

**СОГЛАСОВАНО**

**Генеральный директор  
АО «АКТИ-Мастер»**



**« 12 » мая 2021 г.**

**В.В. Федулов**

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Осциллографы цифровые MSO6B**

**Методика поверки  
MSO6B/МП-2021**

**Заместитель руководителя  
метрологической лаборатории  
АО «АКТИ-Мастер»**

**А.П. Лисогор**

**Москва  
2021**

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы цифровые MSO6B (далее – осциллографы), изготавливаемые компанией “Tektronix (China) Co, Ltd.”, Китай, и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1.2 Поверка обеспечивает прослеживаемость приборов к государственным эталонам:

- ГЭТ 1-2018 по измерению частоты;
- ГЭТ 13-01 по измерению постоянного напряжения;
- ГЭТ 89-2008 по измерению переменного напряжения;
- ГЭТ 26-2010 по измерению переменного напряжения на высоких частотах.

1.3 Операции поверки выполняются методами прямых измерений с использованием эталонов и средств измерений величин.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 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	7	да	да
Подготовка к поверке	8	да	да
Опробование и идентификация программного обеспечения	9	да	да
Проверка входного сопротивления каналов	10.1	да	да
Определение погрешности коэффициента отклонения	10.2	да	да
Определение погрешности установки напряжения смещения	10.3	да	да
Определение уровней напряжения сигнала на выходе “AUX Out”	10.4	да	да
Определение погрешности частоты опорного генератора	10.5	да	да
Проверка верхней частоты полосы пропускания	10.6	да	да
Определение погрешности измерения постоянного напряжения цифровым вольтметром	10.7	да	да
Определение погрешности измерения переменного напряжения цифровым вольтметром	10.8	да	да
Определение погрешности воспроизведения частоты генератором сигналов произвольной формы (опция 6-AFG)	10.9	да	да
Определение погрешности воспроизведения переменного напряжения генератором сигналов произвольной формы (опция 6-AFG)	10.10	да	да
Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения генератора сигналов произвольной формы (опция 6-AFG)	10.11	да	да

2.2 Периодическая поверка по запросу пользователя осциллографа может выполняться для отдельных измерительных каналов и меньшего количества величин (операций, указанных в таблице 1).

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

В соответствии с ГОСТ 8.395-80 и с учетом условий, при которых нормируются метрологические характеристики осциллографов, а также по условиям применения средств поверки, при проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура воздуха в помещении  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха от 30 до 70 %;
- атмосферное давление от 84 до 107 кПа.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений, и имеющие документ о квалификации в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами в области аккредитации.

### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуются применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Наименование средства поверки	Номер пункта методики поверки	Требуемые метрологические и технические характеристики	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер ФИФ ОЕИ
Калибратор постоянного напряжения (эталон)	10.1 10.2 10.3 10.7	относительная погрешность воспроизведения постоянного напряжения от 4,5 мВ до 10 В на нагрузку 1 МОм и от 45 мВ до 2,6 В на нагрузку 50 Ом по 4-х проводной схеме в пределах $\pm 0,3 \%$	Калибратор осциллографов 9500В с активной головкой 9530; рег. № 30374-13
Стандарт частоты (эталон)	10.5 10.9	относительная погрешность воспроизведения частоты 10 МГц в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-8}$	Стандарт частоты рубидиевый FS 725; рег. № 31222-06
Частотомер	10.5 10.9	количество разрядов индикации частоты 0,5; 1; 10 МГц не менее 8; вход внешней синхронизации 10 МГц	Частотомер универсальный Tektronix FCA3000; рег. № 51532-12
Ваттметр проходящей мощности СВЧ	10.6	относительная погрешность измерения мощности СВЧ от $-45$ до $+3$ дБм на частотах от 10 МГц до 10 ГГц в пределах $\pm 0,3$ дБ ( $\pm 7 \%$ )	Ваттметр проходящей мощности СВЧ NRP-Z28; рег. № 43643-10
Генератор сигналов СВЧ	10.6	диапазон установки уровня мощности от $-40$ до $+10$ дБм на частотах от 10 МГц до 10 ГГц	Генератор сигналов E8257D с опциями 520, 1E1; рег. № 53941-13
Калибратор переменного напряжения	10.8	относительная погрешность воспроизведения амплитуды напряжения прямоугольной формы от 20 мВ до 3 В на частоте 1 кГц в пределах $\pm 0,5 \%$	Калибратор осциллографов 9500В с активной головкой 9530; рег. № 30374-13
Вольтметр постоянного и переменного напряжения	10.10 10.11	относительная погрешность измерения постоянного напряжения 1,25 В и переменного напряжения от 0,01 до 1 В (скз) частотой 1 кГц в пределах $\pm 0,25 \%$	Мультиметр цифровой 2000; рег. № 25787-08

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

5.3 Эталоны и средства измерений должны быть исправны и поверены.

