

СОГЛАСОВАНО

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



 **В.В. Федулов**

«29» июля 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Осциллограф цифровой MSO54B

**Методика поверки
MSO54B/МП-2022**

**Москва
2022**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на осциллограф цифровой MSO54B с заводским номером С043685 (далее – осциллограф), изготовленный компанией “Tektronix (China) Co, Ltd.”, Китай, и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования (характеристики), указанные в описании типа поверяемого средства измерений.

1.3 При поверке осциллографа обеспечивается прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственным эталонам:

- ГЭТ 1-2022 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 31.07.2018 г. № 1621;

- ГЭТ 13-2001 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3457;

- ГЭТ 89-2008 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной приказом Росстандарта от 03.09.2021 г. № 1942.

1.3 Операции поверки выполняются методами прямых измерений величин, измеряемых или воспроизводимых поверяемым средством измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | | Номер пункта методики поверки |
|---|--|-----------------------|-------------------------------|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Внешний осмотр | да | да | 7 |
| Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | да | да | 8.2 |
| Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | да | да | 8.4, 8.5 |
| Проверка программного обеспечения | да | да | 9 |
| Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | | | 10 |
| Проверка входного сопротивления каналов | да | да | 10.1 |
| Определение остаточного смещения каналов | да | да | 10.2 |
| Определение погрешности коэффициента отклонения | да | да | 10.3 |
| Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения | да | да | 10.4 |
| Определение погрешности частоты опорного генератора | да | да | 10.5 |
| Проверка верхней частоты полосы пропускания | да | да | 10.6 |

Продолжение таблицы 1

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|----|----|-------|
| Определение погрешности измерения постоянного напряжения цифровым вольтметром | да | да | 10.7 |
| Определение погрешности измерения переменного напряжения цифровым вольтметром | да | да | 10.8 |
| Определение погрешности частоты генератора сигналов произвольной формы | да | да | 10.9 |
| Определение погрешности установки переменного напряжения генератором сигналов произвольной формы | да | да | 10.10 |
| Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения генератора сигналов произвольной формы | да | да | 10.11 |

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 применения осциллографа, а также средств поверки, при проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура воздуха в помещении (23 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- 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, имеющие документ о квалификации в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами в области аккредитации. Специалист, выполняющий поверку, должен быть аттестован по группе электробезопасности не ниже 4 (Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок»).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуется 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 | 10.1 10.3 10.4 10.7 | относительная погрешность воспроизведения постоянного напряжения от 4,5 мВ до 10 В на нагрузку 1 МОм и от 4,5 мВ до 2,6 В на нагрузку 50 Ом по 4-х проводной схеме в пределах $\pm 0,2\%$ | Калибратор осциллографов 9500В с активной головкой 9530; рег. № 30374-13 |
| Генератор синусоидального напряжения | 10.6 | относительная погрешность воспроизведения амплитуды напряжения от 5 мВ до 1 В на частотах от 10 до 1000 МГц в пределах $\pm 0,5\%$ | |
| Калибратор переменного напряжения | 10.8 | относительная погрешность воспроизведения амплитуды напряжения прямоугольной формы от 20 мВ до 3 В на частоте 1 кГц в пределах $\pm 0,2\%$ | |
| Стандарт частоты | 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 |
| 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 $\pm 0,3\%$ | Мультиметр цифровой 2000; рег. № 25787-08 |

5.2 Возможно применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

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 осциллографа 077-1723-00R, а также меры безопасности, указанные в руководствах по эксплуатации средств поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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 И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед началом выполнения дальнейших операций поверки следует изучить руководство по эксплуатации осциллографа 077-1723-00R, а также руководства по эксплуатации средств поверки.

8.2 Выполнить контроль условий поверки в соответствии с требованиями, указанными в разделе 3 настоящей методики поверки.

8.3 Перед началом выполнения дальнейших 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.

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

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

8.5 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.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Войти в меню **Help > About**.

