




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

127254, Москва, Огородный проезд, д. 5, стр. 5
тел./факс (495)926-71-85 E-mail: post@actimaster.ru
<http://www.actimaster.ru>

УТВЕРЖДАЮ

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



 **В.В. Федулов**

« 14 » февраля 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Осциллографы цифровые MSO64

**Методика поверки
MSO64/МП-2019**

**Заместитель генерального директора
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»**



Д.Р. Васильев

**г. Москва
2019**

Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы цифровые MSO64 (далее – осциллографы), 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 и идентификация	7.1	да	да
Проверка входного сопротивления каналов	7.2	да	да
Проверка остаточного смещения каналов	7.3	да	да
Определение погрешности коэффициента отклонения	7.4	да	да
Определение погрешности установки напряжения смещения	7.5	да	да
Определение погрешности частоты опорного генератора	7.6	да	да
Проверка верхней частоты полосы пропускания	7.7	да	да
Определение погрешности напряжения сигнала на выходе “AUX Out”	7.8	да	да
Определение погрешности измерения постоянного напряжения мультиметром	7.9	да	да
Определение погрешности измерения переменного напряжения мультиметром	7.10	да	да
Определение погрешности воспроизведения частоты генератором (опция 6-AFG)	7.11	да	да
Определение погрешности воспроизведения переменного напряжения генератором (опция 6-AFG)	7.12	да	да
Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения генератора (опция 6-AFG)	7.13	да	да

1.2 По письменному запросу пользователя осциллограф допускается:

- операции поверки 7.2 – 7.5, 7.7 провести для отдельных измерительных каналов осциллографа и для меньшего числа диапазонов измерений (значений коэффициента отклонения);
- операции 7.9 – 7.13 провести выборочно для определенных величин.

При этом в свидетельстве о поверке должны быть указаны соответствующие каналы, диапазоны и величины.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

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

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

Таблица 2 – Средства поверки

№	Наименование средства поверки	Номер пункта методики	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер реестра
1	Калибратор осциллографов	7.2; 7.4 – 7.5 7.9, 7.10	Калибратор осциллографов Fluke 9500B с активной головкой 9530; рег. № 30374-13
2	Частотомер	7.6	Частотомер универсальный Tektronix FCA3000; рег. № 51532-12
3	Стандарт частоты	7.6	Стандарт частоты рубидиевый Stanford Research Systems FS725; рег. № 31222-06
3	Вольтметр	7.9 – 7.13	Мультиметр цифровой Keithley 2000; рег. № 25787-08
4	Генератор сигналов СВЧ (для опций 6-BW-4000, 6-BW-6000, 6-BW-8000)	7.7	Генератор сигналов Agilent E8257D с опциями 520, 1E1; рег. № 53941-13
5	Ваттметр проходящей мощности (для опций 6-BW-4000, 6-BW-6000, 6-BW-8000)	7.7	Ваттметр проходящей СВЧ мощности Rohde & Schwarz NRP-Z28; рег. № 43643-10

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 осциллографа необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение осциллографа к сети должно производиться с помощью сетевого кабеля из комплекта осциллографа;
- заземление осциллографа и средств поверки должно производиться посредством заземляющих контактов сетевых кабелей;
- 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 условиях температуры и влажности, выходящих за пределы рабочего диапазона, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с осциллографом в случае обнаружения его повреждения.

5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- 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 осциллографа;
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положений;
- правильность маркировки и комплектность осциллографа.

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

6.2 Подготовка к поверке

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

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

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

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

Общие указания по проведению поверки

В процессе выполнения операций результаты заносятся в протокол поверки.

Полученные 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 записывать в таблицах протокола поверки качественные результаты (соответствует / не соответствует) определения метрологических характеристик.

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

7.1 Опробование и идентификация

7.1.1 Войти в меню **Help > About**.

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

Записать в таблицу 7.2 результаты идентификации.

Выйти из меню **Help**.

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

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

7.1.3 После прогрева анализатора в течение не менее 30 min 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.

Записать в таблицу 7.2 результат компенсации сигнального тракта.

7.1.4 Выйти из меню **Utility**.