## **6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

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

6.2 Необходимо соблюдать меры предосторожности, изложенные в руководстве по эксплуатации осциллографов 077-1693-00R, а также меры безопасности, указанные в руководствах по эксплуатации средств поверки.

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

- подсоединение поверяемого осциллографа к сети должно производиться сетевым кабелем из комплекта прибора;
- заземление поверяемого осциллографа и средств поверки должно производиться посредством заземляющего провода сетевого кабеля;
- присоединения осциллографа и оборудования следует выполнять при отключенных входах и выходах (отсутствии напряжения на разъемах);
- запрещается подавать на вход осциллографа сигнал с уровнем, превышающим максимально допустимое значение;
- запрещается работать с осциллографом при снятых крышках или панелях;
- запрещается работать с осциллографом в случае обнаружения его повреждения.

## **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР**

7.1 При проведении внешнего осмотра осциллографа проверяются:

- правильность маркировки и комплектность;
- чистота и исправность разъемов;
- исправность органов управления, четкость фиксации их положений;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах осциллографа).

7.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого осциллографа, его следует направить заявителю поверки (пользователю) для ремонта.

## **8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

8.1 Перед началом работы следует изучить руководства по эксплуатации осциллографа и применяемых средств поверки.

8.2 Перед началом выполнения операций используемые средства поверки и поверяемый осциллограф должны быть подключены к сети 230 В; 50 Гц и выдержаны во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

Минимальное время прогрева осциллографа 30 минут.

## 9 ОПРОБОВАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

### 9.1 Войти в меню **Help > About**.

В окне должны отобразиться идентификационные данные осциллографа и установленного программного обеспечения.

Идентификационный номер версии программного обеспечения (MSO6 Firmware), должен быть не ниже 1.26.5.

Выйти из меню **Help**.

9.2 Войти в меню **Utility > Self Test**, запустить процедуру функционального тестирования клавишей **Run Self Test**.

Выждать до завершения функционального тестирования (она занимает несколько минут), по его завершению не должно появиться сообщений об ошибках.

9.3 После прогрева осциллографа в течение не менее 30 минут выполнить процедуру компенсации сигнального тракта, для чего:

- убедиться в том, что к каналам осциллографа ничего не подключено;
- войти в меню **Utility > Calibration**
- запустить процедуру клавишей **Run SPC**.

Процесс компенсации сигнального тракта занимает от 5 до 15 минут на канал, по его завершению не должно появиться сообщений об ошибках.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

### Общие указания по выполнению операций поверки

В процессе выполнения операций результаты должны укладываться в пределы допускаемых значений, которые указаны в таблицах настоящего раздела документа.

Если заказчиком поверки (пользователем) не установлены требования по записи измеренных значений метрологических характеристик, допускается фиксировать результаты измерений качественно без указания действительных измеренных значений.

При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию. При повторном отрицательном результате осциллограф следует направить заявителю поверки (пользователю) для проведения регулировки и/или ремонта.

### 10.1 Проверка входного сопротивления каналов

10.1.1 Установить на калибраторе осциллографов режим измерения сопротивления.

10.1.2 Выполнить заводскую установку осциллографа клавишей **Default Setup**.

10.1.3 Соединить выход головки калибратора с входом канала осциллографа.

10.1.4 Активировать канал осциллографа, двойным щелчком на ярлыке канала внизу дисплея открыть окно установки параметров вертикальной шкалы.

10.1.5 Устанавливать значения коэффициента отклонения  $K_0$  и входного сопротивления канала  $R_{in}$ , как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 10.1.

Записывать измеренные значения входного сопротивления в столбец 3 таблицы 10.1.

10.1.6 Деактивировать канал осциллографа.

10.1.7 Выполнить пункты 10.1.3 – 10.1.6 для остальных каналов осциллографа.

10.1.8 Отсоединить выход калибратора от входа канала осциллографа.

Таблица 10.1 – Входное сопротивление каналов

Ko	Rin	Измеренное значение входного сопротивления каналов				Пределы допускаемых значений
		Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	
1	2	3				4
10 В/дел	1 МОм					0,990 ... 1,010 МОм
10 мВ/дел	50 Ом					48,50 ... 51,50 Ом
100 мВ/дел	50 Ом					48,50 ... 51,50 Ом
		Ch5	Ch6	Ch7	Ch8	
10 В/дел	1 МОм					0,990 ... 1,010 МОм
10 мВ/дел	50 Ом					48,50 ... 51,50 Ом
100 мВ/дел	50 Ом					48,50 ... 51,50 Ом

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренные значения входного сопротивления каналов должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 4 таблицы 10.1.

## 10.2 Определение погрешности коэффициента отклонения

10.2.1 Выполнить заводскую установку осциллографа клавишей **Default Setup**.

10.2.2 Установить на осциллографе коэффициент развертки 1 мс/дел.

10.2.3 Двойным щелчком на ярлыке **Acquisition** открыть окно выборки, установить режим **Average**, количество усреднений 16 (для коэффициентов отклонения  $\leq 5$  мВ/дел можно увеличить количество усреднений для уменьшения флуктуаций показаний).

