ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.964— 2019

Государственная система обеспечения единства измерений

ОСЦИЛЛОГРАФЫ ЦИФРОВЫЕ

Методика поверки

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 206 «Эталоны и поверочные схемы»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии России от 30 мая 2019 г. № 251-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

© Стандартинформ, оформление, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Операции поверки 1
4 Средства поверки 2
5 Условия поверки 3
6 Требования безопасности и требования к квалификации поверителей 3
7 Подготовка к поверке 3
8 Проведение поверки 3
8.1 Внешний осмотр 3
8.2 Опробование 4
8.3 Проверка обеспечения защиты программного обеспечения 4
8.4 Определение метрологических характеристик 4
8.4.1 Определение диапазона значений и относительной погрешности коэффициента отклонения 4
8.4.2 Определение относительной погрешности измерения напряжения постоянного тока 5
8.4.3 Определение относительной погрешности постоянного смещения 5
8.4.4 Определение диапазона значений и относительной погрешности коэффициента развертки 6
8.4.5 Определение абсолютной погрешности измерения временных интервалов 7
8.4.6 Определение времени нарастания переходной характеристики (полосы пропускания АЧХ) 8
8.4.7 Порядок проведения поверки средств измерений 9
9 Оформление результатов поверки 9
Библиография 10

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ОСЦИЛЛОГРАФЫ ЦИФРОВЫЕ

Методика поверки

State system for ensuring the uniformity of measurements. Digital oscilloscopes. Verification procedure

Дата введения — 2020—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на цифровые осциллографы (далее — ОЦ) с временем нарастания переходной характеристики не менее 35 пс и устанавливает методику первичной и периодической поверок.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.3.019 Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности

ГОСТ Р 8.761 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений импульсного электрического напряжения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Операции поверки

3.1 При проведении поверки ОЦ выполняют следующие операции:

- внешний осмотр (8.1);
- опробование (8.2);
- проверка обеспечения защиты программного обеспечения (8.3);
- определение метрологических характеристик (8.4);
- определение диапазона значений и относительной погрешности коэффициента отклонения (8.4.1);
- определение относительной погрешности измерения напряжения постоянного тока (8.4.2);
- определение относительной погрешности постоянного смещения (8.4.3);

Издание официальное

- определение диапазона значений и относительной погрешности коэффициента развертки (8.4.4);

- определение абсолютной погрешности измерения временных интервалов (8.4.5);

- определение времени нарастания переходной характеристики [полосы пропускания амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)] (8.4.6).

3.2 Первичную поверку допускается совмещать с приемо-сдаточными испытаниями ОЦ в случае, если лаборатория предприятия-изготовителя аккредитована на право проведения поверки. Периодичность поверки устанавливают в нормативном документе на ОЦ утвержденного типа.

3.3 Определение относительной погрешности коэффициента отклонения или относительной погрешности измерения напряжения постоянного тока, относительной погрешности коэффициента развертки или абсолютной погрешности измерения временных интервалов, относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора прямым измерением частоты или методом «нулевых биений», времени нарастания переходной характеристики или полосы пропускания АЧХ проводят в случае нормирования указанных метрологических характеристик в нормативной документации (далее — НД) на ОЦ конкретного типа.

4 Средства поверки

4.1 При поверке применяют средства измерений (далее — СИ), основные метрологические характеристики которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Основные метрологические характеристики средств поверки

Наименование средства поверки	Основные метрологические характеристики СИ
Калибратор осциллографов с формирователями электрических сигналов с заданными амплитудно-временными параметрами	Диапазон напряжения постоянного тока: для нагрузки 50 Ом ± (1 мВ … 5 В); для нагрузки 1 МОм ± (1 мВ … 200 В); пределы допускаемой погрешности установки напряжения ±(0,025 % + 25 мкВ). Диапазон частот синусоидального напряжения (10 … 1000) МГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 2{,}5 \cdot 10^{-7}$. Значения длительности фронта импульсов (25, 70, 150, 500) пс, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки длительности фронта импульсов (в зависимости от длительности фронта импульсов) от ±4 до ±40 пс. Диапазон периода импульсного сигнала (или сигнала временных маркеров) от 9 нс до 500 мс, пределы допускаемой относительной погрешности установки периода сигнала $\pm 2{,}5 \cdot 10^{-7}$
Генератор испытательных импульсов с формирователем импульсов с малой длительностью фронта	Длительность фронта испытательного импульса не более 11 пс, значение амплитуды в диапазоне от 100 до 1000 мВ
Частотомер электронно-счетный	Диапазон измеряемых частот (10 … 2000) МГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты $\pm 3 \cdot 10^{-8}$

Примечания

1 При поверке допускается использование средств измерений отличных от указанных в таблице 1 с погрешностью измерения, не превышающей $^1/_3$ допускаемой погрешности определяемой метрологической характеристики ОЦ.

