

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ  
ФБУ «ГНМН Минобороны России»



В.В. Швыдун

2011 г.

## ИНСТРУКЦИЯ

### Осциллографы цифровые

DSO-X 2002A, DSO-X 2004A, DSO-X 2012A, DSO-X 2014A, DSO-X 2022A,  
DSO-X 2024A, MSO-X 2002A, MSO-X 2004A, MSO-X 2012A, MSO-X 2014A,  
MSO-X 2022A, MSO-X 2024A, DSO-X 3012A, DSO-X 3014A, DSO-X 3024A,  
DSO-X 3032A, DSO-X 3034A, DSO-X 3052A, DSO-X 3054A, MSO-X 3012A,  
MSO-X 3014A, MSO-X 3024A, MSO-X 3032A, MSO-X 3034A, MSO-X 3052A,  
MSO-X 3054A

### Методика поверки

г. Мытищи  
2011 г.

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется осциллографы цифровые DSOX3012A, MSOX3012A, DSOX3014A, MSOX3014A, DSOX3024A, MSOX3024A, DSOX3032A, MSOX3032A, DSOX3034A, MSOX3034A, DSOX3052A, MSOX3052A, DSOX3054A, MSOX3054A, DSOX2002A, DSOX2004A, DSOX2012A, DSOX2014A, DSOX2022A, DSOX2024A, MSOX2002A, MSOX2004A, MSOX2012A, MSOX2014A, MSOX2022A, MSOX2024A (далее - осциллографы) и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками - 1 год.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 Перед проведением поверки осциллографов провести внешний осмотр и операции подготовки его к работе.

1.2 Метрологические характеристики осциллографов, подлежащие проверке, и операции поверки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Пункт методики	Проверочные операции при	
		первич. поверке	периодич. поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик	7.3	Да	Да
4 Определение диапазона установки коэффициентов отклонения и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока	7.3.1	Да	Да
5 Определение относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора и диапазона установки коэффициентов развертки	7.3.2	Да	Да
6 Определение полосы пропускания	7.3.3	Да	Да
7 Определение минимального уровня входного сигнала внутренней и внешней синхронизации.	7.3.4	Да	Да
8 Определение абсолютной погрешности порогового уровня срабатывания логического анализатора.	7.3.5	Да	Да
9 Проверка программного обеспечения	7.3.6	Да	Да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Рекомендуемые средства поверки, в том числе рабочие эталоны и средства измерений, приведены в таблице 2.

Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой погрешностью.

2.2 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений и рабочие эталоны должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке с неистекшим сроком действия на время проведения поверки или оттиск поверительного клейма на приборе или в документации.

Таблица 2- Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
1	2
7.3.1 7.3.2 7.3.3 7.3.4 7.3.5	Установка измерительная К2С-62А (диапазон установки калиброванных значений периода временных меток от 0,5 нс/дел до 5 с/дел, пределы допускаемой относительной погрешности установки периода повторения временных меток $\pm 0,1 \%$ , диапазон девиации периода $\pm 10 \%$ , диапазон установки калиброванных значений напряжения постоянного тока и амплитуды меандра от 20 мкВ до 200 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока и амплитуды меандра $\pm (0,0015 \cdot U + 1,5 \text{ мкВ})$ , где $U$ - установленное напряжение, диапазон девиации амплитуды $\pm 10 \%$ , выходное сопротивление 50 Ом и 1 МОм, длительность фронта испытательных импульсов не более 70 пс);
7.3.2	Частотомер универсальный ЧЗ-86 (диапазон частот от 0,1 Гц до 100 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты $\pm 2 \cdot 10^{-8}$ )

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки генераторов допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей по ГОСТ 20.2.012-94).

## 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

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

4.2 К работе на генераторе допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, ГОСТ Р 51350-99, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

4.3 Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления аппаратуры.

## 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °C  $23 \pm 5$ ;
- относительная влажность воздуха, %  $65 \pm 15$ ;
- атмосферное давление, мм рт. ст.  $750 \pm 30$ ;
- параметры питания от сети переменного тока:
  - напряжение, В от 220 до 240;
  - частота, Гц от 50 до 60.

