

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ГЦИ СИ -
заместитель генерального директора
ФГУП «ВНИИФТРИ»

_____ **М.В. Балаханов**

_____ **2009 г.**

УТВЕРЖДАЮ
Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ

_____ **С.И. Донченко**

_____ **2009 г.**

ИНСТРУКЦИЯ

Генераторы сигналов сложной формы
AFG3021B, AFG3022B, AFG3011
компании «Tektronix (China) Co., Ltd.», КНР

Методика поверки
071-1638-02 МП

2009 г.

Настоящая методика поверки распространяется на генераторы сигналов сложной формы AFG3021B, AFG3022B, AFG3011 (далее – генераторы) производства компании «Tektronix (China) Co., Ltd.», КНР, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Межповерочный интервал - один год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		Ввозе импорта (после ремонта)	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик	7.3	Да	Да
Определение погрешности установки частоты	7.3.1	Да	Да
Определение погрешности установки амплитуды выходного сигнала	7.3.2	Да	Да
Определение погрешности установки напряжения смещения постоянного тока	7.3.3	Да	Да
Определение частотной неравномерности уровня сигнала синусоидальной формы	7.3.4	Да	Да
Определение уровня гармонических составляющих в выходном сигнале	7.3.5	Да	Да
Определение суммарных гармонических искажений	7.3.6	Да	Да
Определение уровня негармонических составляющих в выходном сигнале	7.3.7	Да	Да
Определение длительности фронта и среза сигнала прямоугольной формы	7.3.8	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики	Наименование рабочего эталона или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
7.3.1	Частотомер электронно-счетный 53132А (диапазон частот от 0 до 1,5 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений $\pm 10^{-8}$)
7.3.2, 7.3.3, 7.3.4	Мультиметр 3458А (диапазон измерений напряжения от 1 мВ до 1000 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 0,03$ %)
7.3.5, 7.3.6, 7.3.7	Анализатор спектра С4-85 (диапазон частот от 100 Гц до 22 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений уровня $\pm 0,5$ дБ, пределы допускаемой погрешности измерений частоты $\pm 10^{-7}$);
7.3.8	Осциллограф цифровой TDS5104В (ширина полосы пропускания 1 ГГц)

2.2 Применяемые при поверке по настоящей методике в качестве рабочих эталонов приборы должны быть поверены на основном эталонном оборудовании в ФГУП "ВНИИФТРИ" и иметь отметку в свидетельствах о возможности их применения в качестве рабочих эталонов.

2.3 При проведении поверки допускается использование эталонных средств измерений, соответствующих по своим метрологическим и техническим характеристикам, указанным в таблице 2.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее или средне-техническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений и квалификацию поверителя.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

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

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены нормальные условия, установленные ГОСТ 8.395-80.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Поверитель должен изучить технические описания и инструкции по эксплуатации (ТО и ИЭ) поверяемого генератора и используемых средств поверки.

6.2 Поверяемый генератор и используемые средства поверки должны быть заземлены и прогреты под током в течение времени, указанного в ТО и ИЭ.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- чистоту и исправность разъемов и гнезд;
- наличие предохранителей;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определить на слух при наклонах генератора);
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положения;
- комплектность согласно РЭ.

Генераторы, имеющие дефекты, бракуют и направляют в ремонт.

7.2 Опробование

Процедура опробования состоит из операций самотестирования и калибровки.

7.2.1 Включить питание поверяемого генератора и дать ему прогреться в течение 20 минут. Опробование проводить при температуре окружающей среды от 5 °С до 40 °С.

7.2.2 Запустить процедуру опробования с помощью меню **Utility** для чего:

- нажать последовательно клавиши **Utility** (лицевая панель)>**-more** (клавиша в опрае)>**>Diagnostics/Calibration> Execute Diagnostics**;
- подождать, пока завершится самотестирование;
- проверить, как прошло самотестирование; если самотестирование не обнаружило неисправностей, на дисплее появится сообщение “PASSED”; если обнаружена неисправность, на дисплее появится код ошибки;
- нажать любую кнопку лицевой панели, чтобы завершить самотестирование.