10.2.4 Двойным щелчком на ярлыке **Trigger** открыть окно триггера, выбрать **AC Line** на вкладке **Source**.

10.2.5 Установить на калибраторе осциллографов режим воспроизведения постоянного напряжения.

10.2.6 Активировать канал осциллографа.

10.2.7 Соединить выход головки калибратора с входом канала осциллографа.

10.2.8 Установить ограничение полосы пропускания **Bandwidth Limit 20 MHz**.

10.2.9 Открыть окно меню **Measure**. В поле **Source** выбрать номер канала. Двойным щелчком по клавише **Mean** активировать вкладку измерений среднего значения.

10.2.10 Двойным щелчком на ярлыке канала внизу дисплея открыть окно установки параметров вертикальной шкалы.

10.2.11 Устанавливать значения коэффициента отклонения Ko, входного сопротивления канала Rin и соответствующего выходного сопротивления калибратора, полосы пропускания Bandwidth Limit, как указано в столбцах 1, 2, 3 таблицы 10.2.

Устанавливать на калибраторе положительные U<sub>pos</sub> и отрицательные U<sub>neg</sub> значения напряжения, указанные в столбце 4 таблицы 10.2.

После установления показаний фиксировать отсчеты **Mean** на осциллографе, вычислять и записывать в столбец 5 таблицы 10.2 соответствующие разностные значения (U<sub>pos</sub> – U<sub>neg</sub>).

10.2.12 Деактивировать канал осциллографа.

10.2.13 Выполнить пункты 10.2.6 – 10.2.12 для остальных каналов осциллографа.

10.2.14 Отсоединить выход головки калибратора от канала осциллографа.

Таблица 10.2 – Погрешность коэффициента отклонения

Ко	Rin	BW	Uin	Измеренное разностное значение напряжения (U <sub>pos</sub> – U <sub>neg</sub> )				Пределы допускаемых значений
				5				
1	2	3	4	Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	6
1 мВ/дел	1 МОм	20 МГц	±4,5 мВ					8,77 ... 9,23
2 мВ/дел			±9 мВ					17,64 ... 18,36
5 мВ/дел			±22,5 мВ					44,10 ... 45,90
10 мВ/дел			±45 мВ					88,20 ... 91,80
20 мВ/дел			±90 мВ					176,4 ... 183,6
50 мВ/дел			±225 мВ					441,0 ... 459,0
100 мВ/дел			±450 мВ					882,0 ... 918,0
200 мВ/дел			±0,9 В					1,764 ... 1,836
500 мВ/дел			±2,45 В					4,802 ... 4,998
1 В/дел			±4,5 В					8,82 ... 9,18
20 мВ/дел			250 МГц	±90 мВ				
20 мВ/дел		500 МГц	±90 мВ					176,4 ... 183,6
10 мВ/дел		50 Ом	20 МГц	±45 мВ				
100 мВ/дел	±450 мВ							882,0 ... 918,0
1 В/дел	±2,6 В							5,096 ... 5,304
20 мВ/дел	250 МГц		±90 мВ					176,4 ... 183,6
20 мВ/дел	Макс.		±90 мВ					176,4 ... 183,6
					Ch5	Ch6	Ch7	Ch8
1 мВ/дел	1 МОм	20 МГц	±4,5 мВ					8,77 ... 9,23
2 мВ/дел			±9 мВ					17,64 ... 18,36
5 мВ/дел			±22,5 мВ					44,10 ... 45,90
10 мВ/дел			±45 мВ					88,20 ... 91,80
20 мВ/дел			±90 мВ					176,4 ... 183,6
50 мВ/дел			±225 мВ					441,0 ... 459,0
100 мВ/дел			±450 мВ					882,0 ... 918,0
200 мВ/дел			±0,9 В					1,764 ... 1,836
500 мВ/дел			±2,45 В					4,802 ... 4,998
1 В/дел			±4,5 В					8,82 ... 9,18
20 мВ/дел			250 МГц	±90 мВ				
20 мВ/дел		500 МГц	±90 мВ					176,4 ... 183,6
10 мВ/дел		50 Ом	20 МГц	±45 мВ				
100 мВ/дел	±450 мВ							882,0 ... 918,0
1 В/дел	±2,6 В							5,096 ... 5,304
20 мВ/дел	250 МГц		±90 мВ					176,4 ... 183,6
20 мВ/дел	Макс.		±90 мВ					176,4 ... 183,6

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренные разностные значения напряжения должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 6 таблицы 10.2.

### 10.3 Определение погрешности установки напряжения смещения

10.3.1 Выполнить заводскую установку осциллографа клавишей **Default Setup**.

10.3.2 Установить на осциллографе коэффициент развертки 1 мс/дел.

10.3.3 Двойным щелчком на ярлыке **Acquisition** открыть окно выборки, установить режим **Average**, количество усреднений 16.