## 6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Поверитель должен изучить РЭ поверяемого осциллографа и используемых средств поверки.

6.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемого осциллографа (наличие интерфейсных кабелей, шнуров питания и пр.);
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) требуемые рабочие эталоны, средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в РЭ).
- проверить готовность осциллографа в целом согласно технической документации изготовителя (ТД).

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- сохранность пломб;
- чистоту и исправность разъемов и гнезд;
- наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положений, плавность вращения ручек органов настройки;
- отсутствие внешних механических повреждений и ослабления элементов конструкции.

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются требования, приведенные в п. 7.1.1.

### 7.2 Опробование

7.2.1 Подключить осциллограф к сети, на передней панели нажать кнопку включения. На экране осциллографа должна появиться информация о загрузке программного обеспечения (ПО). После загрузки ПО на экране осциллографа должно появиться меню осциллографом.

7.2.2 Запустить самопроверку, для чего нажать кнопку «Utility -> Услуга -> Оборудование – Самопроверка». Если на экране появилась надпись «Самопроверка пройдена», провести диагностику передней панели «Utility -> Услуга -> Лицевая панель - Самопроверка». Проверить нажатием и кручением все органы управления на лицевой панели осциллографа. При отсутствии неисправностей органов управления наблюдать на экране осциллографа надпись «Самопроверка пройдена».

7.2.3 Результаты опробования считать положительными, если при проверке не отображается информация об ошибках.

## 7.3 Определение метрологических характеристик

### 7.3.1 Определение диапазона установки коэффициентов отклонения и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

7.3.1.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

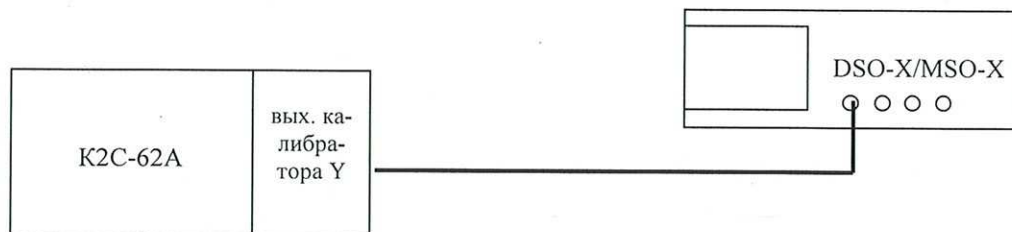


Рисунок 1 – Схема определения диапазона установки коэффициентов отклонения и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

7.3.1.2 Настроить выходное напряжение измерительной установки K2C-62A согласно таблице 3.1 или 3.2

7.3.1.3 Выполнить следующие установки осциллографа:

- провести сброс настроек, нажав **[Save/Recall] > Default/Erace > Factory Default**;
- установить аттенюацию 1:1 (**[1] > Probe > Probe**; и плавной регулировкой выбрать 1.00:1), если тестируется осциллограф серии 2000-X;
- установить коэффициент временной развертки 10 мс/дел согласно таблице 2.1 или 2.2, в зависимости от серии осциллографа;
- настроить вертикальную позицию базовой линии канала на 0,5 деления от нижней части экрана

- включить функцию автоматического измерения среднего значения напряжения, для чего нажать **Acquire -> Averaging Avgs -> 64**

7.3.1.4 Нажать на кнопку **[Meas]**. Нажать кнопку **Source** и выбрать номер канала, который будет тестироваться. Нажать **Type -> Average -> Full Screen -> Add Measurement**. Считать текущее усредненное значение напряжения.

7.3.1.5 Изменяя напряжение на выходе калибратора Y измерительной установки K2C-62A2, измерить усредненные значения напряжений на всех коэффициентах отклонения согласно таблице 3.1 или 3.2

Таблица 3.1 (2000-X серии)

Установленное значение коэффициента отклонения на осциллографе	Установленное значение постоянного напряжения на калибраторе	Измеренное значение	Минимальное допустимое значение	Максимально допустимое значение
1	2	3	4	5
5 В/дел	35 В		33,8 В	36,2 В
2 В/дел	14 В		13,52 В	14,48 В
1 В/дел	7 В		6,76 В	7,24 В
500 мВ/дел	3,5 В		3,38 В	3,62 В
200 мВ/дел	1,4 В		1,352 В	1,448 В
100 мВ/дел	700 мВ		676 мВ	724 мВ
50 мВ/дел	350 мВ		338 мВ	362 мВ
20 мВ/дел	140 мВ		135,2 мВ	144,8 мВ
10 мВ/дел	70 мВ		67,6 мВ	72,4 мВ