7.2.3 Процедура калибровки проверяет правильность функционирования генератора. Операция проводить при температуре окружающей среды от 20 °С до 30 °С.

Выполнить следующие операции:

- нажать последовательно клавиши **Utility** (лицевая панель)>**-more** (клавиша в опрае)>**>Diagnostics/Calibration> Execute Calibration**;
- подождать, пока завершится калибровка;
- проверить, как прошла калибровка; если калибровка не обнаружила неисправностей, на дисплее появится сообщение “PASSED”; если обнаружена неисправность, на дисплее появится код ошибки;
- нажать любую кнопку лицевой панели, чтобы завершить самотестирование.

Генератор не прошедший опробование, бракуют и направляют в ремонт.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение погрешности установки частоты

7.3.1.1 Поверяемый генератор подключить к частотомеру 53132А (см. рисунок 1) с помощью 50-омного BNC кабеля.

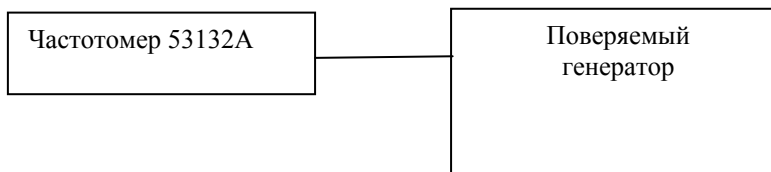


Рисунок 1 - Схема определения погрешности установки частоты

7.3.1.2 На поверяемом генераторе нажать клавишу **Default** на лицевой панели, затем клавишу **OK**, чтобы восстановить заводские настройки.

7.3.1.3 На поверяемом генераторе выполнить следующие установки:

- выбрать функцию Синус, нажав последовательно клавиши **Sine** и **Continuous**;
- установить значение частоты выходного сигнала 1,000000 МГц;
- установить значение амплитуды выходного сигнала 1,00 В (размах);
- включить канал Ch1, нажав кнопку **On** над его разъемом.

7.3.1.4 Измерить частоту выходного сигнала.

7.3.1.5 Нажать клавишу Pulse на лицевой панели и измерить значение частоты.

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения частоты находятся в пределах от 0,999999 до 1,000001 МГц.

7.3.2 Определение погрешности установки амплитуды

7.3.2.1 Соединить мультиметр с поверяемым генератором с помощью 50-омного кабеля через 50-омную проходную нагрузку (Рисунок 2).

7.3.2.2 На поверяемом генераторе выполнить следующие установки:

- выбрать функцию Синус, нажав последовательно клавиши **Sine** и **Continuous**;
- установить значение частоты выходного сигнала 1,000000 кГц;
- установить значение амплитуды выходного сигнала в соответствии с таблицей 3 (СКЗ);
- включить канал Ch1, нажав кнопку **On** над его разъемом.

7.3.2.3 Измерить значение амплитуды выходного сигнала и результат занести в таблицу 3.

