

За дополнительной информацией
обращайтесь на
Унитарное предприятие «Завод СВТ»

Республика Беларусь, 220005,
г. Минск, пр. Независимости, 58, корп. 11, ком. 801;
Отд. маркетинга и продаж:
тел.: +375 (17) 360-28-59;
факс: +375 (17) 350-46-47.

E-mail: sales@zsvt.by
Internet: www.zsvt.by



ЕАС

Система обеспечения единства измерений
Республики Беларусь

ОСЦИЛЛОГРАФЫ С8-46/9

КОПИЯ ВЕРНА
ЗАМ. ДИРЕКТОРА-ГЛ. ИНЖЕНЕР
Кузнецов В. В.

Методика поверки
УФЦИ.411161.004 МП
МРБ МП.4297-2025



Содержание

Вводная часть	4
1 Нормативные ссылки	4
2 Операции поверки	5
3 Средства поверки	6
4 Требования к квалификации поверителей	7
5 Требования безопасности	7
6 Условия поверки и подготовка к ней	7
7 Проведение поверки	8
7.1 Внешний осмотр	8
7.2 Опробование	8
7.2.1 Проверка перемещения луча по вертикали	8
7.2.2 Идентификация программного обеспечения	9
7.3 Определение метрологических характеристик	9
7.3.1 Определение абсолютной погрешности при автоматическом измерении напряжения и при измерении напряжения между курсорами	9
7.3.2 Проверка полосы пропускания	12
7.3.3 Определение абсолютной погрешности при измерении временных интервалов в автоматическом режиме и при измерении с помощью курсоров	12
7.3.4 Определение входного сопротивления и входной емкости входов каналов вертикального отклонения и входа внешней синхронизации	13
7.3.5 Определение абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала генератора сигналов	14
8 Оформление результатов поверки	15
Приложение А (обязательное) Обязательные метрологические требования к осциллографам	16
Приложение Б (рекомендуемое) Форма протокола поверки	17
Библиография	21

Вводная часть

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на осциллографы С8-46/9 (далее – осциллограф) производства Унитарного предприятия «Завод СВТ», Республика Беларусь, выпускаемый по [1], и устанавливает методы и средства первичной и последующих поверок.

Осциллограф предназначен для исследования, регистрации формы и измерения параметров однократных и периодических электрических сигналов в диапазоне частот от 0,6 Гц до 500 МГц с максимальной частотой дискретизации $2,5 \cdot 10^9$ (2,5 GS/s) выборок в секунду.

Обязательные метрологические требования к характеристикам осциллографа приведены в приложении А.

Настоящая МП разработана в соответствии с требованиями [2], [3].

1 Нормативные ссылки

В настоящей МП использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 8.007-2023 (33540) Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Поверка средств измерений, предназначенных для применения при измерениях вне сферы законодательной метрологии. Правила проведения работ;

ТКП 427-2022 (33240) Электроустановки. Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации;

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия;

ГОСТ IEC 61010-1-2014 Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования.

Примечание – При пользовании настоящей МП целесообразно проверить действие ссылочных ТНПА на официальном сайте Национального фонда ТНПА в глобальной компьютерной сети Интернет.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящей МП следует руководствоваться действующими взамен ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

Библиография

- [1] ТУ ВУ 190737825.038-2024 Осциллограф С8-46/9. Технические условия
- [2] Правила осуществления метрологической оценки для утверждения типа средств измерений и стандартных образцов
Утверждены постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 20 апреля 2021 г. № 38
- [3] Правила осуществления метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений
Утверждены постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 21 апреля 2021 г. № 40
- [4] УФИЦИ.411161.004 РЭ Осциллограф С8-46/9. Руководство по эксплуатации

Параметр	Измеренное значение	Допускаемое значение
Входное сопротивление, МОм		$1,0 \pm 0,1$
Входная емкость, не более, пФ		45

Таблица Б.8

Установленное значение частоты	Измеренное значение частоты, Гц (кГц, МГц)		Пределы допускаемой абсолютной погрешности	Пределы допускаемых значений
	AWG CHA	AWG CHB		
0,01 Гц			$\pm 0,00001$ Гц	от 0,00999 Гц до 0,01001 Гц
10 кГц			$\pm 0,001$ кГц	от 9,999 кГц до 10,001 кГц
50 МГц			$\pm 0,0025$ МГц	от 49,9975 МГц до 50,0025 МГц

Заключение: _____
соответствует/не соответствует

Свидетельство о поверке (заключение о непригодности) № _____

Поверитель _____
подпись _____
расшифровка подписи _____

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 2.1.