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

Идентификационный номер версии программного обеспечения (Firmware Version), должен быть не ниже 1.38.1.2189.

Выйти из меню **Help**.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Определение метрологических характеристик осциллографа выполнить по процедурам, изложенным в пунктах 10.1 ÷ 10.11.

Полученные результаты должны удовлетворять критериям подтверждения соответствия метрологическим требованиям, которые приведены в каждой операции поверки.

Допускается фиксировать результаты измерений качественно без указания действительных измеренных значений, если определение действительных измеренных значений не предъявлено заявителем поверки.

При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию. При повторном отрицательном результате анализатор 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 калибратором значения входного сопротивления в столбец 3 таблицы 10.1.

10.1.6 Отключить выход калибратора и деактивировать канал осциллографа.

10.1.7 Отсоединить выход калибратора от входа канала осциллографа.

10.1.8 Выполнить пункты 10.1.3 – 10.1.7 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 10.1 – Входное сопротивление каналов

| К ₀ | R _{in} | Измеренное значение входного сопротивления каналов | | | | Пределы допускаемых значений |
|----------------|-----------------|--|---------|---------|---------|------------------------------|
| | | 3 | | | | |
| 1 | 2 | канал 1 | канал 2 | канал 3 | канал 4 | |
| 10 В/дел | 1 МОм | | | | | 0,990 ... 1,010 МОм |
| 100 мВ/дел | 50 Ом | | | | | 49,50 ... 50,50 Ом |

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные значения входного сопротивления каналов должны находиться в пределах допускаемых значений, приведенных в описании типа поверяемого осциллографа и указанных в столбце 4 таблицы 10.1.

10.2 Определение остаточного смещения каналов

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

10.2.2 Установить коэффициент развертки 1 мс/дел.

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

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

10.2.5 Присоединить к входу канала осциллографа нагрузку BNC(m) 50 Ом.

10.2.6 Активировать канал осциллографа.

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

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

10.2.9 Устанавливать значения коэффициента отклонения K_0 , входного сопротивления канала R_{in} и полосы пропускания (Bandwidth Limit), как указано в столбцах 1, 2, 3 таблицы 10.2.

Записывать отсчеты **Mean** в столбец 4 таблицы 10.2 (отсчеты могут иметь флуктуации, следует записывать максимальные наблюдаемые значения без учета знака после установления показаний).

10.2.10 Деактивировать канал осциллографа, отсоединить от него нагрузку BNC(m) 50 Ом.

10.2.11 Выполнить пункты 10.2.5 – 10.2.10 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 10.2 – Остаточное смещение

| Ко | Rin | BW | Измеренное значение смещения (максимум без учета знака) | | | | Пределы допускаемых значений, мВ |
|-------------|-------|---------|--|---------|---------|---------|----------------------------------|
| | | | канал 1 | канал 2 | канал 3 | канал 4 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | | | | 5 |
| 1 мВ/дел | 50 Ом | 20 МГц | | | | | 0,2 |
| 2 мВ/дел | | | | | | | 0,2 |
| 5 мВ/дел | | | | | | | 0,5 |
| 10 мВ/дел | | | | | | | 1 |
| 20 мВ/дел | | | | | | | 2 |
| 49.8 мВ/дел | | | | | | | 4,98 |
| 50 мВ/дел | | | | | | | 5 |
| 100 мВ/дел | | | | | | | 10 |
| 200 мВ/дел | | | | | | | 20 |
| 500 мВ/дел | | | | | | | 50 |
| 1 В/дел | | | | | | | 100 |
| 1 мВ/дел | | | 1 МОм | 20 МГц | | | |
| 2 мВ/дел | | | | | | | 0,4 |
| 5 мВ/дел | | | | | | | 1 |
| 10 мВ/дел | | | | | | | 2 |
| 20 мВ/дел | | | | | | | 4 |
| 100 мВ/дел | | | | | | | 20 |
| 500 мВ/дел | | | | | | | 100 |
| 1 В/дел | | | | | | | 200 |
| 10 В/дел | | | | | 2000 | | |
| 20 мВ/дел | 50 Ом | 250 МГц | | | | | 2 |
| 20 мВ/дел | 1 МОм | 250 МГц | | | | | 4 |
| 20 мВ/дел | 50 Ом | 1 ГГц | | | | | 2 |
| 20 мВ/дел | 1 МОм | 500 МГц | | | | | 4 |