2 При поверке допускается применение генераторов импульсного сигнала с диапазоном периода, обеспечивающим определение погрешности коэффициентов развертки в соответствии с НД на ОЦ конкретного типа.

3 Применяемые при поверке СИ импульсного электрического напряжения должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 8.761.

4 При поверке допускается применять различные коаксиальные ВЧ (СВЧ) элементы: переходы на разные сечения измерительного тракта, кабели измерительные, аттенюаторы, нагрузки проходные 50 Ом и др.

4.2 При поверке применяют вспомогательные СИ, основные метрологические характеристики которых приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Основные метрологические характеристики вспомогательных СИ

Наименование вспомогательного средства измерения	Основные метрологические характеристики вспомогательного средства измерения
Мультиметр цифровой	Диапазон измерений синусоидального напряжения (150 … 290) В, пределы допускаемой относительной погрешности ±0,5 %; диапазон измерений частоты (45 … 55) Гц, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±0,1 Гц
Термометр	Диапазон измерений температуры (15 … 25) °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±0,5 °С
Гигрометр психрометрический	Диапазон измерений относительной влажности воздуха (20 … 90) %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±5 %
Барометр	Диапазон измерений давления (80 … 110) кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±1,0 кПа

Примечание — Допускается применять другие СИ, имеющие метрологические характеристики, аналогичные указанным в таблице 2.

4.3 Все СИ должны быть исправны и иметь свидетельства о поверке или отметки о поверке в формулярах (паспортах).

5 Условия поверки

При поверке должны быть соблюдены следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С — 20 ± 5;

относительная влажность окружающего воздуха, % — от 30 до 80;

атмосферное давление, кПа — от 84 до 106;

напряжение питающей сети должно быть в пределах, установленных в эксплуатационной документации (далее — ЭД) на средства поверки и поверяемый ОЦ.

6 Требования безопасности и требования к квалификации поверителей

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности ГОСТ 12.3.019, а также меры безопасности, указанные в руководстве по эксплуатации ОЦ и ЭД на средства поверки.

6.2 К проведению поверки допускают специалистов, имеющих подготовку по специализации «Поверка радиоэлектронных (или радиотехнических) средств измерений».

6.3 К проведению поверки ОЦ допускают лиц, прошедших обучение и инструктаж по технике безопасности при работе с электронным измерительно-испытательным оборудованием, аттестованных на право работы с электроустановками напряжением до 1000 В и имеющих соответствующее удостоверение.

7 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- средства поверки и поверяемый ОЦ должны быть надежно заземлены;
- поверяемый ОЦ и средства поверки должны быть выдержаны во включенном состоянии в течение времени установления рабочего режима, указанного в ЭД приборов.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре ОЦ устанавливают:

- наличие пломб (или защитных наклеек), предотвращающих доступ к узлам регулировки и (или) элементам конструкции ОЦ;

- чистоту и исправность разъемов и гнезд;
- наличие предохранителей;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах прибора);
- исправность органов управления, четкость фиксации их положения;
- комплектность в соответствии с ЭД на ОЦ.

При наличии дефектов, влияющих на метрологические характеристики поверяемого ОЦ, поверку прекращают.

8.2 Опробование

Проводят подготовку ОЦ к работе в соответствии с технической документацией (ТД) на него и проверяют:

- работоспособность дисплея;
- диапазон перемещения линии развертки по вертикали;
- режимы изменения коэффициентов отклонения и развертки;
- отсутствие сообщений о неисправности в процессе загрузки ОЦ.

При отрицательных результатах опробования поверку ОЦ прекращают.