5 мВ/дел	35 мВ		33,4 мВ	36,6 мВ
2 мВ/дел	14 мВ		12,72 мВ	15,28 мВ

Таблица 3.2 (3000-Х серии)

Установленное значение коэффициента отклонения на осциллографе	Установленное значение постоянного напряжения на калибраторе	Измеренное значение	Минимальное допустимое значение	Максимальное допустимое значение
1	2	3	4	5
5 В/дел	35 В		34,2 В	35,8 В
2 В/дел	14 В		13,68 В	14,32 В
1 В/дел	7 В		6,84 В	7,16 В
500 мВ/дел	3,5 В		3,42 В	3,58 В
200 мВ/дел	1,4 В		1,368 В	1,432 В
100 мВ/дел	700 мВ		684 мВ	716 мВ
50 мВ/дел	350 мВ		342 мВ	358 мВ
20 мВ/дел	140 мВ		136,8 мВ	143,2 мВ
10 мВ/дел	70 мВ		68,4 мВ	71,6 мВ
5 мВ/дел	35 мВ		34,2 мВ	35,8 мВ
2 мВ/дел	14 мВ		13,36 мВ	14,64 мВ

7.3.1.6 Повторить п.п. 7.3.1.2 - 7.3.1.5 для остальных каналов осциллографа, при этом, выключить проверенный канал.

7.3.1.7 Результаты испытаний считать положительными, если диапазон установки коэффициентов отклонения соответствует всем позициям таблиц 3.1, 3.2 и полученные значения напряжения не выходят за пределы, приведенные в графах 4, 5 в таблицах 3.1, 3.2.

### 7.3.2 Определение относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора и диапазона установки коэффициентов развертки

7.3.2.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2.

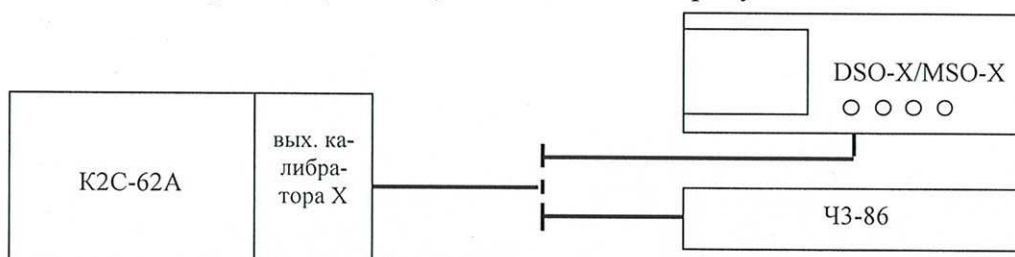


Рисунок 2 - Схема определения абсолютной погрешности временной развертки

7.3.2.2 Последовательно установить на осциллографе коэффициенты развертки от N нс/дел до 50 с/дел, где N

DSO-X/MSO-X xx0x	5
DSO-X/MSO-X xx1x	
DSO-X/MSO-X xx2x	2
DSO-X/MSO-X xx3x	
DSO-X/MSO-X xx5x	1

7.3.2.3 Повторить п.п. 7.3.2.2 для остальных каналов осциллографа

7.3.2.4 Установить на выходе калибратора X установки измерительной K2C-62A сигнал амплитудой 1 В и частотой 10 МГц, изменяя девиацию периода и контролируя частоту

томером ЧЗ-86 добиться значения частоты в пределах от 9999900 до 10000100 Гц (желательно наиболее близкого к 10000000 Гц).

7.3.2.5 Включить на осциллографе Канал 1, установить связь по постоянному току, коэффициент отклонения установить 200 мВ/дел, коэффициент развертки 5 нс/дел. Ручкой настроить уровень триггера до стабильного изображения на экране сигнала

7.3.2.6 Установить коэффициент развертки 1 мс/дел, установить задержку 1 мс.