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные значения остаточного смещения каналов должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 5 таблицы 10.1.

Пределы допускаемых значений остаточного смещения вычислены по допускаемым значениям остаточного смещения, приведенным в описании типа поверяемого осциллографа.

10.3 Определение погрешности коэффициента отклонения

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 (для коэффициентов отклонения ≤ 5 мВ/дел можно увеличить количество усреднений для уменьшения флуктуаций показаний).

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

10.3.5 Установить на калибраторе осциллографов режим воспроизведения постоянного напряжения.

10.3.6 Активировать канал осциллографа.

10.3.7 Соединить выход головки калибратора с входом канала осциллографа.

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

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

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

10.3.11 Устанавливать значения коэффициента отклонения K_0 , входного сопротивления канала R_{in} и соответствующего выходного сопротивления калибратора, полосы пропускания **Bandwidth Limit**, как указано в столбцах 1, 2, 3 таблицы 10.3.

Устанавливать на калибраторе положительные U_{pos} и отрицательные U_{neg} значения напряжения, указанные в столбце 4 таблицы 10.3.

После установления показаний фиксировать отсчеты **Mean** на осциллографе, вычислять и записывать соответствующие разностные значения ($U_{pos} - U_{neg}$) в столбец 5 таблицы 10.3.

10.3.12 Отключить выход калибратора и деактивировать канал осциллографа.

10.3.13 Отсоединить выход головки калибратора от канала осциллографа.

10.3.14 Выполнить пункты 10.3.6 – 10.3.13 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 10.3 – Погрешность коэффициента отклонения

| Ко | Rin | BW | Uin | Измеренное разностное значение напряжения (Upos – Uneg) | | | | Пределы допускаемых значений | |
|------------|---------|--------|----------|---|---------|---------|---------|------------------------------|-----------------|
| | | | | канал 1 | канал 2 | канал 3 | канал 4 | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | 6 | |
| 1 мВ/дел | 50 Ом | 20 МГц | ±4,5 мВ | | | | | 8,82 ... 9,18 | |
| 2 мВ/дел | | | ±9 мВ | | | | | 17,82 ... 18,18 | |
| 5 мВ/дел | | | ±22,5 мВ | | | | | 44,55 ... 45,45 | |
| 10 мВ/дел | | | ±45 мВ | | | | | 89,10 ... 90,90 | |
| 20 мВ/дел | | | ±90 мВ | | | | | 178,2 ... 181,8 | |
| 50 мВ/дел | | | ±225 мВ | | | | | 445,5 ... 454,5 | |
| 100 мВ/дел | | | ±450 мВ | | | | | 891,0 ... 909,0 | |
| 200 мВ/дел | | | ±0,9 В | | | | | 1,782 ... 1,818 | |
| 500 мВ/дел | | | ±2,45 В | | | | | 4,851 ... 4,949 | |
| 1 В/дел | | | ±2,6 В | | | | | 5,148 ... 5,252 | |
| 20 мВ/дел | | | 250 МГц | ±90 мВ | | | | | 178,2 ... 181,8 |
| 20 мВ/дел | | | 1 ГГц | ±90 мВ | | | | | 178,2 ... 181,8 |
| 1 мВ/дел | | 1 МОм | 20 МГц | ±4,5 мВ | | | | | 8,82 ... 9,18 |
| 2 мВ/дел | | | | ±9 мВ | | | | | 17,82 ... 18,18 |
| 5 мВ/дел | | | | ±22,5 мВ | | | | | 44,55 ... 45,45 |
| 10 мВ/дел | ±45 мВ | | | | | | | 89,10 ... 90,90 | |
| 20 мВ/дел | ±90 мВ | | | | | | | 178,2 ... 181,8 | |
| 50 мВ/дел | ±225 мВ | | | | | | | 445,5 ... 454,5 | |
| 100 мВ/дел | ±450 мВ | | | | | | | 891,0 ... 909,0 | |
| 200 мВ/дел | ±0,9 В | | | | | | | 1,782 ... 1,818 | |
| 500 мВ/дел | ±2,45 В | | | | | | | 4,851 ... 4,949 | |
| 1 В/дел | ±2,6 В | | | | | | | 5,148 ... 5,252 | |
| 20 мВ/дел | 250 МГц | | | ±90 мВ | | | | | 178,2 ... 181,8 |
| 20 мВ/дел | 500 МГц | | | ±90 мВ | | | | | 178,2 ... 181,8 |