Таблица 7.1 – Опробование и идентификация

Содержание проверки	Результат проверки	Критерии проверки
Help > About		
отображение наименования модели и серийного номера	Model: MSO64 Bandwidth: 8 GHz Serial Number: C013082	правильно отображаются наименование модели и серийный номер
идентификация ПО	Firmware Version: 1.10.7.5425	номер версии ПО 1.10.7 и выше
Utility > Self Test, Run Self Test		
функциональное тестирование (Self Test)	сообщений об ошибках нет, “Passed”	нет сообщений об ошибках, сообщение “Passed”
Utility > Calibration, Run SPC		
компенсация сигнального тракта	сообщений об ошибках нет, “Passed”	нет сообщений об ошибках, сообщение “Passed”

7.2 Проверка входного сопротивления каналов

7.2.1 Установить на калибраторе осциллографов режим измерения сопротивления.

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

7.2.3 Соединить выход головки калибратора с входом канала осциллографа.

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

7.2.5 Устанавливать значения коэффициента отклонения K_0 и входного сопротивления канала R_{in} , как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.2.

Записывать измеренные значения входного сопротивления в столбец 3 таблицы 7.2.

7.2.6 Деактивировать канал осциллографа.

7.2.7 Выполнить пункты 7.2.3 – 7.2.6 для остальных каналов осциллографа, подлежащих проверке.

7.2.8 Отсоединить выход калибратора от входа канала осциллографа.

Таблица 7.2 – Входное сопротивление

Ko	Rin	Измеренное значение сопротивления				Пределы допуска
		Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	
1	2	3				4
10 V/div	1 MΩ					0.990 ... 1.010
10 mV/div	50 Ω					48.50 ... 51.50
100 mV/div	50 Ω					48.50 ... 51.50

7.3 Проверка остаточного смещения каналов

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

7.3.2 Установить на осциллографе коэффициент развертки **1 ms/div**.

7.3.3 Активировать канал осциллографа.

7.3.4 Двойным щелчком на ярлыке **Acquisition** открыть окно выборки, выбрать **Acquisition Mode: Average**, количество усреднений 16.

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

7.3.6 Присоединить к входу канала осциллографа нагрузку BNC(m) 50 Ω.

Таблица 7.3 – Остаточное смещение

Ko	Rin	BW	Измеренное значение смещения [max]				Пределы допуска, mV	
			Ch1	Ch2	Ch3	Ch4		
1	2	3	4				5	
1 mV/div	50 Ω	20 MHz					±0.2	
2 mV/div							±0.2	
5 mV/div							±0.5	
10 mV/div							±1	
20 mV/div							±2	
49.8 mV/div							±4.98	
50 mV/div							±5	
100 mV/div							±10	
200 mV/div							±20	
500 mV/div							±50	
1 V/div							±100	
1 mV/div	1 MΩ	20 MHz					±0.2	
2 mV/div							±0.4	
5 mV/div							±1	
10 mV/div							±2	
20 mV/div							±4	
100 mV/div							±20	
500 mV/div							±100	
1 V/div							±200	
10 V/div							±2000	
20 mV/div			50 Ω	250 MHz				±2
20 mV/div			1 MΩ	250 MHz				±4
20 mV/div	50 Ω	FULL				±2		
20 mV/div	1 MΩ	FULL				±4		

7.3.7 Двойным щелчком на ярлыке канала внизу дисплея открыть окно установки параметров вертикальной шкалы. Установить ограничение полосы пропускания **Bandwidth Limit 20 MHz**.

7.3.8 Открыть окно меню **Add New: Measure**, кликом по клавише **Mean** открыть вкладку измерений среднего значения. Клавишей **Source** в окне меню **Measure** выбрать номер канала, нажать клавишу **Add**.

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

7.3.10 Устанавливать значения коэффициента отклонения K_o , входного сопротивления канала R_{in} и полосы пропускания (**Bandwidth Limit**), как указано в столбцах 1, 2, 3 таблицы 7.3.

Записывать качественные результаты о соответствии в столбец 4 таблицы 7.3 (отсчеты **Mean** могут иметь флуктуации, следует фиксировать максимальные наблюдаемые значения без учета знака после установления показаний).

7.3.11 Деактивировать канал осциллографа.

7.3.12 Выполнить пункты 7.3.6 – 7.3.11 для остальных каналов осциллографа.

7.3.13 Отсоединить нагрузку BNC(m) 50 Ω от канала осциллографа.