7.3.2.7 Установить коэффициент развертки 5 нс/дел, считать количество нс с момента пересечения линии сигнала центров линий сетки.

7.3.2.8 Вычислить относительную погрешность по формуле:

$$\Delta = N(\text{нс})/10^6(\text{нс})$$

7.3.2.9 Результаты испытаний считать положительными, если диапазон установки коэффициентов отклонения от 5 нс/дел до 50 с/дел для DSO-X/MSO-X xx0x и DSO-X/MSO-X xx1x, от 2 нс/дел до 50 с/дел для DSO-X/MSO-X xx2x и DSO-X/MSO-X xx3x, от 1 нс/дел до 50 с/дел для DSO-X/MSO-X xx5x, рассчитанное значения относительной погрешности  $\Delta$  находятся в пределах  $\pm 3 \cdot 10^{-5}$ .

### 7.3.3 Определение полосы пропускания

7.3.3.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 5.

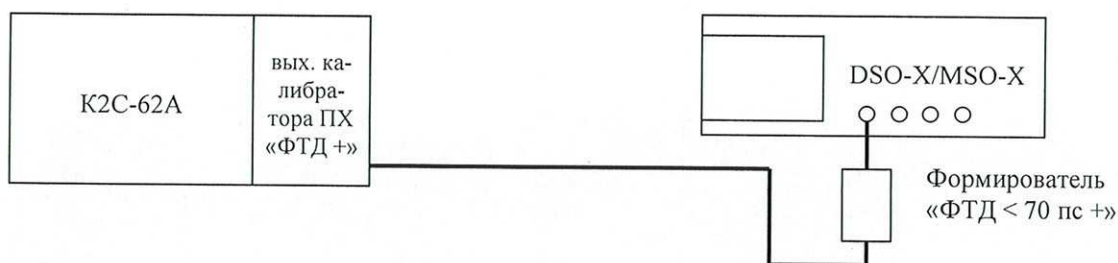


Рисунок 5 – Схема определения полосы пропускания

7.3.3.2 Выполнить следующие установки осциллографа:

- провести сброс настроек, нажав кнопку DEFAULT SETUP;
- установить коэффициент развертки 5 нс/дел;
- установить коэффициент отклонения 50 мВ/дел;
- в меню Acquire выбрать режим усреднений (Режим сбора -> Усреднение -> 32), количество усреднений 10.
- установить входное сопротивление 50 Ом, связь по постоянному току (DC);
- установить источник запуска «канал 1», запуск по фронту положительной полярности.

7.3.3.3 Включить на установке измерительной K2C-62A режим калибратора ПХ, выход «ФТД+».

7.3.3.4 Регулируя уровень запуска, постоянное смещение, коэффициенты развертки и отклонения, добиться устойчивого отображения на экране осциллографа перепада напряжения положительной полярности. Изображение перепада напряжения должно занимать не менее 4 дел по вертикали.

7.3.3.5 Включить на осциллографе функцию автоматического измерения длительности фронта и записать измеренное значение времени нарастания переходной характеристики канала в протокол, как  $\tau_{ПХ}$  [нс].

7.3.3.6 Рассчитать верхнюю граничную частоту полосы пропускания по формуле (3):

$$f_{в.гр.} [ГГц] = \frac{0,35}{\tau_{ПХ} [нс]}, \quad (3)$$

где  $\tau_{ПХ}$  - измеренное значение времени нарастания переходной характеристики.

7.3.3.7 Повторить п.п. 7.3.3.2 – 7.3.3.6 для остальных каналов осциллографа, при этом, выключить проверенный канал.

7.3.3.8 Результаты испытаний считать положительными, если значение верхней граничной частоты полосы пропускания во всех каналах осциллографа не менее

DSO-X/MSO-X xx0xA	70 МГц
DSO-X/MSO-X xx1xA	100 МГц
DSO-X/MSO-X xx2xA	200 МГц
DSO-X/MSO-X xx3xA	350 МГц
DSO-X/MSO-X xx5xA	500 МГц

*Примечание* - определение полосы пропускания допускается проводить с использованием генератора(-ов) гармонических сигналов, при этом результаты испытаний считать положительными, если отношение АЧХ осциллографа на верхней граничной частоте полосы пропускания к АЧХ на опорной частоте 50 МГц находится в пределах  $\pm 3$  дБ.