8.3 Проверка обеспечения защиты программного обеспечения

Проверка обеспечения защиты программного обеспечения ОЦ проводится в соответствии с [1] и состоит из следующих этапов:

- определение номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения;
- определение цифрового идентификатора (контрольной суммы исполняемого кода) программного обеспечения (при наличии).

Результат проверки обеспечения защиты программного обеспечения ОЦ признают положительным, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют идентификационным данным, приведенным в ТД на поверяемый ОЦ.

ОЦ, не прошедший проверку обеспечения защиты программного обеспечения, к дальнейшей поверке не допускают.

8.4 Определение метрологических характеристик

8.4.1 Определение диапазона значений и относительной погрешности коэффициента отклонения

Диапазон значений и относительную погрешность коэффициента отклонения определяют прямым измерением (поверяемым ОЦ) напряжения на выходе формирователя напряжения постоянного тока калибратора осциллографов по схеме (см. рисунок 1).

Поверку проводят для ряда значений коэффициента отклонения ОЦ (далее — ряд $\{K_o\}$) не менее чем в пяти точках диапазона коэффициента отклонения, включая две крайние точки (в соответствии с 8.4.7).

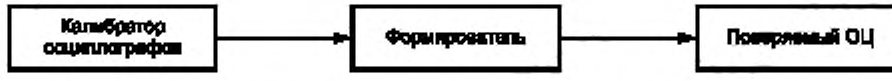

Рисунок 1 — Схема определения относительной погрешности коэффициента отклонения (и других метрологических характеристик ОЦ)

Измерения проводят на всех каналах (и входах) осциллографа, при нулевом постоянном смещении ОЦ при следующих условиях:

коэффициент отклонения ОЦ — значение из ряда $\{K_o\}$;

входное сопротивление — 50 Ом (1 МОм);

связь входа ОЦ — по постоянному току (открытый вход);

коэффициент развертки ОЦ — наиболее удобный (допускается 1 мс/дел).

Подключают формирователь калибратора осциллографов на вход ОЦ. Устанавливают калибратор осциллографов в режим источника напряжения постоянного тока положительной полярности $V_+ = N_oK_o$, где K_o — значение коэффициента отклонения ОЦ из ряда $\{K_o\}$; N_o — количество больших делений вертикальной шкалы ОЦ. При этом допускается выбор значения N_o в диапазоне от 3,5 до 3,9

для ОЦ, имеющих 8 больших делений вертикальной шкалы (для ОЦ, имеющих 10 делений, допускается выбор значения N_0 в диапазоне от 4,5 до 4,9).

Включают на ОЦ функцию автоматического измерения среднего значения напряжения (количество усреднений не менее 4), измеряют и записывают значение напряжения (U_+) в протокол.

Калибратор осциллографов устанавливают затем в режим источника напряжения постоянного тока отрицательной полярности $V_- = -N_0 K_0$, измерения повторяют и записывают значение напряжения (U_-) в протокол.

Относительную погрешность коэффициента отклонения ОЦ определяют по формуле

$$\delta K_0 = \left(\frac{U_+ - U_-}{V_+ - V_-} - 1\right) \cdot 100\ \%, \quad (1)$$

где δK_0 — относительная погрешность коэффициента отклонения ОЦ, %;

U_+, U_- — измеренные при помощи осциллографа значения напряжения на выходе формирователя калибратора осциллографов положительной или отрицательной полярности, В;

V_+, V_- — установленные значения напряжения постоянного тока калибратора осциллографов положительной или отрицательной полярности, В.

Относительная погрешность коэффициента отклонения не должна превышать значений, установленных в НД на ОЦ.

8.4.2 Определение относительной погрешности измерения напряжения постоянного тока

Относительную погрешность измерения напряжения постоянного тока определяют прямым измерением (поверяемым ОЦ) напряжения на выходе формирователя напряжения постоянного тока калибратора осциллографов по схеме (см. рисунок 1).

Поверку проводят для ряда значений коэффициента отклонения ОЦ (далее — ряд $\{K_0\}$), не менее чем в пяти точках диапазона коэффициента отклонения, включая две крайние точки (в соответствии с 8.4.7). Измерения проводят на всех каналах (и входах) осциллографа, при нулевом постоянном смещении ОЦ при следующих условиях:

коэффициент отклонения ОЦ — значение из ряда $\{K_0\}$;

входное сопротивление — 50 Ом (1 МОм);

связь входа ОЦ — по постоянному току (открытый вход);

коэффициент развертки ОЦ — наиболее удобный (допускается 1 мс/дел).