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	последующей поверке
1 Подготовка к поверке	6.2, 6.3	Да	Да
2 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
3 Опробование	7.2	Да	Да
3.1 Проверка перемещения луча по вертикали	7.2.1	Да	Да
3.2 Идентификация программного обеспечения	7.2.2	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик	7.3	Да	Да
4.1 Определение абсолютной погрешности при автоматическом измерении напряжения и при измерении напряжения между курсорами	7.3.1	Да	Да
4.2 Проверка полосы пропускания	7.3.2	Да	Да
4.3 Определение абсолютной погрешности при измерении временных интервалов в автоматическом режиме и при измерении с помощью курсоров	7.3.3	Да	Да
4.4 Определение входного сопротивления и входной емкости входов каналов вертикального отклонения и входа внешней синхронизации	7.3.4	Да	Да
4.5 Определение абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала генератора сигналов	7.3.5	Да	Да
5 Оформление результатов поверки	8	Да	Да
Примечание – Если при проведении той или иной операции поверки получили отрицательный результат, то поверку прекращают.			

3 Средства поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, приведенные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Средства поверки

Номер пункта МП	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики
6.1, 6.2	Термогигрометр автономный ИВА-6Н-Д: - диапазон измерений температуры от 0 °С до 50 °С; - пределы допускаемой погрешности измерения температуры $\pm 0,2$ °С; - диапазон измерений относительной влажности от 0 % до 98 %; - пределы допускаемой погрешности измерения влажности ± 2 %; - диапазон измерений атмосферного давления от 70 до 110 кПа; - пределы допускаемой погрешности измерения давления $\pm 0,2$ кПа.
7.2.1	Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-112/1: - диапазон частот от 10 Гц до 10 МГц; - пределы допускаемой погрешности ± 5 %.
7.3.1, 7.3.3	Калибратор осциллографов импульсный И1-9: - диапазон напряжений от 30 мкВ до 100 В; - пределы допускаемой погрешности $\pm (2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{\text{к}} + 3 \text{ мкВ})$; - период сигнала от 10 нс до 10 с; - пределы допускаемой погрешности $\pm 10 \cdot 4 \cdot T_{\text{к}}$.
7.3.1	Генератор импульсов точной амплитуды Г5-75: - амплитуда 10 В; - погрешность установки амплитуды импульсов $\pm 0,012 \cdot U$ (U – установленное значение амплитуды импульсов).
7.3.1	Вольтметр универсальный цифровой В7-54/2: - диапазон измерений напряжения от 0 до 1000 В; - погрешность измерений напряжения постоянного тока $\pm 0,004$ %.
7.3.2	Генератор сигналов высокочастотный Г4-176: - диапазон частот от 0,1 до 1020 МГц; - пределы допускаемой погрешности $\pm 1,5 \cdot 10^{-5}$ %.
7.3.4	Вольтметр универсальный цифровой В7-40: - диапазон измерений напряжения от 0 до 10 В; - диапазон измеряемых сопротивлений от 0,5 Ом до 2 МОм.
7.3.4	Измеритель L, C, R цифровой Е7-12: - диапазон измерений емкости $\pm (0,001 \text{ пФ} - 100 \text{ нФ})$; - допускаемая основная погрешность измерения емкости 0,3 % + 4 ед. сч.
7.3.5	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63: - диапазон измеряемых частот от 0,1 Гц до 1500 МГц; - погрешность измерений в пределах $\pm 5 \cdot 10^{-7} \pm 1$ ед. сч.
Примечания 1 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых осциллографов с требуемой точностью. 2 Все средства измерений должны иметь действующие знаки поверки и (или) свидетельства о поверке.	

Б.3.3.2 Проверка полосы пропускания

Таблица Б.3

Частота, МГц	Коэффициент развертки	допускаемая, не более	Неравномерность АЧХ, дБ							
			измеренная							
			Канал 1		Канал 2		Канал 3		Канал 4	
0,1	4 мкс/дел	3	50 мВ/дел	1 В/дел	50 мВ/дел	1 В/дел	50 мВ/дел	1 В/дел	50 мВ/дел	1 В/дел
500,0	1 нс/дел									

Б.3.3.3 Определение абсолютной погрешности при измерении временных интервалов в автоматическом режиме и при измерении с помощью курсоров

