-6}$$

Таблица 7.3.1 – Погрешность установки частоты

Установленное значение частоты, MHz	Нижний предел допускаемых значений, MHz	Измеренное значение частоты, MHz	Верхний предел допускаемых значений, MHz
1	2	3	4
Sine, 1 Vp-p, 50 Ω			
1.000 000 MHz	1.000 000 – ΔF		1.000 000 + ΔF
Square, 1 Vp-p, 50 Ω			
1.000 000 MHz	1.000 000 – ΔF		1.000 000 + ΔF

### 7.3.2 Определение погрешности установки синусоидального напряжения на частоте 1 kHz

7.3.2.1 Установить на мультиметре режим ACV.

7.3.2.2 Используя адаптер BNC(m)-“banana”(m,m) и проходную нагрузку BNC 50 Ω, соединить кабелем BNC разъем “CH1” прибора с гнездами “HI”, “LO” мультиметра, соблюдая полярность.

7.3.2.3 Сделать установки на приборе:

**Sine; Frequency:** 1 kHz

Установить в экранном меню канала CH1: Amplitude/Level Menu, Units, V rms

**Channel 1 Output:** On

7.3.2.4 Устанавливать клавишей **Amplitude** уровень напряжения на приборе, как указано в столбце 1 таблицы 7.3.2. Записывать отсчеты мультиметра в столбец 3 таблицы.

Таблица 7.3.2.1 – Погрешность установки уровня напряжения на частоте 1 kHz.

AFG31021/AFG31022, AFG31051/AFG31052, AFG31101/AFG31102

Установленное значение напряжения, rms	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное значение напряжения, rms		Верхний предел допускаемых значений
		CH1	CH2	
1	2	3		4
3 mV	2.616 mV			3.384 mV
30 mV	29.327 mV			30.654 mV
300 mV	296.65 mV			303.35 mV
800 mV	791.65 mV			808.35 mV
1.5 V	1.4846 V			1.5154 V
2.5 V	2.4746 V			2.5254 V
3.5 V	3.4646 V			3.5354 V

Таблица 7.3.2.2 – Погрешность установки уровня напряжения на частоте 1 kHz.

AFG31151/AFG31152, AFG31251/AFG31252

Установленное значение напряжения, rms	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное значение напряжения, rms		Верхний предел допускаемых значений
		CH1	CH2	
1	2	3		4
3 mV	2.616 mV			3.384 mV
30 mV	29.327 mV			30.654 mV
300 mV	296.65 mV			303.35 mV
800 mV	791.65 mV			808.35 mV
1.5 V	1.4846 V			1.5154 V

7.3.2.5 Для двухканальной модификации выполнить пункты 7.3.2.3 – 7.3.2.5 на канале CH2.

### 7.3.3 Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения

7.3.3.1 Используя адаптер BNC(m)-“banana”(m,m) и проходную нагрузку BNC 50 Ω, соединить кабелем BNC разъем “CH1” прибора с гнездами “HI”, “LO” мультиметра, соблюдая полярность.

7.3.3.2 Установить на мультиметре режим DCV.

7.3.3.3 Используя клавиши на лицевой панели прибора, сделать установки:

**Amplitude:** 1 mV

**More** > выбрать в окне: Ch1 function DC

**Offset/Low** > выбрать в окне: Offset

**Channel 1 Output:** On

7.3.7.4 Устанавливать на приборе значения напряжения **Offset**, как указано в столбце 1 таблицы 7.3.3.

Записывать отсчеты мультиметра в столбец 3 таблицы.

7.3.3.5 Для двухканальной модификации выполнить пункты 7.3.3.2, 7.3.7.3 на канале CH2.

Таблица 7.3.3.1 – Погрешность установки постоянного напряжения.

AFG31021/AFG31022, AFG31051/AFG31052, AFG31101/AFG31102

Установленное значение напряжения <i>1</i>	Нижний предел допускаемых значений <i>2</i>	Измеренное значение напряжения <i>3</i>		Верхний предел допускаемых значений <i>4</i>
		CH1	CH2	
+5.0 V	+4.949 V			+5.051 V
0 V	-1 mV			+1 mV
-5.0 V	-5.051 V			-4.949 V

Таблица 7.3.3.2 – Погрешность установки постоянного напряжения.