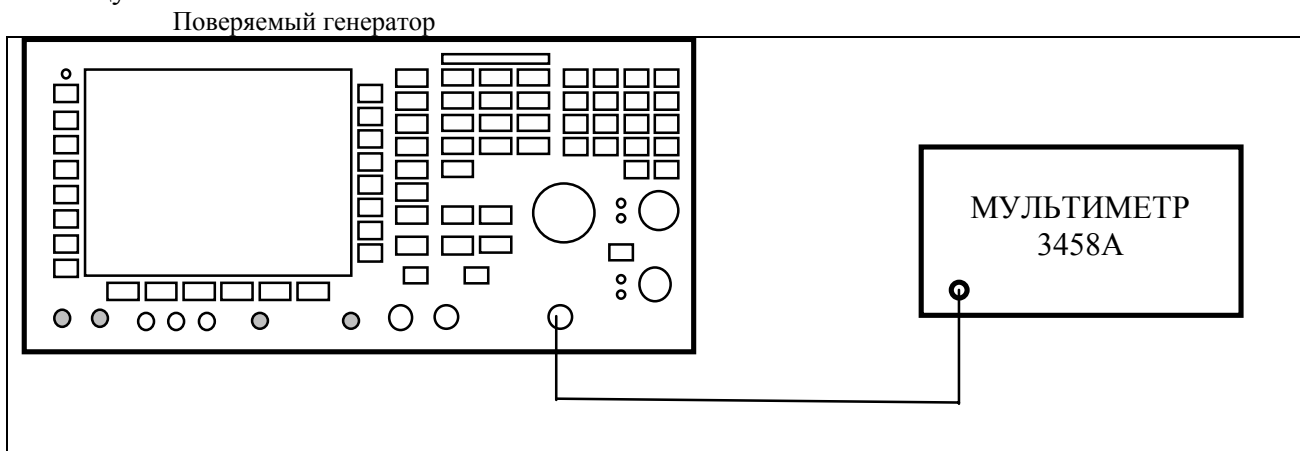


Рисунок 2 - Определение погрешности установки амплитуды выходного сигнала.

7.3.2.4 Повторить операции по 7.3.2.1 – 7.3.2.3 для канала 2 (Ch2).

Таблица 3

Установленное значение амплитуды	Нижний предел		Измеренное значение амплитуды	Верхний предел	
	AFG3021B/ AFG3022B	AFG3011		AFG3021B/ AFG3022B	AFG3011
30 мВ	28,7 мВ	28,693 мВ		31,3 мВ	31,307 мВ
300 мВ	296 мВ	293,29 мВ		304 мВ	306,71 мВ
800 мВ	791 мВ	783,29 мВ		809 мВ	816,71 мВ
1,500 В	1,484 В	1,4693 мВ		1,516 В	1,5307 В
2,000 В	1,979 В	1,9593 мВ		2,021 В	2,0407 В
2,500 В	2,484 В	2,4493 мВ		2,526 В	2,5507 В
3,500 В	3,464 В	3,4293 мВ		3,536 В	3,5707 В

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения амплитуды находятся в пределах, указанных в таблице 3.

7.3.3 Определение погрешности установки напряжения смещения постоянного тока

7.3.3.1 Соединить мультиметр с поверяемым генератором с помощью 50-омного кабеля через 50-омную проходную нагрузку (Рисунок 2).

7.3.3.2 На поверяемом генераторе выполнить следующие установки:

- выбрать функцию DC, нажав последовательно клавиши **More > More Waveform Menu > DC**;

- установить значение частоты выходного сигнала 1,000000 кГц;

- установить значение смещения в соответствии с таблицей 4.

- включить канал Ch1, нажав кнопку **On** над его разъемом.

7.3.3.3 Измерить значение напряжения смещения и результат занести в таблицу 4.

7.3.3.4 Повторить операции по 7.3.3.1 – 7.3.3.3 для канала 2 (Ch2).

Таблица 4

Установленное значение смещения, В	Нижний предел, В		Измеренное значение смещения	Верхний предел, В	
	AFG3021B/ AFG3022B	AFG3011		AFG3021B/ AFG3022B	AFG3011
5,000	4,945 В	4,890		5,055	5,110
0,000	минус 0,005	минус 0,010		0,005	0,010
минус 5,000	минус 5,055	минус 5,110		минус 4,945	минус 4,890

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения амплитуды находятся в пределах, указанных в таблице 4.

7.3.4 Определение неравномерности амплитуды сигнала синусоидальной формы

7.3.4.1 Соединить мультиметр с поверяемым генератором с помощью 50-омного кабеля через 50-омную проходную нагрузку (Рисунок 2).

