

**УТВЕРЖДАЮ**

**Руководитель ГЦИ СИ  
ФГУП «ВНИИФТРИ»**



**А.Н. Щипунов**

**2013 г.**

## **ИНСТРУКЦИЯ**

**Осциллографы цифровые  
DSO-X 3104A, DSO-X 3102A, MSO-X 3104A, MSO-X 3102A**

## **МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**2013 г.**

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы цифровые DSO-X 3104A, DSO-X 3102A, MSO-X 3104A, MSO-X 3102A (далее - осциллографы) фирмы «Agilent Technologies», Малайзия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

### 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При первичной и периодической поверках осциллографов выполнить операции, приведенные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и осциллограф бракуется.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Определение (контроль) метрологических характеристик			
3.1 Определение полосы пропускания	7.3	да	нет
3.2 Определение абсолютной погрешности установки коэффициента отклонения	7.4	да	да
3.3 Определение абсолютной погрешности установки напряжения смещения	7.5	да	да
3.4 Определение относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора	7.6	да	да
3.5 Определение минимального уровня входного сигнала внутренней синхронизации	7.7	да	нет
3.6 Определение абсолютной погрешности установки порогового уровня срабатывания логического анализатора	7.8	да	нет

### 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

Номер пункта методики	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средств поверки
7.4, 7.5, 7.8	Калибратор с усилителем 5725А многофункциональный 5720А: диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0,2 до 1100 В, пределы допускаемой относительной погрешности: $\pm 7,9$ мкВ в диапазоне от 0,22 до 2,2 В, $\pm 6$ мкВ в диапазоне от 2,2 до 11 В, $\pm 7,5$ мкВ в диапазоне от 11 до 22 В
7.4, 7.5	Мультиметр Agilent 3458А: диапазон измерений напряжения постоянного тока от 0 до 1000 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности: $\pm (1,5 \cdot 10^{-6}D + 0,3 \cdot 10^{-6}E)$ в диапазоне от 0,1 до 1 В, $\pm (0,5 \cdot 10^{-6}D + 0,05 \cdot 10^{-6}E)$ в диапазоне от 1 до 10 В, где D – показания мультиметра, E – верхний предел диапазона измерений
7.3	Ваттметр N1913А с преобразователем N8482А: частота преобразования до 1 ГГц; диапазон измерений уровня мощности от минус 30 до 20 дБм, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 6$ % (ваттметр); диапазон частот от 100 кГц до 6 ГГц, диапазон уровня мощности от минус 35 до 20 дБм, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 5$ % (преобразователь)
7.3	Генератор сигналов E8257D: диапазон частот от 250 кГц до 20 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 2 \cdot 10^{-7}$ ; максимальный уровень выходной мощности 9 дБм, пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня мощности $\pm 1,4$ дБ
7.5, 7.7	Генератор сигналов произвольной формы 33250А: диапазон частот синусоидального сигнала от 1 мГц до 80 МГц; пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ ; максимальная выходная мощность от 10 мВ до 10 В
7.6	Частотомер электронно-счетный 53132А: диапазон частот от 0 до 225 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 5 \cdot 10^{-6}$
<i>Вспомогательные средства поверки</i>	
7.3	Делитель мощности Agilent 11667А: диапазон частот от 0 до 18 ГГц, диапазон уровней мощности входного сигнала от 0 до 27 дБм
7.3	Переходник с N-типа на BNC

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки осциллографов 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 имеющий право на поверку (аттестованными в качестве поверителей).

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности».

### 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С (К)  $20 \pm 5$  ( $293 \pm 5$ );
- относительная влажность воздуха, %  $65 \pm 15$ ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)  $100 \pm 4$  ( $750 \pm 30$ );
- параметры питания от сети переменного тока:

- напряжение, В	220 ± 4,4;
- частота, Гц	50 ± 0,5;
- содержание гармоник, %, не более	5.

5.2 При проведении операций поверки на открытом воздухе должны соблюдаться условия, указанные в РЭ на поверяемый осциллограф и средства поверки.

## 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).

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие внешних механических повреждений и неисправностей, влияющих на работоспособность осциллографа;
- исправность органов управления.