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные разностные значения напряжения должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 6 таблицы 10.3.

Пределы допускаемых значений вычислены по допускаемым значениям относительной погрешности коэффициента отклонения, приведенным в описании типа поверяемого осциллографа.

10.4 Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения

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

10.4.2 Установить на осциллографе коэффициент развертки 1 мс/дел.

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

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

10.4.5 Активировать канал осциллографа.

10.4.6 Соединить выход головки калибратора осциллографов с входом канала осциллографа.

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

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

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

10.4.10 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 10.4.

После установления показаний фиксировать отсчеты **Mean** на осциллографе и записывать их в столбец 4 таблицы 10.4.

10.4.11 Отключить выход калибратора и деактивировать канал осциллографа.

10.4.12 Отсоединить выход головки калибратора от канала осциллографа.

10.4.13 Выполнить пункты 10.4.5 – 10.4.12 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 10.4 – Погрешность установки постоянного напряжения смещения

| K _o | R _{in} | U _{offset} | Измеренное значение напряжения смещения | | | | Пределы допускаемых значений |
|----------------|-----------------|---------------------|---|---------|---------|-------------------|------------------------------|
| | | | канал 1 | канал 2 | канал 3 | канал 4 | |
| 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 | | | | | +(2,477 ... 2,523) |
| | | -2,5 В | | | | | -(2,477 ... 2,523) |
| 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 | | | | | +(8,855 ... 9,145) |
| | | -9 В | | | | | -(8,855 ... 9,145) |
| 1,01 В/дел | | +10 В | | | | | +(9,30 ... 10,70) |
| | | -10 В | | | | | -(9,30 ... 10,70) |
| 5 В/дел | +10 В | | | | | +(8,50 ... 11,50) | |
| | -10 В | | | | | -(8,50 ... 11,50) | |

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные значения постоянного напряжения смещения должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 5 таблицы 10.4.

Пределы допускаемых значений вычислены по допускаемым значениям абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения, приведенным в описании типа поверяемого осциллографа.

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:

$$\Delta = (1 \cdot 10^{-6} + N \cdot 1,5 \cdot 10^{-6}) \cdot F$$

$$F = 10 \text{ МГц}$$

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.

Пределы допускаемых значений указаны по метрологическим характеристикам опорного генератора, приведенным в описании типа поверяемого осциллографа.

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 ≤ 5 мВ/дел можно увеличить количество усреднений для уменьшения флуктуаций показаний).

10.6.3 Установить на калибраторе осциллографов режим воспроизведения синусоидального напряжения на нагрузку 50 Ом.

10.6.4 Соединить выход головки калибратора с входом канала осциллографа.

10.6.5 Активировать канал осциллографа.

10.6.6 Двойным щелчком на ярлыке **Trigger** осциллографа открыть окно триггера. В поле **Source** выбрать номер проверяемого канала.