7.4 Определение погрешности коэффициента отклонения

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

7.4.2 Установить коэффициент развертки **1 ms/div**.

7.4.3 Двойным щелчком на ярлыке **Acquisition** открыть окно выборки, установить режим **Average**, количество усреднений 16 (для коэффициентов отклонения ≤ 5 mV/div можно устанавливать количество усреднений 56 для уменьшения флуктуаций показаний).

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

7.4.5 Установить на калибраторе режим воспроизведения постоянного напряжения.

7.4.6 Активировать канал осциллографа.

7.4.7 Соединить выход головки калибратора с входом канала осциллографа.

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

7.4.9 Открыть окно меню **Measure**, двойным щелчком по клавише **Mean** открыть вкладку измерений среднего значения. Клавишей **Source** в окне меню **Measure** выбрать номер канала.

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

7.4.11 Устанавливать значения коэффициента отклонения K_o , входного сопротивления канала R_{in} и соответствующего выходного сопротивления калибратора, полосы пропускания **Bandwidth Limit**, как указано в столбцах 1, 2, 3 таблицы 7.3.

Устанавливать на калибраторе положительные U_{pos} и отрицательные U_{neg} значения напряжения, указанные в столбце 4 таблицы 7.4.

После установления показаний фиксировать отсчеты **Mean** на осциллографе, вычислять и записывать в столбец 5 таблицы 7.4 соответствующие разностные значения ($U_{pos} - U_{neg}$).

7.4.12 Деактивировать канал осциллографа.

7.4.13 Выполнить пункты 7.4.6 – 7.4.12 для остальных каналов осциллографа.

7.4.14 Отсоединить выход головки калибратора от канала осциллографа.

Таблица 7.4 – Погрешность коэффициента отклонения

Ko	Rin	BW	Uin	Измеренное разностное значение (Upos – Uneg)				Пределы допуска
				Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	
1	2	3	4	5				6
1 mV/div	1 MΩ	20 MHz	±4.5 mV					8.77 ... 9.23
2 mV/div			±9 mV					17.64 ... 18.36
5 mV/div			±22.5 mV					44.10 ... 45.90
10 mV/div			±45 mV					88.20 ... 91.80
20 mV/div			±90 mV					176.4 ... 183.6
50 mV/div			±225 mV					441.0 ... 459.0
100 mV/div			±450 mV					882.0 ... 918.0
200 mV/div			±0.9 V					1.764 ... 1.836
500 mV/div			±2.45 V					4.802 ... 4.998
1 V/div			±4.5 V					8.82 ... 9.18
20 mV/div			250 MHz	±90 mV				
20 mV/div		500 MHz	±90 mV					176.4 ... 183.6
10 mV/div		50 Ω	20 MHz	±45 mV				
100 mV/div	±450 mV							882.0 ... 918.0
1 V/div	±2.6 V							5.096 ... 5.304
20 mV/div	250 MHz		±90 mV					176.4 ... 183.6
20 mV/div	MAX		±90 mV					176.4 ... 183.6

7.5 Определение погрешности установки напряжения смещения

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

7.5.2 Установить коэффициент развертки **1 ms/div**.

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

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

7.5.5 Активировать канал осциллографа.

7.5.6 Соединить выход головки калибратора с входом канала осциллографа.

7.5.7 Открыть окно меню **Measure**, двойным щелчком по клавише **Mean** открыть вкладку измерений среднего значения.

7.5.8 Клавишей **Source** в окне меню **Measure** выбрать номер канала, кликнуть **Add**.

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

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

7.5.11 Устанавливать значения коэффициента отклонения K_o , 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 7.5.

После установления показаний фиксировать отсчеты **Mean** на осциллографе и записывать их в столбец 4 таблицы 7.5.

7.5.12 Деактивировать канал осциллографа.

7.5.13 Выполнить пункты 7.5.5, 7.5.6, 7.5.8 – 7.5.12 для остальных каналов осциллографа.

7.5.14 Отсоединить выход головки калибратора от канала осциллографа.