7.3.4.2 На поверяемом генераторе выполнить следующие установки:

- выбрать функцию Sine, нажав клавишу **Sine** на лицевой панели;

- установить значение частоты выходного сигнала 100,0000 кГц;

- установить единицу измерения амплитуды dBm, нажав последовательно клавиши

TopMenu > Amplitude/Level Menu > -more > Units > dBm;

- установить значение амплитуды 4,0 dBm;

- включить канал Ch1, нажав кнопку **On** над его разъемом.

7.3.4.3 Измерить значение уровня сигнала на частоте 100 кГц и результат занести в таблицу 5 или 6 как опорное значение уровня $A_{\text{ОПОРН}}$.

7.3.4.4 Изменять частоту выходного сигнала поверяемого генератора в соответствии с таблицами 5 - 6, измеряя значение уровня $A_{\text{ИЗМ}}$ и результат измерений в виде выражения $(A_{\text{ОПОРН}} - A_{\text{ИЗМ}}) / A_{\text{ОПОРН}}$ заносить в третий столбец таблиц 5 или 6.

7.3.4.5 Повторить операции по 7.3.4.1 – 7.3.4.4 для канала 2 (Ch2).

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения частотной неравномерности уровня сигнала $(A_{\text{ОПОРН}} - A_{\text{ИЗМ}}) / A_{\text{ОПОРН}}$ находятся в пределах, указанных в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Генераторы AFG3021B/ AFG3022B

Установленное значение частоты	Нижний предел, дБ	$(A_{\text{ОПОРН}} - A_{\text{ИЗМ}}) / A_{\text{ОПОРН}}$	Верхний предел
100,00 кГц		$A_{\text{ОПОРН}}$	
500,00 кГц	минус 0,15 дБ		0,15 дБ
1,00 МГц	минус 0,15 дБ		0,15 дБ
5,00 МГц	минус 0,30 дБ		0,30 дБ
15,00 МГц	минус 0,30 дБ		0,30 дБ
25,00 МГц	минус 0,50 дБ		0,50 дБ

Таблица 6 - Генератор AFG3011

Установленное значение частоты	Нижний предел	$(A_{\text{ОПОРН}} - A_{\text{ИЗМ}}) / A_{\text{ОПОРН}}$	Верхний предел
100,00 кГц		$A_{\text{ОПОРН}}$	
500,00 кГц	-0,15 дБ		+0,15 дБ
1,00 МГц	-0,15 дБ		+0,15 дБ
5,00 МГц	-0,30 дБ		+0,30 дБ
10,00 МГц	-0,30 дБ		+0,30 дБ

7.3.5 Определение уровня гармонических составляющих в выходном сигнале

7.3.5.1 Поверяемый генератор подключить к анализатору спектра (см. рисунок 3) с помощью 50 - омного BNC кабеля через 50-омную проходную нагрузку.

7.3.5.2 На поверяемом генераторе нажать клавишу **Default** на лицевой панели, затем клавишу **OK**, чтобы восстановить заводские настройки.