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если отсутствуют внешние механические повреждения и неисправности, влияющие на работоспособность осциллографа, органы управления находятся в исправном состоянии. В противном случае осциллограф бракуется и направляется в ремонт.

7.2 Опробование

7.2.1 Подготовить осциллограф к работе в соответствии с РЭ. Проверить отсутствие сообщений о неисправности в процессе загрузки осциллографа.

7.2.2 Запустить режим «Диагностика» осциллографа путем нажатия кнопок «Utility – Сервис – Запуск диагностики». Если на экране появится надпись «Самопроверка пройдена», необходимо провести диагностику передней панели «Utility – Сервис – Диагностика передней панели».

7.2.6 Результаты опробования считать положительными, если на экране осциллографа появится надпись «Диагностика завершена». В противном случае осциллограф бракуется и направляется в ремонт.

### *Определение (контроль) метрологических характеристик*

7.3 Определение полосы пропускания

7.3.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

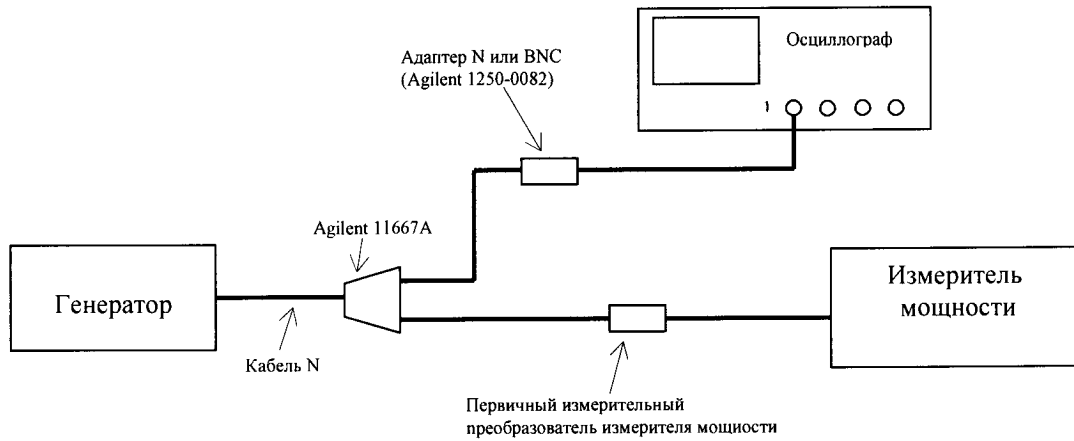


Рисунок 1

7.3.2 Установить органы управления осциллографа в следующие положения:

*Default Setup*


*Asquire* → *RealTime*

*Channel 1* → *Coupling* → *DC*

*Channel 1* → *Imped* → *50 Ohm*

*Averaging* → *Avg* → *8*

7.3.3 Установить на осциллографе коэффициент отклонения равный 200 мВ/дел, а коэффициент развертки 500 нс/дел. На генераторе установить частоту сигнала 1 МГц и амплитудой, соответствующей 6 делениям на экране осциллографа.

7.3.4 Включить на осциллографе функцию автоматического измерения среднеквадратического значения (СКЗ) напряжения  $V_{rms}$ , для чего нажать клавишу «Meas → Clear Meas → Clear All». Затем нажать клавишу Select и в окне меню выбрать «Type →  → AC RMS – Full Screen (Std Deviation) → Add measurement». Отсчитать показания осциллографа - значение напряжения AC RMS – FS(1) как среднеквадратическое значение напряжение  $U_{вх1МГц}$ .

7.3.5 Записать показания измерителя мощности и пересчитать в среднеквадратическое значение напряжения по формуле:

$$U_{вх1МГц} = \sqrt{P_{изм1МГц} \times 50 \Omega},$$

где  $U_{вх1МГц}$  - СКЗ напряжения;

$P_{изм1МГц}$  - измеренное значение мощности (показания измерителя мощности).

7.3.6 Установить на выходе генератора сигнал частотой 1 ГГц.

7.3.7 Установить коэффициент развертки осциллографа 500 пс/дел.

7.3.8 Записать показания ваттметра, пересчитанные по формуле из п. 7.3.5, как  $U_{вхВ.ГР.}$ .