AFG31151/AFG31152, AFG31251/AFG31252

Установленное значение напряжения <i>1</i>	Нижний предел допускаемых значений <i>2</i>	Измеренное значение напряжения <i>3</i>		Верхний предел допускаемых значений <i>4</i>
		CH1	CH2	
+2.5 V	+2.474 V			+2.526 V
0 V	-1 mV			+1 mV
-2.5 V	-2.526 V			-2.474 V

### 7.3.4 Определение неравномерности АЧХ

7.3.4.1 Подготовить к работе ваттметр поглощаемой мощности СВЧ с количеством усреднений 16, выполнить установку нуля.

7.3.4.2 Используя адаптер N(f)- BNC(m), присоединить на разъем “CH1” прибора измерительный преобразователь ваттметра СВЧ.

7.3.4.3 Сделать установки на приборе:

**Sine; Frequency:** 1 kHz

Установить в экранном меню канала CH1: Amplitude/Level Menu, Units, dBm

**Amplitude:** 4 dBm (соответствует 1 V<sub>p-p</sub>)

**Channel 1 Output:** On

7.3.4.4 Ввести на ваттметре СВЧ значение частоты 0.001 MHz.

Ввести функцию относительных измерений нажатием клавиш [M2Ref], [dB]. При этом должно индицироваться значение 0.00 dB.

7.3.4.5 Устанавливать на приборе значения частоты, указанные в столбце 1 таблицы 7.3.4. Вводить соответствующие значения частоты на ваттметре СВЧ.

Записывать отсчеты ваттметра СВЧ в столбец 2 таблицы.

7.3.4.6 Перевести ваттметр СВЧ в нормальный режим нажатием клавиши [dBm].

Таблица 7.3.4.1 – Неравномерность АЧХ. AFG31021/AFG31022

Установленное значение частоты	Измеренное значение неравномерности АЧХ, dB		Пределы допускаемой неравномерности АЧХ, dB
	CH1	CH2	
1	2		3
1 kHz	Rel	Rel	-
1 MHz			±0.2
5 MHz			±0.3
15 MHz			±0.3
25 MHz			±0.3

Таблица 7.3.4.2 – Неравномерность АЧХ. AFG31051/AFG31052

Установленное значение частоты	Измеренное значение неравномерности АЧХ, dB		Пределы допускаемой неравномерности АЧХ, dB
	CH1	CH2	
1	2		3
1 kHz	Rel	Rel	-
1 MHz			±0.2
5 MHz			±0.3
15 MHz			±0.3
25 MHz			±0.3
50 MHz			±0.3



Таблица 7.3.4.3 – Неравномерность АЧХ. AFG31101/AFG31102

Установленное значение частоты	Измеренное значение неравномерности АЧХ, dB		Пределы допускаемой неравномерности АЧХ, dB
	CH1	CH2	
<i>1</i>	<i>2</i>		<i>3</i>
1 kHz	Rel	Rel	-
1 MHz			±0.2
5 MHz			±0.3
15 MHz			±0.3
25 MHz			±0.3
50 MHz			±0.3
100 MHz			±0.3

Таблица 7.3.4.4 – Неравномерность АЧХ. AFG31151/AFG31152

Установленное значение частоты	Измеренное значение неравномерности АЧХ, dB		Пределы допускаемой неравномерности АЧХ, dB
	CH1	CH2	
<i>1</i>	<i>2</i>		<i>3</i>
1 kHz	Rel	Rel	-
1 MHz			±0.2
5 MHz			±0.3
15 MHz			±0.3
25 MHz			±0.5
50 MHz			±0.5
100 MHz			±1.0
150 MHz			±1.0

Таблица 7.3.4.5 – Неравномерность АЧХ. AFG31251/AFG31252

Установленное значение частоты	Измеренное значение неравномерности АЧХ, dB		Пределы допускаемой неравномерности АЧХ, dB
	CH1	CH2	
<i>1</i>	<i>2</i>		<i>3</i>
1 kHz	Rel	Rel	-
1 MHz			±0.2
5 MHz			±0.3
15 MHz			±0.3
25 MHz			±0.5
50 MHz			±0.5
100 MHz			±1.0
150 MHz			±1.0
200 MHz			±2.0
250 MHz			±2.0

7.3.4.7 Для двухканальной модификации выполнить пункты 7.3.4.2 – 7.3.4.6 на канале CH2.

## **8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ**

### **8.1 Протокол поверки**

По завершении операций поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме. В протоколе поверки разрешается привести качественные результаты измерений о соответствии допускаемым значениям без указания измеренных числовых значений величин.

Вместо оформления протокола поверки допускается указать результаты поверки на обратной стороне свидетельства о поверке.

### **8.2 Свидетельство о поверке и знак поверки**

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

### **8.3 Извещение о непригодности**

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.