#### 7.3.4 Определение минимального уровня входного сигнала внутренней и внешней синхронизации

7.3.3.1 Для определения минимального уровня синхронизации от каналов осциллографа собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4.



Рисунок 4 - Схема определения минимального уровня синхронизации от входов каналов осциллографа

7.3.4.1 Установить входное сопротивление 50 Ом, связь по постоянному току (DC). Установить ждущий режим синхронизации (Mode, Normal).

7.3.4.2 Установить на выходе калибратора АЧХ установки измерительной K2C-62A сигнал частотой, соответствующей граничной частоте для данной модели осциллографа, и амплитудой 10 мВ.

7.3.4.3 Для осциллографов серии 2000-X подсоединить 50 Ом согласующий переходник, для серии 3000-X нажать **Channel 1 -> Imped-> 50 Ohm**

7.3.4.4 Установить коэффициент развертки 10 нс/дел, коэффициент отклонения 5 мВ/дел.

7.3.4.5 Регулируя уровень запуска добиться устойчивой синхронизации сигнала.

7.3.4.6 Уменьшая амплитуду сигнала на выходе калибратора и одновременно регулируя уровень запуска определить уровень сигнала (в делениях вертикальной шкалы), ниже которого запуск не выполняется.



Таблица 4.1 (2000-Х серия)

Модель с полосой пропускания	Частота сигнала с генератора, МГц	Пределы измерений, дел	Измеренное значение уровня, дел
200 МГц	200	Менее 10 мВ/дел: больше 1 деления	
100 МГц	100	Менее 10 мВ/дел: больше 1 деления	
70 МГц	70	Более или равно 10 мВ/Дел: 0,6 дел.	

Таблица 4.2 (3000-Х серия)

Модель с полосой пропускания	Частота сигнала с генератора, МГц	Пределы измерений, дел	Измеренное значение, дел
500 МГц	200	Менее 10 мВ/дел: больше 1 деления	
350 МГц	350	Менее 10 мВ/дел: больше 1 деления	
200 МГц	200	Более или равно 10 мВ/Дел: 0,6 дел.	
100 МГц	100	Более или равно 10 мВ/Дел: 0,6 дел.	

7.3.4.7 Повторить п.п. 7.3.4.3 - 7.3.4.6 для остальных каналов осциллографа, при этом выключить проверенный канал.

7.3.4.8 Для определения минимального уровня синхронизации от входа внешнего запуска собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 7

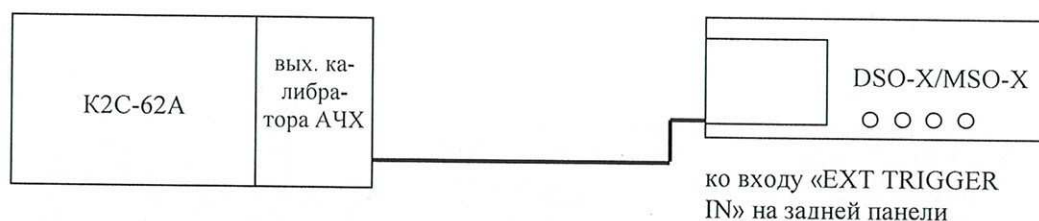


Рисунок 7 - Схема определения минимального уровня синхронизации от входа внешнего запуска

7.3.4.9 Установить связь по постоянному току (DC), источник синхронизации – вход внешнего запуска (Trigger => Источник => Внешний).

7.3.4.10 Установить на выходе калибратора АЧХ установки измерительной K2C-62A сигнал частотой 100 МГц с амплитудой 200 мВ.

7.3.4.11 Регулируя уровень запуска добиться устойчивой синхронизации. В любом канале должна отображаться изменяющаяся шумовая линия развертки.

7.3.4.12 Уменьшая амплитуду сигнала на выходе калибратора и одновременно регулируя уровень запуска определить уровень сигнала (в мВ по показаниям калибратора АЧХ K2C-62A), ниже которого запуск не выполняется.