Таблица Б.4

Коэффициент развертки	Период сигнала на выходе калибратора И1-9	Измеренное значение		Пределы допускаемой абсолютной погрешности	Пределы допускаемых значений на экране осциллографа
		при автоматических измерениях	при курсорных измерениях		
2 нс/дел	10 нс			$\pm 0,10$ нс	от 9,90 нс до 10,10 нс
1 мкс/дел	5 мкс			$\pm 0,05$ мкс	от 4,95 мкс до 5,05 мкс
1 с/дел	5 с			$\pm 0,05$ мкс	от 4,95 с до 5,05 с

Б.3.3.4 Определение входного сопротивления и входной емкости входов каналов вертикального отклонения и входа внешней синхронизации

Таблица Б.5 – Параметры входов каналов при входном активном сопротивлении 1 МОм

Коэффици- енты отклонения	Входное сопротивление, МОм				Допускае- мое значе- ние, МОм	Входная емкость, пФ				Допускае- мое значе- ние, не бо- лее, пФ
	Канал					Канал				
	1	2	3	4		1	2	3	4	
50 мВ/дел					1,00 ± 0,02					21
1 В/дел										
2 В/дел										

Таблица Б.6 – Параметры входов каналов при входном сопротивлении 50 Ом

Коэффициенты отклонения	Входное сопротивление, Ом				Допускаемое значение, Ом
	Канал				
	1	2	3	4	
50 мВ/дел					50,00 ± 0,75
1 В/дел					

Б.3.3 Определение метрологических характеристик
Б.3.3.1 Определение абсолютной погрешности при автоматическом измерении напряжения и при измерении напряжения между курсорами

Таблица Б.2

Коэффициент отклонения		Напряжение на выходе калибратора И1-9	Измеренное значение								Пределы допускаемой абсолютной погрешности	Пределы допускаемых значений
			Канал 1		Канал 2		Канал 3		Канал 4			
			авт.	курс.	авт.	курс.	авт.	курс.	авт.	курс.		
1 мВ/дел		6 мВ									±0,18 мВ	от 5,82 мВ до 6,18 мВ
2 мВ/дел		12 мВ									±0,36 мВ	от 11,64 мВ до 12,36 мВ
5 мВ/дел		30 мВ									±0,60 мВ	от 29,40 мВ до 30,60 мВ
10 мВ/дел		60 мВ									±1,20 мВ	от 58,80 мВ до 61,20 мВ
20 мВ/дел		120 мВ									±2,40 мВ	от 117,60 мВ до 122,40 мВ
50 мВ/дел		300 мВ									±6,00 мВ	от 294,00 мВ до 306,00 мВ
100 мВ/дел		600 мВ									±12,00 мВ	от 588,00 мВ до 612,00 мВ
200 мВ/дел		1,2 В									±0,024 В	от 1,18 В до 1,22 В
500 мВ/дел		3 В									±0,06 В	от 2,94 В до 3,06 В
1 В/дел	входном сопротивлении 1 МОм)	6 В (при									±0,12 В	от 5,88 В до 6,12 В
1 В/дел		4 В (при									±0,08 В	от 3,92 В до 4,08 В
2 В/дел		12 В									±0,24 В	от 11,76 В до 12,24 В
5 В/дел		30 В									±0,60 В	от 29,40 В до 30,60 В
10 В/дел		60 В									±1,20 В	от 58,80 В до 61,20 В
1 В/дел (100 мВ/дел с делителем 1:10)		6 В									±0,24 В	от 5,76 В до 6,24 В

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению измерений при поверке и (или) обработке результатов измерений допускают лиц, имеющих необходимую квалификацию в области обеспечения единства измерений и уполномоченных на осуществление поверки.

4.2 Поверителю для проведения поверки необходимо ознакомиться с эксплуатационной документацией (далее – ЭД) на поверяемый осциллограф [4] и средства поверки и настоящей МП.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования безопасности:

- требования безопасности, указанные в ТКП 427, ГОСТ 22261 и ГОСТ ИЕС 61010-1;
- требования безопасности, указанные в [4] (раздел 2) и ЭД применяемых средств измерений (далее – СИ).

5.2 Персонал допускается к поверке после прохождения инструктажа по технике безопасности по общим правилам, изучения ЭД на поверяемый осциллограф и средства поверки и настоящей МП.

6 Условия поверки и подготовка к ней

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5;
- относительная влажность окружающего воздуха, % до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106.

6.2 Перед началом проведения поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- для контроля условий проведения поверки осциллографа в помещении поверочной лаборатории (на месте эксплуатации) устанавливают термометр автономный ИВА-6Н-Д и снимают его показания с последующим внесением их в протокол поверки по форме, приведенной в приложении Б;
- осциллограф должен быть выдержан в условиях в соответствии с 6.1 не менее 3 ч;

- СИ выдерживают в условиях, установленных для проведения поверки в соответствии с их ЭД.