Таблица 7.5 – Установка напряжения смещения

Ko	Rin	Uoffset	Измеренное значение смещения				Пределы допуска
			Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	
1	2	3	4				5
1 mV/div	50 Ω	+900 mV					+(895.3 ... 904.7)
		-900 mV					-(895.3 ... 904.7)
100 mV/div		+2.5 V					+(2.467 ... 2.533)
		-2.5 V					-(2.467 ... 2.533)
1 mV/div	1 MΩ	+900 mV					+(895.3 ... 904.7)
		-900 mV					-(895.3 ... 904.7)
100 mV/div		+9 V					+(8.935 ... 9.065)
		-9 V					-(8.935 ... 9.065)
500 mV/div		+9 V					+(8.555 ... 9.145)
		-9 V					-(8.555 ... 9.145)
1.01 V/div		+99.5 V					+(98.80 ... 100.20)
		-99.5 V					-(98.80 ... 100.20)
5 V/div	+99.5 V					+(98.00 ... 101.00)	
	-99.5 V					-(98.00 ... 101.00)	

7.6 Определение погрешности напряжения сигнала на выходе “AUX Out”

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

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

7.6.3 Активировать выбранный канал осциллографа.

7.6.4 Установить на осциллографе коэффициент развертки 400 ns/div.

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

Установить входное сопротивление канала 1 MΩ, коэффициент отклонения 1 V/div.

7.6.6 Открыть окно меню **Measure**, двойным щелчком по клавишам **Maximum** и **Minimum** открыть вкладки измерений максимального и минимального уровней, кликнуть **Add**.

7.6.7 Записать отсчеты **Maximum** и **Minimum** в столбец 4 таблицы 7.6.

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

Установить входное сопротивление канала 50 Ω, коэффициент отклонения 500 mV/div.

7.6.9 Записать отсчеты **Maximum** и **Minimum** в столбец 4 таблицы 7.6.

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

Таблица 7.6 – Погрешность напряжения сигнала на выходе “AUX Out”

Rin	U out	Нижний предел допуска	Измеренное значение	Верхний предел допуска
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1 MΩ	Maximum	2.5 V		-
	Minimum	-		700 mV
50 Ω	Maximum	1.0 V		-
	Minimum	-		250 mV

7.7 Определение погрешности частоты опорного генератора

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

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

7.7.3 Соединить кабелем BNC вход синхронизации Ref In частотомера с выходом 10 MHz стандарта частоты.

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

7.7.5 Выполнить отчет на частотомере, записать его в столбец 2 таблицы 7.7.

7.7.6 Отсоединить кабели от осциллографа и частотомера.

Таблица 7.7 – Частота опорного генератора

Номинальное значение частоты, MHz	Измеренное значение частоты, MHz	Пределы допуска, MHz
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
10		10 ±Δ

$\Delta = 3 \cdot N \cdot 10^{-6}$ [MHz], N – целое количество лет после выпуска из производства или последней заводской подстройки частоты опорного генератора.

7.7 Проверка верхней частоты полосы пропускания

Выполнение операции для опций 6-BW-1000, 6-BW-2500

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

7.7.2 Двойным щелчком на ярлыке **Acquisition** открыть окно выборки, установить режим **Sample**.

7.7.3 Установить на калибраторе режим воспроизведения синусоидального напряжения на нагрузку 50 Ω.

7.7.4 Соединить выход головки калибратора с входом канала осциллографа.

7.7.5 Активировать канал осциллографа.

7.7.6 Установить на калибраторе частоту 10 MHz, амплитуду сигнала установить так, как указано в столбце 2 таблицы 7.7.

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

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

7.7.9 Установить входное сопротивление канала 50 Ω .

7.7.10 Установить коэффициент отклонения канала, как указано в столбце 1 таблицы 7.7.

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

7.7.12 Клавишей **Source** в окне меню **Measure** выбрать номер канала, нажать клавишу **Add**.

Открыть вкладку **Results Table**, в появившемся окне кликнуть **Measurements, Add**, при этом появится строка **Measurements Results**.

7.7.13 Подстроить на калибраторе амплитуду сигнала так, чтобы отсчет **Peak-to-Peak** на осциллографе был равен значению, указанному в столбце 2 таблицы 7.7 для данного значения коэффициента отклонения. При значительных флуктуациях показаний нажимать клавишу **Single**, затем **Run/Stop** (использовать усредненное значение **Mean** в правой части строки **Measurements Results**).

7.7.14 Не меняя уровень, установить на калибраторе значение частоты F_{max} :

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

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

Нажать клавишу **Single**, затем клавишу **Run/Stop**.