7.3.9 Записать СКЗ напряжения, измеренное осциллографом, как  $U_{вх1МГц}$ .

7.3.10 Рассчитать и записать в протокол отношение уровня амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) осциллографа на верхней граничной частоте полосы пропускания к уровню на частоте 1 МГц по формуле (1):

$$\frac{АЧХ_{В.ГР.}}{АЧХ_{1МГц}} [дБ] = 20 \lg \left[ \frac{U_{вхВ.ГР.} / U_{вх1МГц}}{U_{вх1МГц.} / U_{вх1МГц.}} \right]. \quad (1)$$

7.3.11 Повторить операции пп. 7.3.3 – 7.3.10 для остальных каналов осциллографа.

7.3.12 Результаты проверки считать положительными, если отношения уровня АЧХ осциллографа на верхней граничной частоте полосы пропускания к уровню на частоте 1 МГц находятся в пределах  $\pm 3$  дБ. В противном случае осциллограф бракуется и направляется в ремонт.

7.4 Определение абсолютной погрешности установки коэффициента отклонения

7.4.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 2.

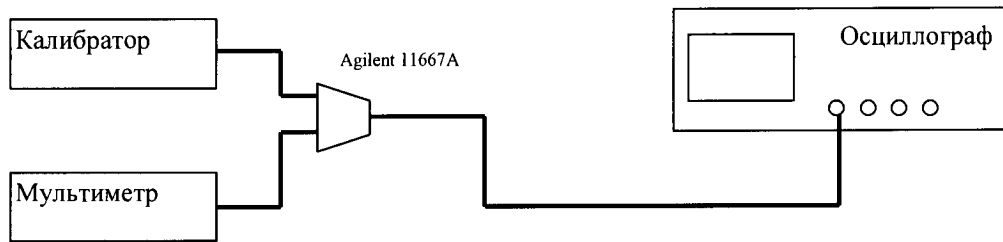


Рисунок 2

7.4.2 Для вызова первоначальных настроек на осциллографе нажать «[Save/Recall] → Default/Erase → Factory Default». На осциллографе установить коэффициент временной развертки 10 мс/дел. Коэффициент отклонения устанавливать согласно таблице 3. Настроить вертикальную позицию базовой линии канала на 0,5 деления от нижней части экрана. Для малых коэффициентов развертки применять блокирующий конденсатор по схеме, приведенной на рисунке 3.

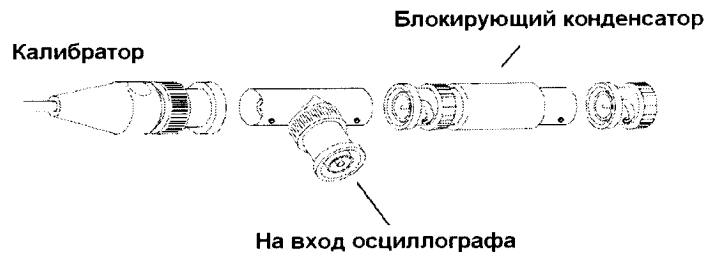




Рисунок 3

Органы управления осциллографа установить в следующее положение:  
*Acquire* → *Averaging* → *Avg 64*

Нажать на клавиши «[Meas]», «Source», клавишей плавной регулировки  на передней панели выбрать номер канала, который будет проверяться. Нажать «Type →  → Average → Full Screen → Add Measurement». Отсчитать текущее усредненное значение напряжения  $U_1$ .

Настроить выходное напряжение калибратора так, чтобы показания мультиметра соответствовали таблице 4. Отсоединить мультиметр. Отсчитать с осциллографа значения напряжения  $U_2$ . Рассчитать погрешность установки коэффициента отклонения как разность ( $U_2 - U_1$ ).