10.3.4 Двойным щелчком на ярлыке **Trigger** открыть окно триггера, выбрать **AC Line** на вкладке **Source**.

10.3.5 Активировать канал осциллографа.

10.3.6 Соединить выход головки калибратора осциллографов с входом канала осциллографа.

10.3.7 Открыть окно меню **Measure**. В поле **Source** выбрать номер канала. Двойным щелчком по клавише **Mean** активировать вкладку измерений среднего значения.

10.3.8 Двойным щелчком на ярлыке канала внизу дисплея открыть окно установки параметров вертикальной шкалы.

10.3.9 Установить полосу пропускания канала **Bandwidth Limit 20 MHz**.

10.3.10 Устанавливать значения коэффициента отклонения  $K_0$ , входного сопротивления канала  $R_{in}$  и соответствующего выходного сопротивления калибратора, напряжение смещения  $U_{offset}$  и равное ему постоянное напряжение на калибраторе, указанные в столбцах 1, 2, 3 таблицы 10.3.

После установления показаний фиксировать отсчеты **Mean** на осциллографе и записывать их в столбец 4 таблицы 10.3.

10.3.11 Деактивировать канал осциллографа.

10.3.12 Выполнить пункты 10.3.5 – 10.3.11 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 10.3 – Погрешность установки напряжения смещения

К <sub>0</sub>	R <sub>in</sub>	U <sub>offset</sub>	Измеренное значение напряжения смещения				Пределы допускаемых значений
			Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	
1	2	3	4				5
1 мВ/дел	50 Ом	+900 мВ					+(895,3 ... 904,7)
		-900 мВ					-(895,3 ... 904,7)
100 мВ/дел		+2,5 В					+(2,467 ... 2,533)
		-2,5 В					-(2,467 ... 2,533)
1 мВ/дел	1 МОм	+900 мВ					+(895,3 ... 904,7)
		-900 мВ					-(895,3 ... 904,7)
100 мВ/дел		+9 В					+(8,935 ... 9,065)
		-9 В					-(8,935 ... 9,065)
500 мВ/дел		+9 В					+(8,555 ... 9,145)
		-9 В					-(8,555 ... 9,145)
1,01 В/дел		+10 В					+(9,75 ... 10,25)
		-10 В					-(9,75 ... 10,25)
5 В/дел	+10 В					+(8,95 ... 11,05)	
	-10 В					-(8,95 ... 11,05)	



Окончание таблицы 10.3

1	2	3	4				5
			Ch5	Ch6	Ch7	Ch8	
1 мВ/дел	50 Ом	+900 мВ					+(895,3 ... 904,7)
		-900 мВ					-(895,3 ... 904,7)
100 мВ/дел		+2,5 В					+(2,467 ... 2,533)
		-2,5 В					-(2,467 ... 2,533)
1 мВ/дел	1 МОм	+900 мВ					+(895,3 ... 904,7)
		-900 мВ					-(895,3 ... 904,7)
100 мВ/дел		+9 В					+(8,935 ... 9,065)
		-9 В					-(8,935 ... 9,065)
500 мВ/дел		+9 В					+(8,555 ... 9,145)
		-9 В					-(8,555 ... 9,145)
1,01 В/дел		+10 В					+(9,75 ... 10,25)
		-10 В					-(9,75 ... 10,25)
5 В/дел		+10 В					+(8,95 ... 11,05)
		-10 В					-(8,95 ... 11,05)

10.3.13 Отсоединить выход головки калибратора от канала осциллографа.

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренные значения напряжения смещения должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 5 таблицы 10.3.

#### 10.4 Определение уровней напряжения сигнала на выходе “AUX Out”

10.4.1 Выполнить заводскую установку осциллографа клавишей **Default Setup**.

10.4.2 Соединить выход “AUX Out” на задней панели осциллографа с входом любого канала.

10.4.3 Активировать выбранный канал осциллографа.

10.4.4 Установить на осциллографе коэффициент развертки 400 нс/дел.

10.4.5 Двойным щелчком на ярлыке канала внизу дисплея открыть окно установки параметров вертикальной шкалы.

Установить входное сопротивление канала 1 МОм, коэффициент отклонения 1 В/дел.

10.4.6 Открыть окно меню **Measure**. В поле **Source** выбрать номер канала. С помощью клавиш **Maximum**, **Minimum** и **Add** открыть вкладки измерений максимального и минимального уровней.

10.4.7 Записать отсчеты **Maximum** и **Minimum** в столбец 4 таблицы 10.4.

10.4.8 Двойным щелчком на ярлыке канала внизу дисплея открыть окно установки параметров вертикальной шкалы.

Установить входное сопротивление канала 50 Ом, коэффициент отклонения 500 мВ/дел.

10.4.9 Записать отсчеты **Maximum** и **Minimum** в столбец 4 таблицы 10.4.

10.4.10 Отсоединить выход “AUX Out” осциллографа от входа канала.