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

10.6.8 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 коэффициент отклонения канала и полосу пропускания канала **Bandwidth Limit**, как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 10.6.

10.6.11 Установить на калибраторе частоту 10 МГц. Амплитуду сигнала установить, как указано в столбце 3 таблицы 10.6 для данного значения коэффициента отклонения.

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

10.6.13 Подстроить на калибраторе амплитуду сигнала так, чтобы отсчет **Peak-to-Peak** на осциллографе был равен значению, указанному в столбце 3 таблицы 10.6 для данного значения коэффициента отклонения.

10.6.14 Не меняя уровень, установить на калибраторе частоту 1000 МГц.

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

Нажать клавишу **Single/Seq**.

Записать в столбец 4 таблицы 10.6 отсчет амплитуды напряжения **Peak-to-Peak** на канале осциллографа.

Нажать клавишу **Run/Stop**.

10.6.16 Выполнить действия по пунктам 10.6.10 – 10.6.15 для остальных значений коэффициента отклонения канала, указанных в столбце 1 таблицы 10.6.

10.6.17 Отключить выход калибратора и деактивировать канал осциллографа.

10.6.18 Отсоединить выход головки калибратора от канала осциллографа.

10.6.19 Выполнить действия по пунктам 10.6.4 – 10.6.18 для остальных каналов.

Таблица 10.6 – Верхняя частота полосы пропускания

| Ко | BW, Fmax | Амплитуда напряжения U _{p-p} на частоте 10 МГц | Измеренное значение амплитуды напряжения U _{p-p} на частоте 1000 МГц | | | | Нижний предел допускаемых значений |
|------------|-------------|---|--|---------|---------|---------|---|
| | | | канал 1 | канал 2 | канал 3 | канал 4 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | | | | 5 |
| 1 мВ/дел | 1 ГГц | 8,0 мВ | | | | | 5,65 мВ |
| 2 мВ/дел | 1 ГГц | 16,0 мВ | | | | | 11,3 мВ |
| 5 мВ/дел | 1 ГГц | 40,0 мВ | | | | | 28,3 мВ |
| 10 мВ/дел | 1 ГГц | 80,0 мВ | | | | | 56,5 мВ |
| 50 мВ/дел | 1 ГГц | 400 мВ | | | | | 283 мВ |
| 100 мВ/дел | 1 ГГц | 800 мВ | | | | | 565 мВ |

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные значения амплитуды напряжения на частоте 1000 МГц должны быть выше пределов допускаемых минимальных значений, которые указаны в столбце 5 таблицы 10.6 и рассчитаны по уровню 0,707 от устанавливаемых значений амплитуды напряжения на частоте 10 МГц в соответствии с описанием типа поверяемого осциллографа.

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 осциллографов 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** открыть окно и выбрать **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 Отключить выход калибратора и деактивировать канал осциллографа.

10.7.14 Отсоединить выход головки калибратора от канала осциллографа.

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

Таблица 10.7 – Погрешность измерения постоянного напряжения цифровым вольтметром

| К ₀ | U _{in} | U _{offset} | Измеренное значение постоянного напряжения | | | | Пределы допускаемых значений |
|----------------|-----------------|---------------------|--|---------|---------|---------|------------------------------|
| | | | канал 1 | канал 2 | канал 3 | канал 4 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | | | | 5 |
| 10 мВ/дел | +5 мВ | 0 мВ | | | | | +(3,92 ... 6,08) |
| 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 допустимых значений, указанных в столбце 5 таблицы 10.7.

Пределы допустимых значений вычислены по пределам допускаемой абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения, приведенным в описании типа поверяемого осциллографа.

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 Активировать канал осциллографа.

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

10.8.5 Соединить выход головки калибратора осциллографов с входом канала поверяемого осциллографа.

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

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

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

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

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

10.8.11 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.

10.8.12 Отключить выход калибратора и деактивировать канал осциллографа.