Таблица 3

Установленное значение коэффициента отклонения осциллографа	Установленное значение выходного напряжения калибратора	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки коэффициента отклонения по постоянному току
1 мВ/дел	+ 7 мВ, - 7 мВ	± 0,64 мВ
2 мВ/дел	+ 14 мВ, - 14 мВ	± 0,64 мВ
5 мВ/дел	+ 35 мВ, - 35 мВ	± 0,8 мВ
10 мВ/дел	+ 70 мВ, - 70 мВ	± 1,6 мВ
20 мВ/дел	+ 140 мВ, - 140 мВ	± 3,2 мВ
50 мВ/дел	+ 350 мВ, - 350 мВ	± 8,0 мВ
100 мВ/дел	+ 700 мВ, - 700 мВ	± 16,0 мВ
200 мВ/дел	+ 1,4 В, - 1,4 В	± 32,0 мВ
500 мВ/дел	+ 3,5 В, - 3,5 В	± 80 мВ
1 В/дел	+ 7 В, - 7 В	± 160 мВ
2 В/дел	+ 14 В, - 14 В	± 320 мВ
5 В/дел	+ 35 В, - 35 В	± 800 мВ

7.4.3 Повторить измерения п. 7.4.2 для остальных каналов.

7.4.4 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности установки коэффициента отклонения по постоянному току находятся в пределах, приведенных в графе 3 таблицы 3. В противном случае осциллограф бракуется и направляется в ремонт.

7.5 Определение относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора

7.5.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4. При этом выход опорного сигнала (10 МГц REF) на задней панели осциллографа подключить к входу А частотомера.

7.5.2 На частотомере установить: режим измерения частоты по входу А; входное сопротивление частотомера 50 Ом, переключатель X1/X10 в положение X1; вход открытый.

7.5.3 На осциллографе нажать клавишу Utility и программируемые клавиши Options, Rear Panel, Ref signal Output, 10MHz output.



Рисунок 4

7.5.4 Измерить частотомером частоту опорного сигнала осциллографа и определить относительную погрешность осциллографа по частоте внутреннего опорного генератора по формуле:

$$\delta_{ог} = (10^{-7} - F_{ч})/10^{-7},$$

где  $F_{ч}$  – показания частотомера, Гц.

7.5.5 Результаты поверки считать положительными, если значение относительной погрешности осциллографа по частоте внутреннего опорного генератора находится в пределах  $\pm (25 + 5 \cdot T_3) 10^{-6}$ , где  $T_3$  – величина, численно равная количеству лет эксплуатации осциллографа. В противном случае осциллограф бракуется и направляется в ремонт.

7.6 Определение минимального уровня входного сигнала внутренней синхронизации

7.6.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 5.

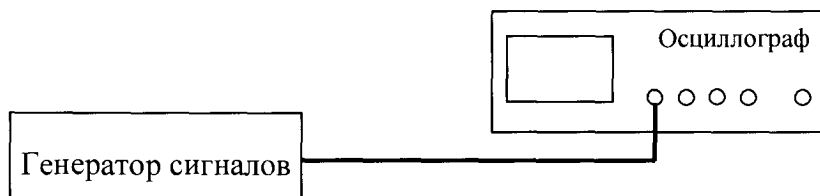


Рисунок 5

7.6.2 Органы управления осциллографа установить в следующие положения:

*Channel 1* → включен

*Save/Recall* → *Default Setup*

*Channel 1* → *Imped* → *50 Ohm*

*Main/Delayed* → *Time Ref Left*

7.6.3 Установить на выходе генератора сигнал частотой 25 МГц и амплитудой 3,5 В.

7.6.4 Установить на осциллографе коэффициент развертки 10 нс/дел, коэффициент отклонения 100 мВ/дел.

7.6.5 Сигнал с генератора подать на 1-й канал осциллографа. Регулируя уровень запуска добиться устойчивой синхронизации сигнала.

7.6.6 Уменьшая амплитуду сигнала на выходе генератора и одновременно регулируя уровень запуска определить уровень сигнала (в делениях вертикальной шкалы), ниже которого запуск не выполняется. Значение амплитуды сигнала занести в таблицу 5.

7.6.7 Для определения диапазона уровня входного сигнала внутренней синхронизации регулируя уровень запуска определить максимальный уровень сигнала (в делениях вертикальной шкалы), при котором запуск выполняется.

7.6.8 Повторить п.п. 7.6.3 - 7.6.7 для остальных каналов осциллографа, при этом выключить проверенный канал.

Таблица 5

Частота, установленная на генераторе, МГц	Измеренный минимальный уровень входного сигнала синхронизации, деления				Допустимый минимальный уровень входного сигнала синхронизации, деления
	канал 1	канал 2	канал 3	канал 4	
25					1
1000					0,6

7.6.9 Установить на выходе генератора сигнал частотой 1000 МГц и амплитудой 100 мВ.