Таблица 10.4 – Уровни напряжения сигнала на выходе “AUX Out”

Rin	Uout	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное значение напряжения на выходе “AUX Out”	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
1 МОм	Maximum	2,5 В		-
	Minimum	-		700 мВ
50 Ом	Maximum	1,0 В		-
	Minimum	-		250 мВ

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренные значения напряжения сигнала на выходе “AUX Out” должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбцах 3 и 5 таблицы 10.4.

### 10.5 Определение погрешности частоты опорного генератора

10.5.1 Выполнить заводскую установку осциллографа клавишей **Default Setup**.

10.5.2 Соединить кабелем BNC выход Aux Out осциллографа с входом частотомера.

10.5.3 Соединить кабелем BNC вход синхронизации Ref In частотомера с выходом “10 MHz” стандарта частоты.

10.5.4 Войти в меню **Utility > I/O**, во вкладке **AUX OUT** выбрать **Reference Clock**.

10.5.5 Выполнить отчет на частотомере, записать его в столбец 2 таблицы 10.5.

10.5.6 Отсоединить кабели от осциллографа и частотомера.

10.5.7 Рассчитать пределы допускаемых значений частоты по формулам:

$$\Delta = N \cdot 3 \cdot 10^{-7} \cdot F$$

$$F = 10 \text{ МГц}$$

N – округленное в большую сторону целое количество лет после выпуска осциллографа из производства или последней заводской подстройки частоты опорного генератора.

Записать рассчитанные значения  $(F - \Delta)$ ,  $(F + \Delta)$  в столбец 3 таблицы 10.5.

Таблица 10.5 – Частота опорного генератора

Номинальное значение частоты, МГц	Измеренное значение частоты, МГц	Пределы допускаемых значений, МГц
1	2	3
10		$(F - \Delta) \dots (F + \Delta)$

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренное значение частоты должно находиться в пределах допускаемых значений, рассчитанных по формулам пункта 10.5.7 и записанных в столбце 3 таблицы 10.5.

## 10.6 Проверка верхней частоты полосы пропускания

10.6.1 Выполнить заводскую установку осциллографа клавишей **Default Setup**.

10.6.2 Двойным щелчком на ярлыке **Acquisition** открыть окно выборки, установить режим **Average**, количество усреднений 16 (для коэффициентов отклонения  $\leq 5$  мВ/дел можно увеличить количество усреднений для уменьшения флуктуаций показаний).

10.6.3 Подготовить к работе ваттметр СВЧ проходящей мощности, выполнить установку нуля ваттметра, ввести количество усреднений 32.

10.6.4 Убедиться в том, что выход генератора СВЧ не активен.

Установить уровень мощности генератора  $-35$  дБм.

10.6.5 Выполнить соединения канала осциллографа с генератором сигналов СВЧ и ваттметром проходящей мощности СВЧ:

- присоединить кабелем N-типа входной разъем кабеля СВЧ ваттметра проходящей мощности к выходу генератора СВЧ, используя при необходимости соответствующий адаптер;
- присоединить выходной разъем СВЧ ваттметра проходящей мощности непосредственно к разъему канала осциллографа, используя адаптер N-BNC.

10.6.6 Активировать канал осциллографа.

10.6.7 Двойным щелчком на ярлыке **Trigger** осциллографа открыть окно триггера, выбрать клавишей **Source** проверяемый канал.

10.6.8 Двойным щелчком на ярлыке канала внизу дисплея открыть окно установки параметров вертикальной шкалы.

10.6.9 Установить входное сопротивление канала 50 Ом.

10.6.10 Установить на осциллографе коэффициент развертки 100 нс/дел, коэффициент отклонения канала, как указано в столбце 1 таблицы 10.6.

10.6.11 Установить на генераторе СВЧ частоту 10 МГц.

Активировать выход генератора СВЧ и установить уровень так, чтобы на дисплее осциллографа наблюдалось несколько периодов сигнала.

10.6.12 Открыть на осциллографе окно меню **Measure**. В поле **Source** выбрать номер канала. Двойным щелчком по клавише **Peak-to-Peak** активировать вкладку измерений амплитуды.

10.6.13 Подстроить на генераторе СВЧ уровень сигнала так, чтобы отсчет **Peak-to-Peak** на осциллографе был равен значению, указанному в столбце 2 таблицы 10.6 для данного значения коэффициента отклонения.

10.6.14 Ввести на ваттметре частоту 10 MHz и зафиксировать отсчет ваттметра как Pin.

10.6.15 Открыть на осциллографе окно меню **Horizontal**. Установить максимальную скорость выборки **Sample Rate (SR)**. Перейти обратно в меню **Measure**.

10.6.16 Не меняя уровень, установить на генераторе СВЧ значение частоты  $F_{max}$ , соответствующее верхней частоте полосы пропускания канала осциллографа:

- для опции 6-BW-1000  $F_{max} = 1000$  MHz;
- для опции 6-BW-2500  $F_{max} = 2500$  MHz;
- для опции 6-BW-4000  $F_{max} = 4000$  MHz;
- для опции 6-BW-6000  $F_{max} = 6000$  MHz;
- для опции 6-BW-8000  $F_{max} = 8000$  MHz.
- для опции 6-BW-10000  $F_{max} = 10000$  MHz.