Измерения проводят по 8.4.1.

Относительные погрешности измерения напряжения постоянного тока положительной (δU_+) и отрицательной (δU_-) полярности вычисляют отдельно по формулам

$$\delta U_+ = \frac{U_+ - V_+}{V_+} \cdot 100\ \%, \quad (2)$$

$$\delta U_- = \frac{U_- - V_-}{V_-} \cdot 100\ \%, \quad (3)$$

где U_+, U_-, V_+, V_- — принятые для формулы (1) обозначения.

Примечание — Относительную погрешность измерения двуполярного напряжения постоянного тока ($\delta U_\pm$) вычисляют по формуле (1), причем определяют $\delta U_\pm = \delta K_0$.

Относительная погрешность измерения напряжения постоянного тока не должна превышать значений, установленных в НД на ОЦ.

8.4.3 Определение относительной погрешности постоянного смещения

Относительную погрешность установки постоянного смещения определяют прямым измерением (поверяемым ОЦ) напряжения на выходе формирователя напряжения постоянного тока калибратора осциллографов по схеме (см. рисунок 1).

Поверку проводят для ряда значений постоянного смещения ОЦ положительной полярности (далее — ряд $\{S_+\}$) и отрицательной полярности (далее — ряд $\{S_-\}$) не менее чем в трех точках диапазона постоянного смещения, включая точки, соответствующие максимальным по абсолютной величине значениям постоянного смещения (в соответствии с 8.4.7). Измерения проводят на всех каналах (и входах) осциллографа при следующих условиях:

коэффициент отклонения ОЦ — значения из ряда $\{K_0\}$:

входное сопротивление — 50 Ом (1 МОм);

связь входа ОЦ — по постоянному току (открытый вход);

коэффициент развертки ОЦ — наиболее удобный (допускается 1 мс/дел).

Включают на ОЦ функцию автоматического измерения среднего значения напряжения (количество усреднений не менее четырех) и проводят измерения в последовательности, приведенной ниже.

1) Устанавливают калибратор осциллографов в режим источника напряжения постоянного тока и подключают формирователь калибратора осциллографов на вход осциллографа.

2) Устанавливают нулевое постоянное смещение ОЦ и нулевое напряжение калибратора осциллографов. Проводят при помощи ОЦ измерение напряжения и записывают в протокол значение измеренного напряжения (U_0).

3) Устанавливают постоянное смещение ОЦ положительной полярности (S_+) из ряда {S_+}. Устанавливают напряжение калибратора осциллографов (V_+) равным положительному смещению $V_+ = S_+$. Проводят при помощи ОЦ измерение напряжения (U_+) и записывают в протокол значение измеренного напряжения.

4) Устанавливают постоянное смещение ОЦ отрицательной полярности (S_-) из ряда {S_-}. Устанавливают напряжение калибратора осциллографов (V_-) равным отрицательному смещению $V_- = S_-$. Проводят при помощи ОЦ измерение напряжения (U_-) и записывают в протокол значение измеренного напряжения.

Относительные погрешности установки постоянного смещения положительной (δS_+) и отрицательной (δS_-) полярности вычисляют по формулам

$$\delta S_+ = \left(\frac{U_+ - U_0}{V_+} - 1\right) \cdot 100\ \%, \tag{4}$$

$$\delta S_- = \left(\frac{U_- - U_0}{V_-} - 1\right) \cdot 100\ \%, \tag{5}$$

где δS_+, δS_- — значения относительной погрешности установки постоянного смещения ОЦ положительной или отрицательной полярности, %;

U_0 — измеренное при помощи осциллографа значение напряжения на выходе формирователя калибратора осциллографов при нулевом постоянном смещении осциллографа и нулевом напряжении калибратора осциллографов, В;

U_+, U_-, V_+, V_- — принятые для формулы (1) обозначения.

Относительная погрешность установки постоянного смещения не должна превышать значений, указанных в НД на ОЦ.