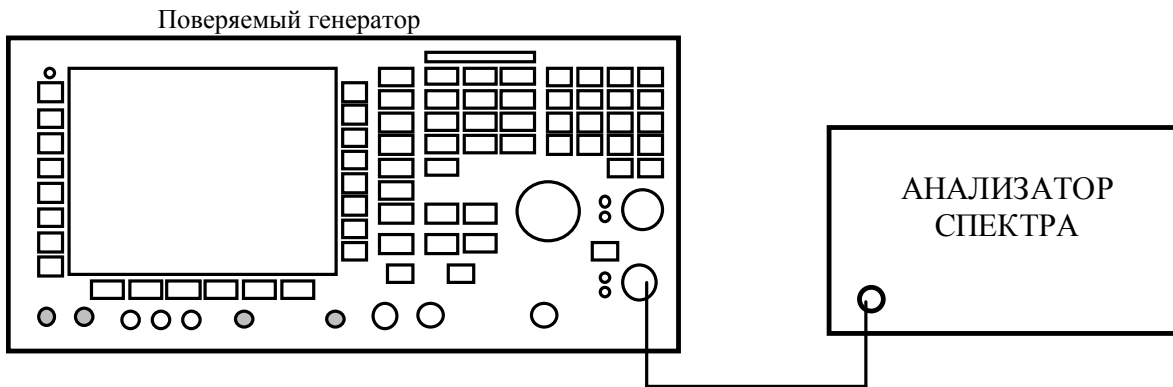


Рисунок 3 - Определение уровня гармонических составляющих

7.3.5.3 На поверяемом генераторе выполнить следующие установки:

- выбрать функцию Sine, нажав клавишу **Sine** на лицевой панели;
- установить значение частоты выходного сигнала 20,00 кГц;
- установить единицу измерения амплитуды V_{PP} (размах), нажав последовательно клавиши **TopMenu > Amplitude/Level Menu > -more > Units > V_{PP}** ;
- установить значение амплитуды 1,00 V_{PP} ;
- включить канал Ch1, нажав кнопку **On** над его разъемом.

7.3.5.4 Произвести установки на анализаторе спектра в соответствии с установкой частоты на поверяемом генераторе.

7.3.5.5 Измерить значение уровня сигнала на основной частоте. Использовать этот уровень как опорную величину $A_{\text{ОПОРН}}$ в операциях по п. 7.3.5.6.

7.3.5.6 Измерить уровни высших гармоник по отношению к уровню сигнала на основной частоте и занести результаты в таблицы 7, 8.

7.3.5.7 Повторить операции по 7.3.5.2 – 7.3.5.6 для канала 2 (Ch2).

Результаты поверки считать положительными, если уровни высших гармоник по отношению к $A_{\text{ОПОРН}}$ ниже предельного значения, приведенного в последнем столбце таблиц 7, 8.

Таблица 7

AFG 3021B/ AFG 3022B	Анализатор спектра			Измеренные значения гармоник					Предел, дБс
	Частота	Центр. частота	Полоса обзора	Полоса разрешения	$A_{\text{ОПОРН}}$	2 гармоника	3 гармоника	4 гармоника	
20 кГц	100 кГц	200 кГц	500 Гц	20 кГц	40 кГц	60 кГц	80 кГц	100 кГц	минус 60
100 кГц	500 кГц	1 МГц	2 кГц	100 кГц	200 кГц	300 кГц	400 кГц	500 кГц	минус 60
1 МГц	5 МГц	10 МГц	20 кГц	1 МГц	2 МГц	3 МГц	4 МГц	5 МГц	минус 50
25 МГц	125 МГц	250 МГц	20 кГц	25 МГц	50 МГц	75 МГц	100 МГц	125 МГц	минус 40

Таблица 8

AFG3011	Анализатор спектра			Измеренные значения гармоник					Предел, дБс
	Частота	Центр. частота	Полоса обзора	Полоса разрешения	$A_{\text{ОПОРН}}$	2 гармоника	3 гармоника	4 гармоника	
20 кГц	100 кГц	200 кГц	500 Гц	20 кГц	40 кГц	60 кГц	80 кГц	100 кГц	минус 55
100 кГц	500 кГц	1 МГц	2 кГц	100 кГц	200 кГц	300 кГц	400 кГц	500 кГц	минус 55
1 МГц	5 МГц	10 МГц	20 кГц	1 МГц	2 МГц	3 МГц	4 МГц	5 МГц	минус 45
10 МГц	10 МГц /50 МГц	20 МГц /100 МГц	20 кГц /20 кГц	10 МГц	20 МГц	30 МГц	40 МГц	50 МГц	минус 45

7.3.6 Определение суммарных гармонических искажений

7.3.6.1 Поверяемый генератор подключить к анализатору спектра (см. рисунок 3) с помощью 50 - омного BNC кабеля через 50-омную проходную нагрузку.