ПРИМЕЧАНИЕ: Указанные для опций 6-BW-6000, 6-BW-8000 и 6-BW-10000 значения частоты  $F_{max}$  действительны для скорости выборки (частоты дискретизации)  $> 12,5 \cdot 10^9$ .

Для каналов со скоростью выборки (частотой дискретизации)  $\leq 12,5 \cdot 10^9$  частота  $F_{max}$  ограничена значением 5000 MHz.

10.6.17 Ввести соответствующую частоту на ваттметре.

Подстроить уровень мощности на генераторе СВЧ таким образом, чтобы отсчет ваттметра был равен зафиксированному в пункте 10.6.14 уровню  $P_{in}$ .

10.6.18 Установить на осциллографе коэффициент развертки так, чтобы на дисплее наблюдалось несколько периодов сигнала.

Нажать клавишу **Single/Seq**.

Записать в столбец 3 таблицы 10.6 отсчет амплитуды напряжения **Peak-to-Peak** на канале осциллографа.

Нажать клавишу **Run/Stop**.

10.6.19 Деактивировать выход генератора СВЧ.

10.6.20 Выполнить действия по пунктам 10.6.10, 10.6.11, 10.6.13 – 10.6.19 для остальных значений коэффициента отклонения канала.

Удалить вкладку измерения при помощи правой клавиши мыши.

10.6.21 Деактивировать канал осциллографа.

Отсоединить выход ваттметра СВЧ от канала осциллографа.

10.6.22 Выполнить действия по пунктам 10.6.4 – 10.6.21 для остальных каналов осциллографа, подлежащих поверке.

Таблица 10.6 – Верхняя частота полосы пропускания

Ко	Амплитуда напряжения $U_{p-p}$ на частоте 10 МГц	Измеренное значение амплитуды напряжения $U_{p-p}$ на верхней частоте полосы пропускания ( $F_{max}$ )				Нижний предел допускаемых значений
		Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	
1	2	3				4
		<b>Ch1</b>	<b>Ch2</b>	<b>Ch3</b>	<b>Ch4</b>	
1 мВ/дел	8,0 мВ					5,65 мВ
2 мВ/дел	16,0 мВ					11,3 мВ
5 мВ/дел	40,0 мВ					28,3 мВ
10 мВ/дел	80,0 мВ					56,5 мВ
50 мВ/дел	400 мВ					283 мВ
100 мВ/дел	800 мВ					565 мВ
		<b>Ch5</b>	<b>Ch6</b>	<b>Ch7</b>	<b>Ch8</b>	
1 мВ/дел	8,0 мВ					5,65 мВ
2 мВ/дел	16,0 мВ					11,3 мВ
5 мВ/дел	40,0 мВ					28,3 мВ
10 мВ/дел	80,0 мВ					56,5 мВ
50 мВ/дел	400 мВ					283 мВ
100 мВ/дел	800 мВ					565 мВ

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные значения амплитуды напряжения на **верхней частоте полосы пропускания** не должны превышать пределы допускаемых значений, указанные в столбце 4 таблицы 10.6.

## 10.7 Определение погрешности измерения постоянного напряжения цифровым вольтметром

10.7.1 Выполнить заводскую установку осциллографа клавишей **Default Setup**.

10.7.2 Установить коэффициент развертки осциллографа 1 мс/дел.

10.7.3 Двойным щелчком на ярлыке **Acquisition** открыть окно выборки, установить режим **Average**, количество усреднений 16.

10.7.4 Двойным щелчком на ярлыке **Trigger** открыть окно триггера, выбрать **Source AC line**.

10.7.5 Установить на калибраторе режим воспроизведения постоянного напряжения на нагрузку 1 МОм.

10.7.6 Соединить выход головки калибратора с входом канала осциллографа.

10.7.7 Активировать канал осциллографа.

10.7.8 Двойным щелчком на ярлыке канала внизу дисплея открыть окно установки параметров вертикальной шкалы.

10.7.9 Установить на канале входное сопротивление 1 МОм, полосу пропускания **Bandwidth Limit 20 MHz**.

10.7.10 Щелчком на ярлыке **DVM** внизу дисплея открыть окно и выбрать **DVM Mode DC**.

10.7.11 Установить **DVM Source** на номер поверяемого канала.

10.7.12 Устанавливать на канале значения коэффициента отклонения  $K_0$  и напряжения смещения  $U_{offset}$ , указанные в столбцах 1 и 3 таблицы 10.7.

Устанавливать соответствующие значения напряжения  $U_{in}$  на калибраторе, указанные в столбце 2 таблицы 10.7.

Записывать отсчеты **DVM DC** в столбец 4 таблицы 10.7.