Записать в столбец 3 таблицы 7.7 отсчет **Peak-to-Peak** на канале осциллографа (усредненное значение **Mean** в правой части строки **Measurements Results**).

7.7.16 Выполнить действия по пунктам 7.7.6, 7.7.10, 7.7.11, 7.7.14 – 7.7.15 для остальных значений коэффициента отклонения канала, указанных в столбце 1 таблицы 7.7.

7.7.17 Деактивировать канал CH1 осциллографа.

Таблица 7.7 – Верхняя частота полосы пропускания

Ko	Up-p (10 MHz)	Измеренное значение Up-p (F_{max})				Верхний предел допуска
		Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	
1	2	3				4
1 mV/div	8.0 mV					5.65 mV
2 mV/div	16.0 mV					11.3 mV
5 mV/div	40.0 mV					28.3 mV
10 mV/div	80.0 mV					56.5 mV
50 mV/div	400 mV					283 mV
100 mV/div	800 mV					565 mV

7.7.18 Выполнить действия по пунктам 7.7.4 – 7.7.11, 7.7.13 – 7.7.17 для остальных каналов.

7.7.20 Отсоединить выход головки калибратора от канала осциллографа.

Выполнение операции для опций 6-BW-4000, 6-BW-6000, 6-BW-8000

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

7.7.2 Двойным щелчком на ярлыке **Acquisition** открыть окно выборки, установить режим **Sample**.

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

7.7.4 Убедиться в том, что выход генератора СВЧ не активен.
Установить уровень мощности – 35 dBm.

7.7.5 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;
- присоединить выходной разъем СВЧ ваттметра проходящей мощности непосредственно к разъему канала осциллографа, используя адаптер N-BNC.

7.7.6 Активировать канал осциллографа.

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

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

7.7.9 Установить входное сопротивление канала 50 Ω .

7.7.10 Установить на осциллографе коэффициент развертки 100 ns/div, коэффициент отклонения канала, как указано в столбце 1 таблицы 7.7.

7.7.11 Установить на генераторе СВЧ частоту 10 МГц.
Активировать выход генератора СВЧ и установить уровень так, чтобы на дисплее осциллографа наблюдалось несколько периодов сигнала.

7.7.12 Открыть окно меню **Measure**, двойным щелчком по клавише **Peak-to-Peak** открыть вкладку измерений амплитуды.

7.7.13 Клавишей **Source** в окне меню **Measure** выбрать номер канала, нажать клавишу **Add**.
Открыть вкладку **Results Table**, в появившемся окне кликнуть **Measurements**, **Add**, при этом появится строка **Measurements Results**.

7.7.14 Подстроить на генераторе СВЧ уровень сигнала так, чтобы отсчет **Peak-to-Peak** на осциллографе был равен значению, указанному в столбце 2 таблицы 7.7 для данного значения коэффициента отклонения. При значительных флуктуациях показаний нажимать клавишу **Single**, затем **Run/Stop** (использовать усредненное значение **Mean** в правой части строки **Measurements Results**).

7.7.15 Ввести на ваттметре частоту 10 MHz и зафиксировать отсчет ваттметра как P_{вх}.

7.4.16 Не меняя уровень, установить на генераторе СВЧ значение частоты F_{max}:
- 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.

7.7.17 Ввести соответствующую частоту на ваттметре.

Подстроить уровень мощности на генераторе СВЧ таким образом, чтобы отсчет ваттметра был равен зафиксированному в пункте 7.7.15 уровню $P_{вх}$.

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

Нажать клавишу **SINGLE**, затем клавишу **Run/Stop**.

Записать в столбец 3 таблицы 7.7 отсчет **Peak-to-Peak** на канале осциллографа (усредненное значение **Mean** в правой части строки **Measurements Results**).

7.7.19 Деактивировать выход генератора СВЧ.

7.7.20 Выполнить действия по пунктам 7.7.10, 7.7.11, 7.7.14 – 7.7.19 для остальных значений коэффициента отклонения канала.

Удалить измерение при помощи правой клавиши мыши.

7.7.21 Деактивировать канал осциллографа.

Отсоединить выход ваттметра СВЧ от канала осциллографа.

7.7.22 Выполнить действия по пунктам 7.7.4 – 7.7.19 для остальных каналов осциллографа, подлежащих поверке.