6.3 При подготовке к поверке должны быть выполнены следующие действия:

- осциллограф подготовлен к работе в соответствии с [4] (раздел 2), а все СИ – в соответствии с их ЭД.

6.4 При проведении поверки следует использовать комплект запасных частей и принадлежностей (далее – ЗИП) из состава комплекта поставки осциллографа.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие осциллографа следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений, влияющих на его работоспособность;
- прочность крепления органов управления и подключения, четкость фиксации их положений;
- чистота и исправность соединительных разъемов;
- четкость маркировки.

7.1.2 Осциллограф должен соответствовать всем требованиям 7.1.1.

7.2 Опробование

После включения осциллографа и установления рабочего режима в течение 30 мин необходимо произвести сброс к заводским настройкам нажав кнопку «DEFAULT» и подтвердить операцию, нажав «OK» на экране осциллографа. Затем необходимо провести его калибровку. Для этого следует нажать последовательно кнопки «UTILITY» и 2 раза «F1». Для подтверждения выполнения калибровки нажать «OK» на экране осциллографа.

7.2.1 Проверка перемещения луча по вертикали

Проверку перемещения луча по вертикали проводят путем подачи на вход каналов СН1 (СН2, СН3) синусоидального сигнала от генератора сигналов низкочастотного ГЗ-112/1 (далее – генератор ГЗ-112/1) частотой 1 кГц.

Устанавливают следующие режимы работы осциллографа:

- СН1: «Coupling – DC, Vols/Div – Coarse, Invert – OFF, Impedance – 1 MΩ»;
- «TRIG MENU»: «Type – Edge; Source – СН1; Coupling – AC; Mode – Auto; Slope – Rise»;

- коэффициент отклонения – 5 мВ/дел;
- коэффициент развертки – 400 мкс/дел.

Устанавливают размах изображения сигнала по вертикали 8 делений экрана осциллографа. Ручкой «POSITION» совмещают верхнюю и нижнюю часть изображения сигнала соответственно с нижней и верхней горизонтальной линией экрана осциллографа.

Повторяют проверку для коэффициентов отклонения 50 мВ/дел; 1 В/дел; 2 В/дел. Проверку выполняют для всех каналов.

Результаты проверки считают положительными, если при перемещении луча по вертикали имеется возможность совмещения верхней и нижней частей изображения соответственно с нижней и верхней центральной горизонтальной линией экрана приемного осциллографа.

Приложение Б (рекомендуемое)

Форма протокола поверки

Протокол № _____

поверки осциллографа С8-46/9

Заводской номер _____, выпуск 20 ____ года.

Наименование предприятия-владельца осциллографа _____

Наименование предприятия-изготовителя осциллографа _____

Наименование организации, проводившей поверку _____

Дата поверки _____

Поверка проведена в соответствии с методикой поверки МРБ МП.4297-2025.

Б.1 Средства поверки:

Таблица Б.1

Наименование и тип средства измерений	Заводской номер	Свидетельство о поверке	
		номер	срок действия

Б.2 Условия поверки:

- температура окружающего воздуха _____ °С;
- относительная влажность окружающего воздуха _____ %;
- атмосферное давление _____ кПа.

Б.3 Результаты поверки:

Б.3.1 Внешний осмотр _____

соответствует/не соответствует

Б.3.2 Опробование _____

Б.3.2.1 Проверка перемещения луча по вертикали _____

соответствует/не соответствует

Б.3.2.2 Идентификация программного обеспечения _____

соответствует/не соответствует

Приложение А (обязательное)

Обязательные метрологические требования к осциллографам

Обязательные метрологические требования к характеристикам осциллографов приведены в таблице А.1.