7.3.4.13 Повторить п.7.3.4.12 для моделей с полосой пропускания от 200 МГц на частоте 200 МГц, амплитуду сигнала на выходе калибратора установить 350 мВ

7.3.4.14 Результаты поверки считать положительными, если значения минимального

уровня входного сигнала внутренней синхронизации находятся в пределах, приведенных в таблицах 4.1 и 4.2, при синхронизации от входа внешнего запуска - по сигналу с амплитудой не более 200 мВ для диапазона частот от 0 до 100 МГц и 350 мВ для диапазона частот от 100 МГц до 200 МГц

### 7.3.5 Определение абсолютной погрешности порогового уровня срабатывания логического анализатора

7.3.5.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 5

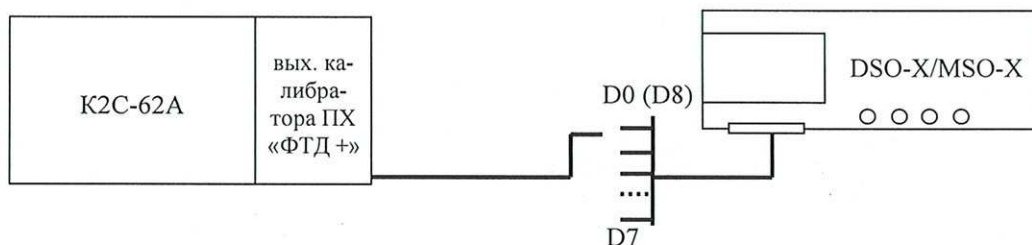


Рисунок 5 - Схема определения абсолютной погрешности порогового уровня срабатывания логического анализатора

7.3.5.2 Установить значение порогового уровня срабатывания логического анализатора на осциллографе и выходное напряжение с калибратора в соответствии с таблицей 5

Таблица 5

Пороговый уровень срабатывания на осциллографе	Выходное напряжение с калибратора	Пределы измерений $\pm(0,03 \times U_{\text{пус}} + 100\text{мВ})$	Измеренные значения
+5,00 В	+5,250 В	Уверх= + 5,250 В Униж= + 4,750 В	Уверх= Униж=
0,00 В	+100,00 мВ	Уверх= + 100,00 мВ Униж= - 100,00 мВ	Уверх= Униж=
-5,00 В	-4,750 В	Уверх= - 4,750 В Униж= - 5,250 В	Уверх= Униж=

7.3.5.3 Добиться наблюдения устойчивого изображения «уровня логической единицы» всех каналов D7-D0.

7.3.5.4 Уменьшать напряжение с калибратора с шагом 10 мВ до тех пор, пока все каналы D7-D0 не перейдут на нижний уровень. Значение напряжения Униж записать в таблицу 4.

7.3.5.5 Повышать напряжение с калибратора с шагом 10 мВ до уровня, пока изображения всех каналов D7-D0 не перейдут на верхний уровень. Записать значение напряжения Уверх в таблицу 6.

7.3.5.6 Повторить п.п. 7.3.4.2 – 7.3.4.5 для остальных напряжений, указанных в таблице 6, и для каналов D15-D8.

7.3.5.7 Результаты поверки считать положительными, если значения порогового уровня срабатывания логического анализатора находятся в пределах, приведенных в таблице 5.

## 7.4 Проверка программного обеспечения

7.4.1 Осуществить проверку соответствия заявленных идентификационных данных программного обеспечения, в соответствии с РЭ осциллографов.

Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют, данным приведенным в таблице 6.

Таблица 6

Модели осциллографов	Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
DSO-X/ MSO-X 2000/ 3000	ПО для цифровых осциллографов серии 2000А и 3000А	Agilent 2000A and 3000A X-Series Oscilloscope Software	01.10.201103 1600	70A0CC2DEB 1F73388602AF 2910DE9926	MD5

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При положительных результатах поверки генератора выдается свидетельство установленной формы.

8.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

8.3 В случае отрицательных результатов поверки поверяемый генератор к дальнейшему применению не допускается. На такой генератор выдается извещение об его непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин.

Начальник отдела  
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

Младший научный сотрудник  
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»



А.В. Клеопин

С.В. Васильев