10.7.13 Деактивировать канал осциллографа.

10.7.14 Выполнить действия по пунктам 10.7.6 – 10.7.9, 10.7.11 – 10.7.13 для остальных каналов осциллографа.

10.7.15 Отсоединить выход калибратора от канала осциллографа.

Таблица 10.7 – Погрешность измерения постоянного напряжения цифровым вольтметром

К <sub>0</sub>	U <sub>in</sub>	U <sub>offset</sub>	Измеренное значение постоянного напряжения				Пределы допускаемых значений
			Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	
1	2	3	4				5
10 мВ/дел	+5 мВ	0 мВ					+(3,925 ... 6,075)
200 мВ/дел	+500 мВ	+500 мВ					+(477,5 ... 522,5)
	-500 мВ	-500 мВ					-(477,5 ... 522,5)
500 мВ/дел	+1 В	+0,5 В					+(0,940 ... 1,060)
	-1 В	-0,5 В					-(0,940 ... 1,060)
500 мВ/дел	+2 В	+2 В					+(1,940 ... 2,060)
	-2 В	-2 В					-(1,940 ... 2,060)
1 В/дел	+5 В	+5 В					+(4,875 ... 5,125)
	-5 В	-5 В					-(4,875 ... 5,125)

Окончание таблицы 10.7

1	2	3	4				5
			Ch5	Ch6	Ch7	Ch8	
10 мВ/дел	+5 мВ	0 мВ					+(3,925 ... 6,075)
200 мВ/дел	+500 мВ	+500 мВ					+(477,5 ... 522,5)
	-500 мВ	-500 мВ					-(477,5 ... 522,5)
500 мВ/дел	+1 В	+0,5 В					+(0,940 ... 1,060)
	-1 В	-0,5 В					-(0,940 ... 1,060)
500 мВ/дел	+2 В	+2 В					+(1,940 ... 2,060)
	-2 В	-2 В					-(1,940 ... 2,060)
1 В/дел	+5 В	+5 В					+(4,875 ... 5,125)
	-5 В	-5 В					-(4,875 ... 5,125)

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренные значения постоянного напряжения должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 5 таблицы 10.7.

### 10.8 Определение погрешности измерения переменного напряжения цифровым вольтметром

10.8.1 Выполнить заводскую установку осциллографа клавишей **Default Setup**.

10.8.2 Установить коэффициент развертки осциллографа 1 мс/дел.

10.8.3 Двойным щелчком на ярлыке **Acquisition** открыть окно выборки, установить режим **Average**, количество усреднений 16.

10.8.4 Активировать канал осциллографа.

10.8.5 Двойным щелчком на ярлыке **Trigger** открыть окно триггера, выбрать номер канала на вкладке **Source**.

10.8.6 Соединить выход головки калибратора с входом канала осциллографа.

10.8.7 Установить на калибраторе режим воспроизведения напряжения прямоугольной формы (меандр со скважностью 50 %) частотой 1 кГц на нагрузку 50 Ом.

10.8.8 Двойным щелчком на ярлыке канала внизу дисплея открыть окно установки параметров вертикальной шкалы.

10.8.9 Установить на канале входное сопротивление 50 Ом, полосу пропускания **Bandwidth Limit 20 MHz**.

10.8.10 Щелчком на ярлыке **DVM** внизу дисплея открыть окно и выбрать **DVM Mode AC RMS**.

10.8.11 Установить **DVM Source** на номер поверяемого канала.

10.8.12 Устанавливать на канале значения коэффициента отклонения  $K_o$ , указанные в столбце 1 таблицы 10.8.

Устанавливать соответствующие значения напряжения на калибраторе, указанные в столбце 2 таблицы 10.8.

Записывать отсчеты **DVM AC RMS** в столбец 3 таблицы 10.8.

10.8.13 Деактивировать канал осциллографа.

10.8.14 Выполнить действия по пунктам 10.8.6 – 10.8.9, 10.8.11 – 10.8.13 для остальных каналов осциллографа.

10.8.15 Отсоединить выход калибратора от канала осциллографа.

Таблица 10.8 – Погрешность измерения переменного напряжения цифровым вольтметром

Ко	U <sub>in</sub> p-p	Измеренное значение переменного напряжения				Пределы допускаемых значений
		Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	
1	2	3				4
		Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	
5 мВ/дел	20 мВ					9,70 ... 10,30
20 мВ/дел	50 мВ					24,25 ... 25,75
200 мВ/дел	500 мВ					242,5 ... 257,5
500 мВ/дел	1000 мВ					485,0 ... 515,0
1 В/дел	3 В					1,455 ... 1,545
		Ch5	Ch6	Ch7	Ch8	
5 мВ/дел	20 мВ					9,70 ... 10,30
20 мВ/дел	50 мВ					24,25 ... 25,75
200 мВ/дел	500 мВ					242,5 ... 257,5
500 мВ/дел	1000 мВ					485,0 ... 515,0
1 В/дел	3 В					1,455 ... 1,545

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренные значения переменного напряжения должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 4 таблицы 10.8.