8.4.4 Определение диапазона значений и относительной погрешности коэффициента развертки

Диапазон значений и относительную погрешность коэффициента развертки определяют прямым измерением (поверяемым ОЦ) периода импульсного сигнала на выходе формирователя сигнала временных маркеров калибратора осциллографов по схеме (см. рисунок 1).

Поверку проводят для ряда значений коэффициента развертки (далее — ряд {$K_р$}) не менее чем в пяти точках диапазона коэффициента развертки ОЦ, включая две крайние точки (в соответствии с 8.4.7). Измерения проводят на одном из каналов осциллографа при следующих условиях:

коэффициент отклонения ОЦ — наиболее удобный (допускается 100 мВ/дел);

входное сопротивление ОЦ — 50 Ом;

коэффициент развертки ОЦ — из ряда {$K_р$}.

Примечание — Для ОЦ, имеющих входное сопротивление 1 МОм, сигнал следует подавать на вход поверяемого осциллографа через проходную нагрузку 50 Ом (данное примечание относится также к 8.4.5 — 8.4.6).

Подключают формирователь калибратора осциллографов на вход ОЦ и устанавливают калибратор осциллографов в режим генерирования сигнала временных маркеров с амплитудой $A_м$ = 500 мВ и соответствующим периодом ($T_м$), при котором на экране осциллографа отображается от трех до десяти периодов импульсного сигнала.

Включают на ОЦ функцию автоматического измерения периода сигнала (количество усреднений не менее четырех) и измеряют период сигнала временных маркеров ($T_и$).

Относительную погрешность установки коэффициента развертки ($\delta K_р$) рассчитывают по формуле

$$\delta K_р = \left(\frac{T_и}{T_м} - 1\right) \cdot 100\ \%, \quad (6)$$

где $\delta K_р$ — относительная погрешность установки коэффициента развертки осциллографа, %;

$T_и$ — измеренное при помощи осциллографа значение периода сигнала временных маркеров, единица времени;

$T_м$ — установленное значение периода сигнала временных маркеров, единица времени.

Относительная погрешность установки коэффициента развертки не должна превышать значений, указанных в НД на ОЦ.

8.4.5 Определение абсолютной погрешности измерения временных интервалов

Абсолютную погрешность измерения временных интервалов определяют в соответствии с 8.4.7 с использованием приведенных ниже методов.

Метод 1

Абсолютную погрешность измерения временных интервалов определяют прямым измерением (поверяемым ОЦ) периода импульсного сигнала на выходе формирователя сигнала временных маркеров калибратора осциллографов по схеме (см. рисунок 1).

Поверку проводят для ряда значений измеряемых временных интервалов (далее — ряд {$T_в$}) не менее чем в пяти точках диапазона временных интервалов, включая две крайние точки (в соответствии с 8.4.7). Измерения проводят на одном из каналов осциллографа при следующих условиях:

коэффициент отклонения ОЦ — наиболее удобный (допускается 100 мВ/дел);

входное сопротивление ОЦ — 50 Ом.

Подключают формирователь калибратора осциллографов на вход поверяемого ОЦ и устанавливают калибратор осциллографов в режим генерирования сигнала временных маркеров с амплитудой 500 мВ и периодом равным значению временного интервала из ряда {$T_в$}. Устанавливают такой коэффициент развертки ОЦ, при котором на экране ОЦ отображается от трех до десяти периодов импульсного сигнала. Включают на ОЦ функцию автоматического измерения периода сигнала (количество усреднений не менее четырех) и измеряют период сигнала ($T_и$). Определяют абсолютную погрешность измерения временных интервалов ($\Delta T_в$) по формуле

$$\Delta T_в = T_и - T_м, \quad (7)$$

где $\Delta T_в$ — абсолютная погрешность измерения временного интервала, нс;

$T_и$ — измеренное при помощи осциллографа значение периода сигнала, нс;

$T_м$ — установленное значение периода сигнала временных маркеров, нс.

Абсолютная погрешность измерения временных интервалов не должна превышать значений, установленных в НД на ОЦ.

Метод 2

Для ОЦ, имеющих нормированное значение частоты внутреннего опорного генератора ($F_н$), допускается (в соответствии с НД на ОЦ) определение погрешности установки частоты $F_н$ взамен погрешности измерения временных интервалов.