10.8.13 Отсоединить выход головки калибратора от канала осциллографа.

10.8.14 Выполнить действия по пунктам 10.8.3 – 10.8.8, 10.8.10 – 10.8.13 для остальных каналов осциллографа.

Таблица 10.8 – Погрешность измерения переменного напряжения цифровым вольтметром

| Ко | U _{in} p-p | Измеренное значение переменного напряжения | | | | Пределы допускаемых значений |
|------------|---------------------|--|---------|---------|---------|------------------------------|
| | | канал 1 | канал 2 | канал 3 | канал 4 | |
| 1 | 2 | 3 | | | | 4 |
| 5 мВ/дел | 20 мВ | | | | | 9,80 ... 10,20 |
| 20 мВ/дел | 50 мВ | | | | | 24,50 ... 25,50 |
| 200 мВ/дел | 500 мВ | | | | | 245,0 ... 255,0 |
| 500 мВ/дел | 1000 мВ | | | | | 490,0 ... 510,0 |
| 1 В/дел | 3 В | | | | | 1,470 ... 1,530 |

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

Пределы допускаемых значений вычислены по пределу допускаемой относительной погрешности измерения переменного напряжения, приведенному в описании типа поверяемого осциллографа.

10.9 Определение погрешности частоты генератора сигналов произвольной формы

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**.

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

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.

10.9.6 Деактивировать выход генератора (Output Off).

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

Таблица 10.9 – Погрешность частоты генератора 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 |

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

Пределы допускаемых значений вычислены по пределам допускаемой относительной погрешности частоты, приведенным в описании типа поверяемого осциллографа.

10.10 Определение погрешности установки переменного напряжения генератором сигналов произвольной формы

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.

10.10.4 Установить на генераторе параметры:

Waveform Type Sine; Load Impedance 50 Ω ; Frequency 1 kHz; Output Continuous

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.

10.10.6 Деактивировать выход генератора (Output Off).

10.10.7 Отсоединить выход генератора “AFG Out” от мультиметра.

Таблица 10.10 – Погрешность установки 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 ... 287,4 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.

Пределы допускаемых значений вычислены по пределам допускаемой абсолютной погрешности установки амплитуды напряжения, приведенным в описании типа поверяемого осциллографа.

10.11 Определение погрешности установки постоянного напряжения смещения генератора сигналов произвольной формы

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 ± 0.1) Ом и адаптер BNC-banana с соблюдением полярности.

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

10.11.4 Установить на генераторе параметры:

Waveform Type DC; Load Impedance 50 Ω ; Output Continuous

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.

10.11.6 Деактивировать выход генератора (Output Off).

10.11.7 Отсоединить выход генератора “AFG Out” от мультиметра.

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

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

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

Пределы допускаемых значений вычислены по пределам допускаемой абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения, приведенным в описании типа поверяемого осциллографа.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки представляются в соответствии с действующими правовыми нормативными документами и передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Для периодической поверки в сокращенном объеме (пункт 2.2 настоящего документа) должны быть указаны сведения об измерительных каналах (операциях поверки), для которых была выполнена поверка.

11.2 При положительных результатах по запросу пользователя (заявителя) оформляется свидетельство о поверке.

11.3 При положительных результатах поверки на поверяемое СИ пользователь наносит знак поверки в соответствии с описанием типа средства измерений.

11.4 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, по запросу пользователя (заявителя) выдается извещение о непригодности к применению СИ с указанием причин непригодности.

11.5 По запросу пользователя (заявителя) оформляется протокол поверки в произвольной форме. В протоколе поверки допускается привести качественные результаты измерений с выводами о соответствии поверенного СИ метрологическим требованиям без указания измеренных числовых значений величин. Протокол поверки следует сохранить в электронном архиве документации организации, проводившей поверку. По запросу распечатанный протокол поверки выдается пользователю (заявителю) поверки поверенного СИ.