Таблица А.1

Наименование	Значение
Диапазон коэффициентов отклонения каналов вертикального отклонения: при $R_{вх} 1 \text{ МОм}$ при $R_{вх} 50 \text{ Ом}$	от 1 мВ/дел до 10 В/дел от 1 мВ/дел до 1 В/дел
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при автоматическом измерении напряжения и при измерении напряжения между курсорами, мВ (В), для коэффициентов отклонения: 1 мВ/дел, 2 мВ/дел от 5 мВ/дел до 10 В/дел	$\pm(0,03 \cdot U)$ $\pm(0,02 \cdot U)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при автоматическом измерении напряжения и при измерении напряжения между курсорами с делителем 1:10	$\pm(0,04 \cdot U)$
Полоса пропускания по уровню 3 дБ, МГц, не менее	500
Диапазон коэффициентов развертки	от 1 нс/дел до 1000 с/дел
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении временных интервалов в автоматическом режиме и при измерении с помощью курсоров, нс (мкс, мс, с)	$\pm(0,01 \cdot T)$
Параметры входов каналов вертикального отклонения: входное сопротивление, МОм входная емкость, пФ, не более входное сопротивление, Ом	$1,00 \pm 0,02$ 21 $50,00 \pm 0,75$
Параметры входа внешней синхронизации: входное сопротивление, МОм входная емкость, пФ, не более	$1,0 \pm 0,1$ 45
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала генератора сигналов, Гц (кГц, МГц): в диапазоне частот от 0,01 Гц до 10 кГц при значении частоты более 10 кГц	$\pm(0,0001 \cdot F)$ $\pm(0,00005 \cdot F)$
Примечание – U, T, F – значение измеряемой величины напряжения, временного интервала, частоты.	

7.2.2 Идентификация программного обеспечения

7.2.2.1 Версия программного обеспечения (далее – ПО) осциллографа должна быть не ниже v1.0.

7.2.2.2 Для подтверждения соответствия встроенного ПО требуемому номеру версии по 7.2.2.1 сличают с выводимой на экран осциллографа информацию: меню «UTILITY», нажатием кнопки «F2» входят в меню «System Info», считывают версию ПО «SW».

Результаты подтверждения соответствия встроенного ПО осциллографа считают положительными, если номер версии встроенного ПО не ниже v1.0.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение абсолютной погрешности при автоматическом измерении напряжения и при измерении напряжения между курсорами

7.3.1.1 Определение абсолютной погрешности при измерении напряжения между двумя курсорами, установленными оператором, проводят по следующей методике.

Устанавливают следующие режимы работы осциллографа:

- CH1: «Coupling – DC, BW Limit – 20MHz, Volts/Div – Coarse, Invert – OFF, Impedance – 1 MΩ»;

- «ACQUIRE»: «Mode – Average, Averages – 16»;

- «TRIG MENU»: «Type – Edge; Source – CH1; Mode – Auto; Slope – Rise»;

- коэффициент развертки – 400 мкс/дел.

На вход поверяемого осциллографа с выхода « Θ » калибратора осциллографов импульсного И1-9 (далее – калибратор И1-9) подают калиброванный по амплитуде импульсный сигнал. Коэффициент отклонения осциллографа и напряжение сигнала от калибратора И1-9 устанавливают в соответствии с таблицей 7.1. Изменяя уровень синхронизации ручкой LEVEL, добиваются устойчивого изображения сигнала на экране осциллографа.

Таблица 7.1

Напряжение на выходе калибратора И1-9 (генератор Г5-75)	Коэффициент отклонения	Пределы допускаемой абсолютной погрешности	Пределы допускаемых значений на экране осциллографа при определении абсолютной погрешности
6 мВ	1 мВ/дел	$\pm 0,18 \text{ мВ}$	от 5,82 мВ до 6,18 мВ
12 мВ	2 мВ/дел	$\pm 0,36 \text{ мВ}$	от 11,64 мВ до 12,36 мВ
30 мВ	5 мВ/дел	$\pm 0,60 \text{ мВ}$	от 29,40 мВ до 30,60 мВ
60 мВ	10 мВ/дел	$\pm 1,20 \text{ мВ}$	от 58,80 мВ до 61,20 мВ
120 мВ	20 мВ/дел	$\pm 2,40 \text{ мВ}$	от 117,60 мВ до 122,40 мВ
300 мВ	50 мВ/дел	$\pm 6,00 \text{ мВ}$	от 294,00 мВ до 306,00 мВ
600 мВ	100 мВ/дел	$\pm 12,00 \text{ мВ}$	от 588,00 мВ до 612,00 мВ
1,2 В	200 мВ/дел	$\pm 0,024 \text{ В}$	от 1,18 В до 1,22 В
3 В	500 мВ/дел	$\pm 0,06 \text{ В}$	от 2,94 В до 3,06 В

Окончание таблицы 7.1

Напряжение на выходе калибратора И1-9 (генератор Г5-75)	Коэффициент отклонения	Пределы допускаемой абсолютной погрешности	Пределы допускаемых значений на экране осциллографа при определении абсолютной погрешности
6 В (при входном сопротивлении 1 МОм)	1 В/дел	±0,12 В	от 5,88 В до 6,12 В
4 В (при входном сопротивлении 50 Ом)	1 В/дел	±0,08 В	от 3,92 В до 4,08 В
12 В	2 В/дел	±0,24 В	от 11,76 В до 12,24 В
30 В	5 В/дел	±0,60 В	от 29,40 В до 30,60 В
60 В	10 В/дел	±1,20 В	от 58,80 В до 61,20 В
6 В	1 В/дел (100 мВ/дел с делителем 1:10)	±0,24 В	от 5,76 В до 6,24 В

Абсолютную погрешность осциллографа Δ , мВ (В), определяют по формуле

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{уст}}, \quad (1)$$

где $U_{\text{изм}}$ – измеренное значение амплитуды сигнала, мВ (В);

$U_{\text{уст}}$ – значение напряжение на выходе калибратора И1-9 (генератора Г5-75), мВ (В).