Таблица 7.7 – Верхняя частота полосы пропускания

Ko	Up-p (10 MHz)	Измеренное значение Up-p (Fmax)				Верхний предел допуска
		Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	
1	2	3				4
1 mV/div	8.0 mV					5.65 mV
2 mV/div	16.0 mV					11.3 mV
5 mV/div	40.0 mV					28.3 mV
10 mV/div	80.0 mV					56.5 mV
50 mV/div	400 mV					283 mV
100 mV/div	800 mV					565 mV

7.9 Определение погрешности измерения постоянного напряжения мультиметром

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

7.9.2 Установить коэффициент развертки 1 ms/div.

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

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

7.9.5 Установить на калибраторе режим воспроизведения постоянного напряжения на нагрузку 1 МΩ.

7.9.6 Активировать канал осциллографа.

7.9.7 Соединить выход головки калибратора с входом канала осциллографа.

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

7.9.9 Установить на канале входное сопротивление 1 МΩ, полосу пропускания **Bandwidth Limit** 20 MHz.

7.9.10 Двойным щелчком на ярлыке **DVM** внизу дисплея открыть окно и выбрать **DVM Mode DC**.

7.9.11 Установить **DVM Source** на номер проверяемого канала.

7.9.12 Устанавливать на канале значения коэффициента отклонения K_0 и напряжения смещения U_{offset} , указанные в столбцах 1 и 3 таблицы 7.9.

Устанавливать соответствующие значения напряжения U_{in} на калибраторе, указанные в столбце 2 таблицы 7.9.

Записывать отсчеты **DVM DC** в столбец 4 таблицы 7.9.

7.9.13 Деактивировать канал осциллографа.

7.9.14 Выполнить действия по пунктам 7.9.6 – 7.9.9, 7.9.11 – 7.9.13 для остальных каналов осциллографа.

7.9.15 Отсоединить выход головки калибратора от канала осциллографа.

Таблица 7.9 – Погрешность измерения постоянного напряжения мультиметром

Ko	U _{in}	U _{offset}	Измеренное значение				Пределы допуска
			Ch1	Ch2	Ch3	Ch4	
1	2	3	4				5
10 mV/div	+5 mV	0 mV					+(3.925 ... 6.075)
200 mV/div	+500 mV	+500 mV					+(477.5 ... 522.5)
	-500 mV	-500 mV					-(477.5 ... 522.5)
500 mV/div	+1 V	+0.5 V					+(0.940 ... 1.060)
	-1 V	-0.5 V					-(0.940 ... 1.060)
500 mV/div	+2 V	+2 V					+(1.940 ... 2.060)
	-2 V	-2 V					-(1.940 ... 2.060)
1 V/div	+5 V	+5 V					+(4.875 ... 5.125)
	-5 V	-5 V					-(4.875 ... 5.125)

7.10 Определение погрешности измерения переменного напряжения мультиметром

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

7.10.2 Установить коэффициент развертки 1 ms/div.

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

7.10.4 Активировать канал осциллографа.

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

7.10.6 Установить на калибраторе режим воспроизведения напряжения прямоугольной формы (меандр со скважностью 50 %) частотой 1 kHz на нагрузку 50 Ω.

7.10.7 Соединить выход головки калибратора с входом канала осциллографа.

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

7.10.9 Установить на канале входное сопротивление **50 Ω**, полосу пропускания **Bandwidth Limit 20 MHz**.

7.10.10 Двойным щелчком на ярлыке **DVM** внизу дисплея открыть окно и выбрать **DVM Mode AC RMS**.

7.10.11 Установить **DVM Source** на номер проверяемого канала.

7.10.12 Устанавливать на канале значения коэффициента отклонения K_0 , указанные в столбце 1 таблицы 7.10.

Устанавливать соответствующие значения напряжения на калибраторе, указанные в столбце 2 таблицы 7.10.

Записывать отсчеты **DVM AC RMS** в столбец 3 таблицы 7.10.

7.10.13 Деактивировать канал осциллографа.

7.10.14 Выполнить действия по пунктам 7.10.6 – 7.10.9, 7.10.11 – 7.10.13 для остальных каналов осциллографа.

7.10.15 Отсоединить выход головки калибратора от канала осциллографа.