7.3.6.2 На поверяемом генераторе выполнить следующие установки:

- выбрать функцию Sine, нажав клавише **Sine** на лицевой панели;
- установить значение частоты выходного сигнала 20,00 кГц;
- установить единицу измерения амплитуды V_{PP} (размах), нажав последовательно клавиши **TopMenu > Amplitude/Level Menu > -more > Units > V_{PP}**;
- установить значение амплитуды 1,00 V_{PP} ;
- включить канал Ch1, нажав кнопку **On** над его разъемом.

7.3.6.3 На анализаторе спектра сделать следующие установки:

- центральная частота – 100 кГц;
- полоса обзора – 200 кГц;
- полоса разрешения – 500 Гц.

7.3.6.4 Измерить и записать уровни семи гармоник синусоидального сигнала 20 кГц (от V_1 до V_7).

7.3.6.5 Вычислить значение суммарных гармонических искажений (СГИ) по формуле:

$$\text{СГИ} = \frac{\sqrt{\sum V_n^2}}{V_1}$$

7.3.6.6 Повторить операции по 7.3.6.2 – 7.3.6.5 для канала 2 (Ch 2).

Результаты поверки считать положительными, если значение СГИ меньше 0,2 %.

7.3.7 Определение уровня негармонических составляющих в выходном сигнале

7.3.7.1 Поверяемый генератор подключить к анализатору спектра (см. рисунок 3) с помощью 50 - омного BNC кабеля через 50-омную проходную нагрузку.

7.3.7.2 На поверяемом генераторе выполнить следующие установки:

- выбрать функцию Sine, нажав клавишу **Sine** на лицевой панели;
- установить значение частоты выходного сигнала 20,00 кГц;
- установить единицу измерения амплитуды V_{PP} (размах), нажав последовательно клавиши **TopMenu > Amplitude/Level Menu > -more > Units > V_{PP}** ;
- установить значение амплитуды 1,00 V_{PP} ;
- включить канал Ch1, нажав кнопку **On** над его разъемом.

7.3.7.3 На анализаторе спектра установить центральную частоту 10 МГц. Другие установки анализатора спектра показаны в нижеследующих таблицах.

7.3.7.4 Измерить максимальное значение паразитных негармонических составляющих выходного сигнала на каждой частоте и результаты занести в таблицы 9, 10.

7.3.7.5 На анализаторе спектра установить центральную частоту 300 МГц. Другие установки анализатора спектра показаны в нижеследующих таблицах.

7.3.7.6 Измерить максимальное значение паразитных негармонических составляющих выходного сигнала на каждой частоте и результаты занести в таблицы 9, 10.

7.3.7.7 Повторить операции по 7.3.7.2 – 7.3.7.6 для канала 2 (Ch2).

Результаты поверки считать положительными, если уровни негармонических составляющих по отношению к значению амплитуды выходного сигнала ниже предельного значения, приведенного в последнем столбце таблиц 9, 10.

Таблица 9

AFG3021B/ AFG3022B	Установки анализатора спектра			Измерения		
	Центральная частота, МГц	Полоса обзора, МГц	Полоса разрешения, кГц	Частота негармонического сигнала	Максимальный уровень негармонического сигнала	Предел, дБс
100,00 кГц	10 300	20 600	20 20			минус 60
1,00 МГц	10 300	20 600	20 20			минус 50
10,00 МГц	10 300	20 600	20 20			минус 50
25,00 МГц	10 300	20 600	20 20			минус 50

Таблица 10

AFG3011	Установки анализатора спектра			Измерения		
	Центральная частота, МГц	Полоса обзора, МГц	Полоса разрешения, кГц	Частота негармонического сигнала	Максимальный уровень негармонического сигнала	Предел, дБс
100,00 кГц	10 300	20 600	20 20			минус 60
1,00 МГц	10 300	20 600	20 20			минус 50
10,00 МГц	10 300	20 600	20 20			минус 50

7.3.8 Определение длительности фронта и среза сигнала прямоугольной формы

7.3.8.1 Поверяемый генератор подключить к осциллографу (см. рисунок 4) с помощью 50-омного BNC кабеля.