Нажатием кнопки CURSOR включают курсоры, нажатием кнопки «F1» выбирают канал для проведения измерений, кнопкой «F3» – вид курсоров «Amplitude». Ручкой «V» совмещают горизонтальные курсоры с плоскими участками вершины и начального уровня на изображении импедансов и считывают в окне результатов курсорных измерений показания «|B-A|». Переключение курсоров осуществляется ручкой «V». Измерения проводят для всех коэффициентов отклонения, приведенных в таблице 7.1.

Аналогичные измерения проводят для всех каналов.

7.3.1.2 Определение абсолютной погрешности при автоматическом измерении напряжения проводят путем подачи на вход поверяемого осциллографа калибровочного напряжения частотой 1 кГц с выхода «» калибратора И1-9. Коэффициент отклонения осциллографа и напряжение сигнала от калибратора И1-9 устанавливают в соответствии с таблицей 7.1. При коэффициентах отклонения 1; 2; 5 мВ/дел используют фильтр УФЦИ.468548.001-03 из комплекта ЗИП осциллографа. В меню «CH1 (CH2, CH3, CH4)» устанавливают «BW Limit – 20 MHz», в меню «MEASURE» устанавливают «MasterSet – CH1 (CH2, CH3, CH4), User Def – выбрать измерение Amplitude».

Из-за большого уровня шума на сигнале при коэффициентах отклонения 1; 2; 5 мВ/дел осциллограф может не измерить амплитуду сигнала в автоматическом режиме. В таком случае включают девиацию на калибраторе И1-9 и вращением ручки «ДЕВИАЦИЯ, КАЛИБРАТОР НАПРЯЖЕНИЯ» устанавливают размер изображения, равный 6 делениям шкалы экрана осциллографа. Погрешность коэффициентов отклонения, в процентах, отсчитывают непосредственно по шкале калибратора И1-9.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки заносят в протокол, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Б.

8.2 При положительных результатах поверки осциллографов на них наносит знак поверки и (или) выдают свидетельство о поверке:

- для осциллографов, применяемых при измерениях в сфере законодательной метрологии, по форме, установленной [3];

- для осциллографов, применяемых при измерениях вне сферы законодательной метрологии, по форме, установленной ТКП 8.007.

8.3 При отрицательных результатах первичной поверки осциллографов выдают заключение о непригодности:

- для осциллографов, применяемых при измерениях в сфере законодательной метрологии, по форме, установленной [3];

- для осциллографов, применяемых при измерениях вне сферы законодательной метрологии, по форме, установленной ТКП 8.007.

При отрицательных результатах последующей поверки осциллографов выдают заключение о непригодности:

- для осциллографов, применяемых при измерениях в сфере законодательной метрологии, по форме, установленной [3];

- для осциллографов, применяемых при измерениях вне сферы законодательной метрологии, по форме, установленной ТКП 8.007. Ранее нанесенный знак поверки подлежит уничтожению путем приведения его в состояние, непригодное для дальнейшего применения, предыдущее свидетельство о поверке прекращает свое действие.

непосредственным измерением при помощи вольтметра универсального цифрового В7-40 (далее – вольтметр В7-40) и измерителя L, C, R цифрового Е7-12.

Измерения проводят при коэффициентах отклонения 50 мВ/дел; 1; 2 В/дел при открытом входе («Coupling – DC», «Impedance – 1MΩ (50Ω)»). Проверку параметров входа внешней синхронизации проводят в режиме внешней синхронизации.

Примечание – При измерении сопротивления вольтметр В7-40 подключают на вход отрицательной полярностью.

Результаты поверки считают положительными, если значения входного сопротивления и входной емкости осциллографа соответствуют требованиям, приведенным в приложении А.

7.3.5 Определение абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала генератора сигналов

Определение абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала генератора сигналов проводят на частотах 0,01 Гц, 10 кГц и 50 МГц в следующей последовательности.