7.6.10 Установить на осциллографе коэффициент развертки 1 нс/дел, коэффициент отклонения 100 мВ/дел.

7.6.11 Сигнал с генератора подать на 1-й канал осциллографа. Регулируя уровень запуска добиться устойчивой синхронизации сигнала.

7.6.12 Уменьшая амплитуду сигнала на выходе генератора и одновременно регулируя уровень запуска определить уровень сигнала (в делениях вертикальной шкалы), ниже которого запуск не выполняется. Значение амплитуды сигнала занести в таблицу 5.

7.6.13 Для определения диапазона уровня входного сигнала внутренней синхронизации регулируя уровень запуска определить максимальный уровень сигнала (в делениях вертикальной шкалы), при котором запуск выполняется.

7.6.14 Повторить п.п. 7.6.11 - 7.6.13 для остальных каналов осциллографа, при этом выключить проверенный канал.

7.6.15 Результаты испытаний считать положительными, если значения минимального уровня входного сигнала внутренней синхронизации не превышают значений, приведенных в таблице 5.

7.8 Определение абсолютной погрешности установки порогового уровня срабатывания логического анализатора

7.8.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 6.

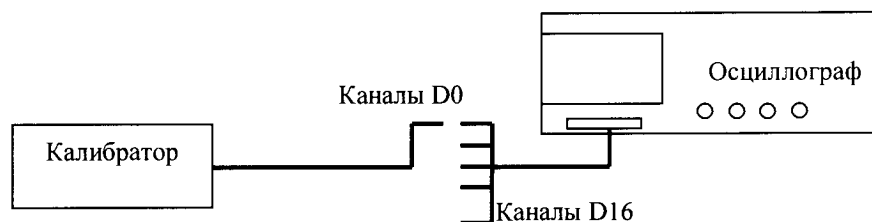


Рисунок 6

7.8.2 Установить органы управления осциллографа в следующие положения:

*Channel 1, 2, 3 и 4* → выключены

*D15 Thru D0* → *Thresholds* → *D7 – D0* → *User*

Edge → Slope → ↑ → Source → D0

Acquire → Avgs → 64



7.8.3 Установить значение порогового уровня срабатывания логического анализатора на осциллографе и выходное напряжение калибратора в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

Значение ПУС, установленное на осциллографе	Значение выходного напряжения калибратора	Допускаемые пределы порогового уровня срабатывания		Измеренные значения	
		$U_{\text{верх}}$ , не более	$U_{\text{ниж}}$ , не менее	$U_{\text{верх}}$	$U_{\text{ниж}}$
+ 8,00	+ 8,340	8,340	7,660		
0,00	+ 0,100	0,100	- 0,100		
- 8,00	- 7,660	- 7,660	- 8,340		

7.8.4 Добиться наблюдения устойчивого изображения «уровня логической единицы» всех каналов D16-D0.

7.8.5 Уменьшать напряжение с калибратора с шагом 10 мВ до тех пор, пока все каналы D16-D0 не перейдут на нижний уровень. Значение напряжения  $U_{\text{ниж}}$  записать в таблицу 6.

7.8.6 Повышать напряжение с калибратора с шагом 10 мВ до уровня, пока изображения всех каналов D16-D0 не перейдут на верхний уровень. Записать значение напряжения  $U_{\text{верх}}$  в таблицу 6.

7.8.7 Повторить п.п. 7.8.3 - 7.8.6 для остальных значений напряжения, указанных в таблице 7.

7.8.8 Результаты поверки считать положительными, если значения порогового уровня срабатывания логического анализатора находятся в пределах, приведенных в таблице 6. В противном случае осциллограф бракуется и направляется в ремонт.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При положительных результатах поверки на осциллограф выдается свидетельство установленной формы.

8.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

8.3 В случае отрицательных результатов поверки осциллограф к дальнейшему применению не допускается. На него выдается извещение об его непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин забракования.

Заместитель начальника НИО-1 по научной работе  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник Центра испытаний и поверки  
средств измерений ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

А.В. Апрелев