7.3.8.2 На поверяемом генераторе выполнить следующие установки:

- выбрать функцию Square, нажав клавишу **Square** на лицевой панели;
- установить значение частоты выходного сигнала 10,00 МГц (для **AFG3011** -2 МГц);
- установить единицу измерения амплитуды V_{PP} (размах), нажав последовательно клавиши **TopMenu > Amplitude/Level Menu > -more > Units > V_{PP}**;
- установить значение амплитуды 1,00 V_{PP} ;
- установить значение смещения 0,00 V, нажав последовательно клавиши лицевой панели **TopMenu > Offset/Low**;
- включить канал Ch1, нажав кнопку **On** над его разъемом.

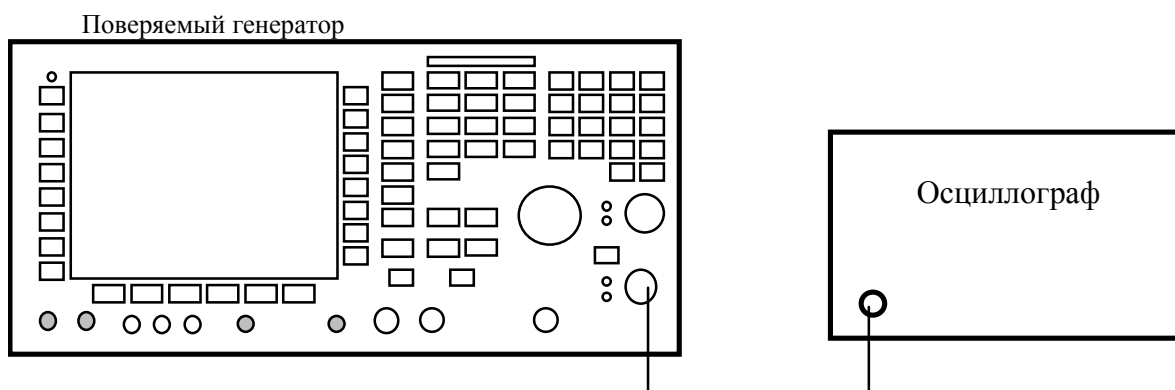


Рисунок 4 - Определение длительности фронта и среза импульса

7.3.8.3 Настроить осциллограф так, чтобы амплитуда прямоугольного сигнала соответствовала 5-ти делениям.

7.3.8.4 Измерить на экране осциллографа длительность фронта и среза каждого импульса на уровне от 10 до 90 %.

7.3.8.5 Повторить операции по 7.3.8.2 – 7.3.8.4 для канала 2 (Ch2).

Результаты поверки считать положительными, если измеренные максимальные значения длительности фронта и среза импульсов не превышают предельных значений, приведенных в последнем столбце таблицы 11.

Таблица 11

Тип генератора	Амплитуда сигнала (размах), В	Чувствительность осциллографа		Предельное значение, нс, не более
		по вертикали мВ/дел	по горизонтали, нс/дел	
AFG3021B/ AFG3022B	1,0	200	5	18
	10,0	200 с аттенюатором x10	5	18
AFG3011	1,0	200	20	50
	10,0	200 с аттенюатором x10	20	50

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При выполнении операций поверки оформляются протоколы по произвольной форме.

8.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке, при отрицательных - извещения о непригодности с указанием причин забракования в соответствии с ПР 50.2.006-94.

Врио начальника отдела

ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

А.С. Гончаров

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.З. Маневич

Начальник лаборатории

ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

А.В. Клеопин