К выходу осциллографа «AWG CHA» подключают частотомер электронно-счетный ЧЗ-63.

Нажимают кнопку AWG, устанавливают «Channel Setting: Load – HighZ» и параметры сигнала: «Wave – Sine; Freq – 10 mHz; Amp – 1 Vpp; Phase – 0.00 °».

Абсолютную погрешность установки частоты выходного сигнала генератора сигналов Δ_F , кГц, МГц, определяют по формуле

$$\Delta_F = F_{уст} - \frac{1}{T_{изм}}, \quad (4)$$

где $T_{изм}$ – измеренное значение периода сигнала, с;

$F_{уст}$ – установленное значение частоты сигнала на выходе, Гц.

Повторяют измерения для выхода осциллографа «AWG CHB».

Результаты поверки считают положительными, если значения абсолютной погрешности частоты выходного сигнала генератора сигналов соответствуют требованиям, приведенным в приложении А.

Изображение сигнала должно располагаться симметрично относительно центральной горизонтальной линии шкалы экрана осциллографа.

Поверку проводят при размере изображения, равном 6 делениям шкалы экрана осциллографа, для всех коэффициентов отклонения.

Результаты измерения амплитуды импульса считывают с экрана осциллографа.

Абсолютную погрешность осциллографа определяют по формуле (1).

Определение абсолютной погрешности при автоматическом измерении напряжения при входном сопротивлении 50 Ом (CH1 (CH2, CH3, CH4): «Impedance – 50Ω») проводят для всех каналов путем подачи на вход поверяемого осциллографа напряжения частотой 1 кГц с выхода генератора импульсов точной амплитуды Г5-75 (далее – генератор Г5-75), контролируя выходное напряжение вольтметром универсальным цифровым В7-54/2 (далее – вольтметр В7-54/2) по следующей методике:

а) устанавливают на вольтметре В7-54/2 режим измерения напряжения постоянного тока;

б) устанавливают на генераторе Г5-75 режим внутреннего запуска, для чего:

- нажимают кнопку ПОЛЕ и наблюдают над ней включение светодиода;

- нажимают кнопку «» и наблюдают включение светодиода «»;

- нажимают кнопку ПОЛЕ и наблюдают под ней включение светодиода;

- устанавливают следующие параметры сигнала: T – 10 мкс, τ – 5 мкс, D – 0, K – 2;

в) устанавливают на генераторе Г5-75 режим постоянного тока, полярность положительная, для чего:

- нажимают кнопку ПОЛЕ и наблюдают над ней включение светодиода;

- нажимают кнопку «» и наблюдают включение светодиода «»;

- нажимают кнопку « 2»;

- нажимают кнопку ПОЛЕ, должен включиться светодиод под этой кнопкой;

- устанавливают при помощи кнопок «1» – «9» генератора Г5-75 напряжение в соответствии с таблицей 7.1, контролируя его вольтметром В7-54/2;

г) устанавливают на генераторе Г5-75 режим внутреннего запуска, для чего:

- нажимают кнопку ПОЛЕ и наблюдают над ней включение светодиода;

- нажимают кнопку СБРОС;

д) считывают с экрана осциллографа результаты измерения амплитуды импульса.

Коэффициенты отклонения устанавливают в диапазоне от 1 мВ/дел до 1 В/дел.

При проверке значений коэффициентов отклонения 1; 2; 5; 10 мВ/дел используют аттенуатор 40 dB, при проверке значений коэффициентов отклонения 20; 50; 100 мВ/дел – аттенуатор 20 dB.

Абсолютную погрешность осциллографа определяют по формуле (1).

Результаты поверки считают положительными, если значения абсолютной погрешности при автоматическом измерении напряжения на всех значениях коэффициентов отклонения находятся в пределах допускаемых значений, приведенных в таблице 7.1, и соответствуют требованиям, приведенным в приложении А.

7.3.2 Проверка полюсы пропускания

При проверке полюсы пропускания устанавливают следующие режимы работы осциллографа:

- CH1 (CH2, CH3, CH4): «Coupling – AC, Vols/Div – Coarse, Impedance – 50Ω, Probe – 1x»;
- «TRIG MENU»: «Type – Edge; Source – CH1 (CH2, CH3, CH4); Mode – Auto; Slope – Rise»;
- в меню «ACQUIRE»: «Mode – Average; Averages – 16»;

«MEASURE» выбрать: MasterSet – CH1 (CH2, CH3, CH4), User Def – ручкой «↻» выбрать «Pk-Pk», кнопкой MENU закрыть окно выбора параметра.

Устанавливают коэффициент отклонения канала CH1 50 мВ/дел и коэффициент развертки 1 мкс/дел.