Таблица 7.10 – Погрешность измерения переменного напряжения мультиметром

K_0	$U_{in\ p-p}$	Измеренное значение	Пределы допуска
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
5 mV/div	20 mV		9.70 ... 10.30
20 mV/div	50 mV		24.25 ... 25.75
200 mV/div	500 mV		242.5 ... 257.5
500 mV/div	1000 mV		485.0 ... 515.0
1 mV/div	3 V		1.455 ... 1.545

7.11 Определение погрешности воспроизведения частоты генератором (опция 6-AFG)

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

7.11.2 Соединить выход генератора “AFG Out” с входом частотомера.

7.11.3 Двойным щелчком на ярлыке **AFG** внизу дисплея открыть меню AFG Configuration.

7.11.4 Установить амплитуду сигнала 1 V_{p-p}, активировать выход (Output On).

7.11.5 Устанавливать параметры сигнала (форму и частоту), как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.11.

Записывать отсчеты на частотомере в столбец 3 таблицы 7.11.

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

Таблица 7.11 – Погрешность воспроизведения частоты генератором

Установленные параметры сигнала		Измеренное значение частоты	Пределы допуска
Форма	Частота		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Sine	1 MHz		0.999950 ... 1.000050
Ramp	500 kHz		499.975 ... 500.025
Square	1 MHz		0.999950 ... 1.000050
Pulse	1 MHz		0.999950 ... 1.000050

7.12 Определение погрешности воспроизведения переменного напряжения генератором (опция 6-AFG)

7.12.1 Установить мультиметр в режим ACV.

7.12.2 Соединить выход генератора “AFG Out” с входными гнездами мультиметра, используя проходную нагрузку BNC (50 ± 0.1) Ω и адаптер BNC-banana с соблюдением полярности.

7.12.3 Двойным щелчком на ярлыке **AFG** внизу дисплея открыть меню AFG Configuration.

7.12.4 Установить на генераторе параметры:
Waveform Type Sine; Load Impedance 50 Ω ; Frequency 1 kHz; Output On

7.12.5 Устанавливать на выходе генератора значения амплитуды напряжения (p-p), указанные в столбце 1 таблицы 7.12.

Записывать отсчеты напряжения на мультиметре в столбец 3 таблицы 7.12.

Таблица 7.12 – Погрешность воспроизведения переменного напряжения генератором

Установленное напряжение		Измеренное значение rms	Пределы допуска
p-p	rms		
1	2	3	4
30 mV	10.607 mV		10.09 ... 11.12
300 mV	106.07 mV		104.1 ... 108.0
800 mV	282.85 mV		278.2 ... 287.5
1.5 V	0.5303 V		0.522 ... 0.539
2.5 V	0.8839 V		0.870 ... 0.898

7.13 Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения генератором (опция 6-AFG)

7.13.1 Установить мультиметр в режим DCV.

7.13.2 Соединить выход генератора “AFG Out” с входными гнездами мультиметра, используя проходную нагрузку BNC (50 ± 0.1) Ω и адаптер BNC-banana с соблюдением полярности.

7.13.3 Двойным щелчком на ярлыке **AFG** внизу дисплея открыть меню AFG Configuration.

7.13.4 Установить на генераторе параметры:
Waveform Type DC; Load Impedance 50 Ω ; Output On

7.13.5 Устанавливать на выходе генератора значения напряжения **Offset**, указанные в столбце 1 таблицы 7.13.

Записывать отсчеты напряжения на мультиметре в столбец 2 таблицы 7.13.

Таблица 7.13 – Погрешность воспроизведения переменного напряжения генератором

Установленное напряжение смещения	Измеренное значение	Пределы допуска
1	2	3
0 mV		± 1.00 mV
+1.25 V		+(1.230... 1.270) V
-1.25 V		-(1.230... 1.270) V

7.13.6 Отсоединить выход генератора “AFG Out” от мультиметра.

ПОВЕРКА ЗАВЕРШЕНА

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Протокол поверки

По завершении операций поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки
- наименование и обозначение поверенного средства измерения
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств измерений, сведения об их последней поверке;
- температура и влажность в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку;
- результаты определения метрологических характеристик по форме таблиц раздела 7 настоящего документа.

В протоколе поверки разрешается привести качественные результаты измерений о соответствии метрологических характеристик допускаемым значениям.

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.

**Ведущий инженер по метрологии
ЗАО «АКТИ-Мастер»**



В.А. Казимиров