### 10.9 Определение погрешности воспроизведения частоты генератором сигналов произвольной формы (опция 6-AFG)

10.9.1 Выполнить заводскую установку осциллографа клавишей **Default Setup**.

10.9.2 Выполнить соединения:

- соединить кабелем BNC вход синхронизации Ref In частотомера с выходом “10 MHz” стандарта частоты;
- соединить выход генератора “AFG Out” с входом частотомера.

10.9.3 Щелчком на ярлыке **AFG** внизу дисплея открыть меню **AFG Configuration**.

10.9.4 Установить амплитуду сигнала 1 В п-п, активировать выход (Output On).

10.9.5 Устанавливать параметры сигнала (форму и частоту), как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 10.9. Записывать отсчеты частотомера в столбец 3 таблицы 10.9.

Таблица 10.9 – Погрешность воспроизведения частоты генератором сигналов произвольной формы

Установленные параметры сигнала		Измеренное значение частоты	Пределы допускаемых значений
Форма	Частота		
1	2	3	4
Sine	1 МГц		0,999950 ... 1,000050 МГц
Ramp	500 кГц		499,975 ... 500,025 кГц
Square	1 МГц		0,999950 ... 1,000050 МГц
Pulse	1 МГц		0,999950 ... 1,000050 МГц

10.9.6 Отсоединить выход генератора “AFG Out” от входа частотомера.

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренные значения частоты должны находиться в пределах допустимых значений, указанных в столбце 4 таблицы 10.9.

### 10.10 Определение погрешности воспроизведения переменного напряжения генератором сигналов произвольной формы (опция 6-AFG)

10.10.1 Установить мультиметр в режим ACV.

10.10.2 Соединить выход генератора “AFG Out” с входными гнездами мультиметра, используя проходную нагрузку BNC ( $50 \pm 0,1$ ) Ом и адаптер BNC-banana с соблюдением полярности.

10.10.3 Щелчком на ярлыке AFG внизу дисплея открыть меню **AFG Configuration**.

10.10.4 Установить на генераторе параметры:  
**Waveform Type Sine; Load Impedance 50  $\Omega$ ; Frequency 1 kHz; Output On**

10.10.5 Устанавливать на выходе генератора значения амплитуды напряжения (п-п), указанные в столбце 1 таблицы 10.10.

Записывать отсчеты напряжения на мультиметре в столбец 3 таблицы 10.10.

Таблица 10.10 – Погрешность воспроизведения переменного напряжения генератором сигналов произвольной формы

Установленное напряжение		Измеренное значение переменного напряжения (скз)	Пределы допускаемых значений
п-п	скз		
1	2	3	4
30 мВ	10,607 мВ		10,09 ... 11,12 мВ
300 мВ	106,07 мВ		104,1 ... 108,0 мВ
800 мВ	282,85 мВ		278,2 ... 287,5 мВ
1,5 В	0,5303 В		0,522 ... 0,539 В
2,5 В	0,8839 В		0,870 ... 0,898 В

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренные значения переменного напряжения должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 4 таблицы 10.10.

### 10.11 Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения генератора сигналов произвольной формы (опция 6-AFG)

10.11.1 Установить мультиметр в режим DCV.

10.11.2 Соединить выход генератора “AFG Out” с входными гнездами мультиметра, используя проходную нагрузку BNC ( $50 \pm 0,1$ )  $\Omega$  и адаптер BNC-banana с соблюдением полярности.

10.11.3 Щелчком на ярлыке AFG внизу дисплея открыть меню **AFG Configuration**.

10.11.4 Установить на генераторе параметры:  
**Waveform Type DC; Load Impedance 50  $\Omega$ ; Output On**



10.11.5 Устанавливать на выходе генератора значения напряжения **Offset**, указанные в столбце 1 таблицы 10.11.

Записывать отсчеты напряжения на мультиметре в столбец 2 таблицы 10.11.

Таблица 10.11 – Погрешность воспроизведения постоянного напряжения смещения генератора сигналов произвольной формы

Установленное значение постоянного напряжения смещения	Измеренное значение постоянного напряжения смещения	Пределы допускаемых значений
1	2	3
0 мВ		±1,00 мВ
+1,25 В		+(1,230... 1,270) В
-1,25 В		-(1,230... 1,270) В

10.11.6 Отсоединить выход генератора “AFG Out” от мультиметра.

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** измеренные значения постоянного напряжения смещения напряжения должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 3 таблицы 10.11.

## 10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки представляются в соответствии с действующими правовыми нормативными документами и передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах по запросу оформляется свидетельство о поверке.

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, по запросу выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причин непригодности.

Протокол поверки оформляется в произвольной форме. В протоколе поверки допускается привести качественные результаты измерений с выводами о соответствии поверенного осциллографа метрологическим требованиям без указания измеренных числовых значений величин.