На ОЦ устанавливают функцию вывода сигнала внутреннего опорного генератора ОЦ на выход «REF CLOCK OUT» и измеряют частоту сигнала при помощи частотомера.

Определяют абсолютную погрешность установки частоты сигнала внутреннего опорного генератора ОЦ ($\Delta F_в$) по формуле

$$\Delta F_в = F_и - F_н, \quad (8)$$

где $\Delta F_в$ — абсолютная погрешность установки частоты внутреннего опорного генератора ОЦ, Гц;

$F_н$ — номинальное значение частоты внутреннего опорного генератора осциллографа, Гц;

$F_и$ — измеренное при помощи частотомера значение частоты сигнала внутреннего опорного генератора ОЦ, Гц.

Для ОЦ, не имеющих выхода сигнала внутреннего опорного генератора, допускается (в соответствии с НД на ОЦ) определение абсолютной погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора ОЦ методом «нулевых биений».

Измерения проводят на одном из каналов ОЦ прямым измерением (поверяемым ОЦ) частоты сигнала на выходе формирователя синусоидального сигнала калибратора осциллографов по схеме (см. рисунок 1) при следующих условиях:

коэффициент отклонения ОЦ — наиболее удобный (допускается 200 мВ/дел);

входное сопротивление — 50 Ом.

Подключают формирователь калибратора осциллографов на вход поверяемого ОЦ и устанавливают на калибраторе режим синусоидального сигнала с амплитудой 500 мВ и частотой, равной номинальному значению частоты внутреннего опорного генератора осциллографа. Устанавливают такой коэффициент развертки ОЦ, при котором на экране ОЦ отображается от трех до десяти периодов синусоидального сигнала, и включают на ОЦ функцию автоматического измерения частоты сигнала. Затем, постепенно увеличивая коэффициент развертки до значения в диапазоне от 5 до 20 мс/дел (при этом частота дискретизации ОЦ уменьшается до значения, равного частоте опорного генератора ОЦ), добиваются устойчивого изображения на экране ОЦ «нулевых биений» в виде низкочастотного синусоидального сигнала, частоту которого измеряют ОЦ. Определяют абсолютную погрешность установки частоты внутреннего опорного генератора ОЦ ($\Delta F_в$) по формуле

$$\Delta F_в = F_0, \tag{9}$$

где $\Delta F_в$ — абсолютная погрешность установки частоты внутреннего опорного генератора осциллографа, Гц;

F_0 — измеренное при помощи осциллографа значение частоты сигнала «нулевых биений», Гц.

Абсолютная погрешность установки частоты внутреннего опорного генератора осциллографа не должна превышать значения, указанного в НД на ОЦ.

8.4.6 Определение времени нарастания переходной характеристики (полосы пропускания АЧХ)

Время нарастания переходной характеристики определяют в соответствии с 8.4.7 прямым измерением (поверяемым ОЦ) длительности фронта импульсов сигнала на выходе формирователя импульсов с малой длительностью фронта калибратора осциллографов по схеме (см. рисунок 1) или на выходе формирователя импульсов генератора испытательных импульсов по схеме (см. рисунок 2).

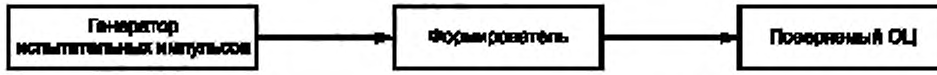

Рисунок 2 — Схема определения времени нарастания переходной характеристики ОЦ при помощи генератора испытательных импульсов

В качестве источника импульсного сигнала применяют соответствующий по быстродействию формирователь импульсного сигнала таким образом, чтобы выполнялось соотношение между номинальным значением времени нарастания переходной характеристики ОЦ ($t_н$) и номинальным значением длительности фронта импульсов ($\tau_ф$) используемого формирователя, согласно которому $\tau_ф$ не должна превышать 0,25 $t_н$.

Время нарастания переходной характеристики (ПХ) определяют на всех каналах (и входах) поверяемого осциллографа при следующих условиях:

коэффициент отклонения ОЦ — наиболее удобный (допускается 100 мВ/дел);

входное сопротивление ОЦ — 50 Ом.