С выхода генератора сигналов высокочастотного Г4-176 (далее – генератор Г4-176) подают сигнал синусоидальной формы частотой 1 МГц и размахом 3 – 5 делений экрана осциллографа. Изменяя уровень синхронизации ручкой LEVEL, добиваются устойчивого изображения сигнала на экране осциллографа. Фиксируют значение амплитуды U_{оп} сигнала.

Далее устанавливают частоту сигнала генератора Г4-176 значением 500 МГц и коэффициент развертки 1 нс/дел. Измеряют амплитуду сигнала U_{изм}.

Определяют неравномерность амплитудно-частотной характеристики (далее – АЧХ) А, дБ, по формуле

$$A = 20 \lg \frac{U_{оп}}{U_{изм}} \quad (2)$$

Повторяют измерения при коэффициенте отклонения 1 В/дел.

Аналогичные измерения проводят для всех каналов.

Результаты проверки считают положительными, если значение неравномерности АЧХ не более 3 дБ, что соответствует полюсе пропускания не менее 500 МГц и соответствует требованиям, приведенным в приложении А.

7.3.3 Определение абсолютной погрешности при измерении временных интервалов в автоматическом режиме и при измерении с помощью курсоров

7.3.3.1 Определение абсолютной погрешности при измерении временных интервалов в автоматическом режиме и при измерении с помощью курсоров проводят при коэффициенте развертки 2 нс/дел; 1 мкс/дел; 1 с/дел.

Измерения проводят на центральной горизонтальной линии шкалы экрана осциллографа. Сигнал с выхода «» калибратора И1-9 подают на вход канала CH1. Размер изображения по вертикали устанавливают удобным для наблюдения. Период сигнала устанавливают в соответствии с таблицей 7.3. Выбирают измерение периода сигнала (меню «MEASURE»: MasterSet – CH1, User Def – выбрать: Period, нажать кнопку MENU).

Для определения абсолютной погрешности при измерении временных интервалов для коэффициента развертки 1 нс/дел на вход канала CH1 подают сигнал с выхода «» калибратора И1-9 через нагрузку 50 Ом.

Период сигнала устанавливают в соответствии с таблицей 7.3. Включают режим «Average» («ACQUIRE»: «Mode – Average, Averages – 16»).

Результат измерения периода сигнала считывают с экрана осциллографа.

Абсолютную погрешность осциллографа Δ, не (мкс, с), определяют по формуле

$$\Delta = T_{изм} - T_{уст}, \quad (3)$$

где T_{изм} – измеренное значение периода сигнала, не (мкс, с);

T_{уст} – значение периода сигнала на выходе калибратора И1-9, не (мкс, с).

Таблица 7.3

Коэффициент развертки	Период сигнала на выходе калибратора И1-9	Пределы допускаемой абсолютной погрешности	Пределы допускаемых значений определений абсолютной погрешности
2 нс/дел	10 нс	±0,10 нс	от 9,90 нс до 10,10 нс
1 мкс/дел	5 мкс	±0,05 мкс	от 4,95 мкс до 5,05 мкс
1 с/дел	5 с	±0,05 с	от 4,95 с до 5,05 с

7.3.3.2 Определение абсолютной погрешности измерения временных интервалов с помощью курсоров проводят следующим образом: выбирают канал, в котором будут проводиться измерения, кнопкой CURSOR включают режим курсорных измерений и выбирают временные измерения «Time». При этом на экране осциллографа появятся вертикальные курсоры.

Ручкой « POSITION» выбранного канала совмещают середину нарастающего (спадающего) участка изображения сигнала (точку наибольшей крутизны) с центральной горизонтальной линией шкалы экрана осциллографа. Вертикальные курсоры ручкой «» устанавливают в точки пересечения центральной горизонтальной линии экрана осциллографа с нарастающими (спадающими) участками на периоде сигнала. Считывают с экрана осциллографа результаты измерения интервала между курсорами «|B-A|».

Абсолютную погрешность осциллографа Δ, не (мкс, с), определяют по формуле (3).

Результаты проверки считают положительными, если значения абсолютной погрешности при измерении временных интервалов в автоматическом режиме и при измерении с помощью курсоров находятся в пределах допускаемых значений, приведенных в таблице 7.3, и соответствуют требованиям, приведенным в приложении А.

7.3.4 Определение входного сопротивления и входной емкости каналов входов каналов вертикального отклонения и входа внешней синхронизации

Определение входного сопротивления и входной емкости входов каналов вертикального отклонения и входа внешней синхронизации осциллографа проводят