Подключают формирователь импульсов (калибратора осциллографов или генератора испытательных импульсов) на вход поверяемого ОЦ и устанавливают калибратор осциллографов (или генератор испытательных импульсов) в режим формирования импульсного сигнала с малой длительностью фронта и амплитудой импульсов в диапазоне от 400 до 500 мВ. Устанавливают такой коэффициент развертки ОЦ, чтобы фронт импульса занимал от 1 до 2 больших делений горизонтальной шкалы ОЦ. Включают на ОЦ функцию автоматического измерения длительности фронта импульса между уровнями 0,1—0,9 от амплитуды и измеряют длительность фронта импульса. Определяют время нарастания переходной характеристики ОЦ по формуле

$$t_о = \tau_и, \tag{10}$$

где $t_о$ — определяемое время нарастания ПХ ОЦ, пс,

$\tau_и$ — измеренное при помощи осциллографа значение длительности фронта импульса между уровнями 0,1—0,9 от амплитуды, пс.

Примечания

1 При использовании испытательного импульса с длительностью фронта $0,25 \cdot t_н < \tau_ф < 0,5 \cdot t_н$ (где $t_н$ — номинальное значение времени нарастания ПХ ОЦ) время нарастания ПХ осциллографа вычисляют по формуле

$$t_в = \sqrt{\tau_и^2 - \tau_ф^2}, \quad (11)$$

где $t_в$ — вычисляемое время нарастания ПХ осциллографа, пс;

$\tau_и$ — измеренное при помощи ОЦ значение длительности фронта импульса между уровнями 0,1—0,9 от амплитуды, пс;

$\tau_ф$ — номинальное значение длительности фронта импульсов источника импульсного сигнала, пс.

2 Использование формулы (11) при $\tau_ф > 0,5 \cdot t_н$ вносит методическую погрешность, оценка которой требует дополнительных исследований.

3 Верхнюю граничную частоту полосы пропускания ОЦ вычисляют по измеренному времени нарастания ПХ с использованием соотношения между верхней граничной частотой полосы пропускания и временем нарастания ПХ ОЦ

$$F_в = \frac{K_ф}{t_в}, \quad (12)$$

где $F_в$ — вычисляемое значение верхней граничной частоты полосы пропускания АЧХ осциллографа, ГГц;

$t_в$ — измеренное значение времени нарастания ПХ ОЦ, нс;

$K_ф$ — постоянный коэффициент, значение которого варьируется от 0,3 до 0,5 (в зависимости от формы переходной характеристики осциллографа) и определяется в соответствии с НТД на ОЦ конкретного типа.

Время нарастания ПХ не должно превышать значения времени нарастания ПХ, указанного в НТД на ОЦ (полоса пропускания АЧХ должна быть не менее значения, указанного в НД на ОЦ).

8.4.7 Порядок проведения поверки средств измерений

Операции поверки, содержащие ссылки на настоящий пункт, проводят в соответствии с требованиями нормативной документации на ОЦ конкретных типов.

Примечание — Допускается проводить поверку только по тем требованиям методики поверки, которые определяют пригодность средств измерений для применяемого числа каналов, величин и диапазонов измерений в соответствии с [2].

9 Оформление результатов поверки

9.1 При положительных результатах поверки на ОЦ оформляют свидетельство о поверке в соответствии с [2] и (или) в паспорт (формуляр) наносят оттиск поверительного клейма.

9.2 По требованию организаций, представивших ОЦ на поверку, на оборотной стороне свидетельства указывают значения погрешности или оформляют протокол произвольной формы с указанием погрешностей ОЦ.

9.3 При отрицательных результатах поверки на ОЦ выдают извещение о непригодности к применению с указанием причины (причин) [2], а свидетельство о поверке аннулируют, клеймо гасят.

Библиография

[1] Р 50.2.077—2014 Государственная система обеспечения единства измерений. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения

[2] Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке (утвержден приказом Министерства промышленности и торговли РФ № 1815 от 2 июля 2015 г.; зарегистрирован в Минюсте России 4 сентября 2015 г. № 38822)

УДК 621.317.755:006.354 ОКС 17.020

Ключевые слова: осциллограф цифровой, калибратор осциллографов, генератор испытательных импульсов, частотомер электронно-счетный, методика поверки

БЗ 5—2019/35

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 03.06.2019. Подписано в печать 06.06.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,49.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru