

СОГЛАСОВАНО
 Директор
 Унитарного предприятия «Завод СВТ»
В.А. Миклашевич
 В.А. Миклашевич
 «05» 02 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ
 Первый заместитель директора –
 руководитель Центра эталонов,
 поверки и калибровки БелГИМ
А.С. Волюнец
 А.С. Волюнец
 «10» 02 2023 г.

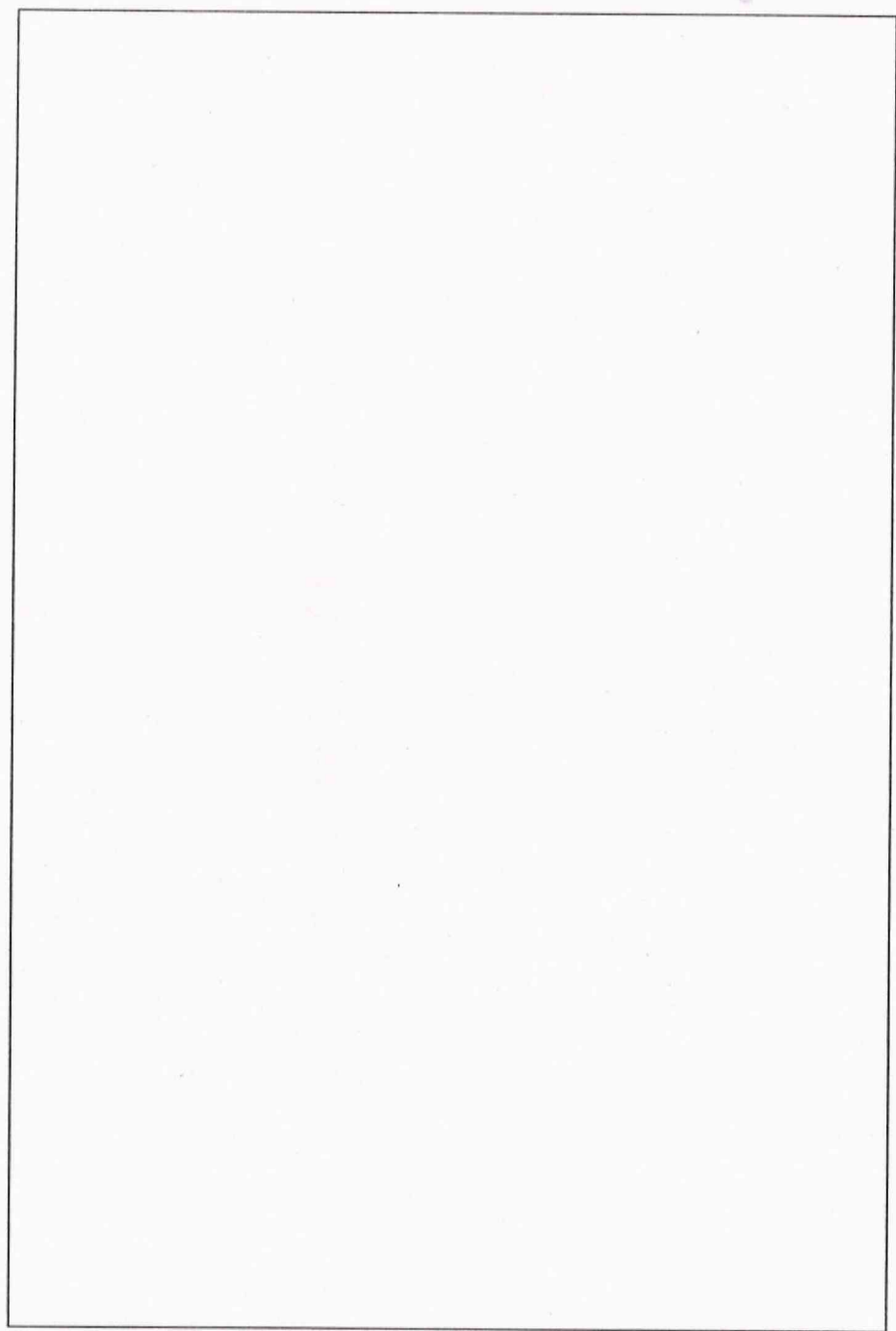
Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

ОСЦИЛЛОГРАФЫ
 С8-46/5, С8-46/6, С8-46/7, С8-46/8

Методика поверки
 УФЦИ.411161.002-01 МП
 МРБ МП.3526-2023

Разработчик:
 Главный конструктор
 Унитарного предприятия «Завод СВТ»
С.А. Качаев
 С.А. Качаев
 «9» февраля 2023 г.

Инд. № подл.	1794
Подпись и дата	<i>01.03.23</i>
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подпись и дата	





ЕАИС

Система обеспечения единства измерений
Республики Беларусь

ОСЦИЛЛОГРАФЫ

С8-46/5, С8-46/6, С8-46/7, С8-46/8

Методика поверки
УФЦИ.411161.002-01 МП
МРБ МП.3526-2023

Библиография

- [1] ТУ ВУ 190737825.004-2011 Осциллографы С8-46/5, С8-46/6, С8-46/7, С8-46/8.
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] УФЦИ.411161.002-02 РЭ Осциллографы С8-46/5, С8-46/6, С8-46/7, С8-46/8.
Руководство по эксплуатации

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 электрической прочности изоляции	8
7.2.2 Проверка перемещения луча по вертикали	8
7.2.3 Идентификация программного обеспечения	9
7.3 Определение метрологических характеристик.....	9
7.3.1 Определение основной относительной погрешности при автоматическом измерении напряжения и при измерении напряжения между курсорами.....	9
7.3.2 Определение времени нарастания переходной характеристики.....	11
7.3.3 Определение полосы пропускания.....	12
7.3.4 Определение основной относительной погрешности при измерении временных интервалов в автоматическом режиме и при измерении с помощью курсоров	13
7.3.5 Определение входного активного сопротивления и входной емкости входов каналов вертикального отклонения и входа внешней синхронизации	14
7.3.6 Проверка диапазона частот внутренней и внешней синхронизации.....	14
8 Оформление результатов поверки	16
Приложение А (обязательное) Обязательные метрологические требования	17
Приложение Б (рекомендуемое) Форма протокола поверки.....	18
Библиография	22



Вводная часть

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на осциллографы С8-46/5, С8-46/6, С8-46/7, С8-46/8 (далее – осциллографы), выпускаемые по [1], и устанавливает методы и средства первичной и последующих поверок.

Осциллографы предназначены для исследования, регистрации формы и измерения параметров однократных и периодических электрических сигналов в диапазоне частот от 0,6 Гц до 70 МГц для С8-46/5, до 100 МГц для С8-46/6, до 150 МГц для С8-46/7, до 200 МГц для С8-46/8.

Обязательные метрологические требования к характеристикам осциллографов 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 427-2022 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.

Б.3.3.4 Определение погрешности при измерении временных интервалов в автоматическом режиме и при измерении с помощью курсоров

Таблица Б.5

Коэффициент развертки	Период сигнала на выходе калибратора ИИ-9	Измеренное значение		Пределы допускаемых значений
		при автоматических измерениях	при курсорных измерениях	
2 ns/дел	10 ns			от 9,8 ns до 10,2 ns
1 μ s/дел	5 μ s			от 4,9 μ s до 5,1 μ s
1 ms/дел	5 ms			от 4,9 ms до 5,1 ms
1 s/дел	5 s			от 4,9 s до 5,1 s

Б.3.3.5 Определение входного активного сопротивления и входной емкости входов каналов вертикального отклонения и входа внешней синхронизации

Таблица Б.6 Параметры входов каналов

Коэффициент отклонения	Входное сопротивление, МОм		Допускаемое значение, МОм	Входная емкость, пФ		Допускаемое значение, не более, пФ
	Канал			Канал		
	CH1	CH2		CH1	CH2	
5 mV/дел			1,00 \pm 0,02			21
50 mV/дел						
500 mV/дел						
5 V/дел						

Таблица Б.7 Параметры входа внешней синхронизации

Параметр	Измеренное значение	Допускаемое значение
Входное сопротивление, МОм		1,0 \pm 0,1
Входная емкость, не более, пФ		21

Б.3.3.6 Проверка диапазона частот внутренней и внешней синхронизации _____

_____ соответствует/не соответствует

Заключение по результатам проверки:

Заключение: _____
соответствует/не соответствует

Свидетельство (заключение о непригодности) № _____

Поверитель _____
подпись

_____ расшифровка подписи

Б.3.3.2 Определение времени нарастания переходной характеристики

Таблица Б.3

Коэффициент отклонения	Время нарастания, нс	
	17,5 (1 мV, 2 мV), 5,0 (0,005-5 V) – C8-46/5, 3,5 (0,005-5 V) – C8-46/6, 2,4 (0,005-5 V) – C8-46/7, 1,8 (0,005-5 V) – C8-46/8 с внешним делителем 1:10:	
	17,9 (1 мV, 2 мV) 7,1 (0,005-5 V) – C8-46/5, 5,0 (0,005-5 V) – C8-46/6, 3,4 (0,005-5 V) – C8-46/7, 2,53 (0,005-5 V) – C8-46/8	
	Канал CH1	Канал CH2
1 мV/дел		
2 мV/дел		
5 мV/дел		
10 мV/дел		
20 мV/дел		
50 мV/дел		
100 мV/дел		
200 мV/дел		
500 мV/дел		
1 V/дел		
2 V/дел		
5 V/дел		
1 V/дел (100 мV/дел с внешним делителем 1:10)		

Б.3.3.3 Определение полосы пропускания

Таблица Б.4

Частота, МГц	Коэффициент развертки	допуска- емая, не более	Неравномерность АЧХ, дБ					
			измеренная					
			CH1			CH2		
			20 мV/дел	200 мV/дел	1 V/дел	20 мV/дел	200 мV/дел	1 V/дел
0,1	5 μ s	3						
10,0	50 ns							
70,0	10 ns							
100,0	5 ns							
150,0	2 ns							
200,0	2 ns							

2 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

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 электрической прочности изоляции	7.2.1	Да	Нет
3.2 Проверка перемещения луча по вертикали	7.2.2	Да	Да
3.3 Идентификация программного обеспечения	7.2.3	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик	7.3	Да	Да
4.1 Определение основной относительной погрешности при автоматическом измерении напряжения и при измерении напряжения между курсорами	7.3.1	Да	Да
4.2 Определение времени нарастания переходной характеристики	7.3.2	Да	Да
4.3 Определение полосы пропускания	7.3.3	Да	Да
4.4 Определение основной относительной погрешности при измерении временных интервалов в автоматическом режиме и при измерении с помощью курсоров	7.3.4	Да	Да
4.5 Определение входного активного сопротивления и входной емкости входов каналов вертикального отклонения и входа внешней синхронизации	7.3.5	Да	Да
4.6 Проверка диапазона частот внутренней и внешней синхронизации	7.3.6	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
6.2	Термогигрометр UNITESS THB 1: - диапазон измерения температуры от 0 °С до 50 °С; - пределы допускаемой погрешности измерения температуры $\pm 0,3$ °С; - диапазон измерения относительной влажности от 10 % до 90 %; - пределы допускаемой погрешности измерения влажности ± 3 %; - диапазон измерения атмосферного давления от 86 до 106 кПа; - пределы допускаемой погрешности измерения давления $\pm 0,2$ кПа.
7.2.1	Универсальная пробойная установка УПУ-10: - выходное напряжение от 0 до 1500 В; - пределы допускаемой погрешности ± 10 %; - частота от 45 до 50 Гц.
7.2.2	Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-112/1: - частота от 10 Гц до 10 МГц; - пределы допускаемой погрешности ± 5 %.
7.3.1, 7.3.4	Калибратор осциллографов импульсный И1-9: - диапазон напряжений от 30 мкВ до 100 В; - период сигнала от 10 нс до 10 с.
7.3.2	Генератор испытательных импульсов И1-14: - длительность фронта импульса не более 1 нс; - амплитуда 20 В.
7.3.2	Генератор испытательных импульсов И1-15: - длительность фронта импульса не более 0,25 нс; - амплитуда 10 В.
7.3.3, 7.3.6	Генератор сигналов высокочастотный Г4-176: - частота от 0,1 МГц до 1020 МГц; - пределы допускаемой погрешности $\pm 1,5 \cdot 10^{-5}$ %.
7.3.5	Вольтметр универсальный цифровой В7-40: - диапазон измерения напряжения от 0 до 10 В; - диапазон измеряемых сопротивлений от 0,5 Ом до 2 МОм.
7.3.5	Измеритель емкости и индуктивности высокочастотный Е7-12: - диапазон измерения емкости $\pm (0,001 \text{ пФ} - 100 \text{ нФ})$; - допускаемая основная погрешность измерения емкости $0,3\% + 4 \text{ ед. сч.}$
7.3.6	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110: - частота сигналов от 0,01 Гц до 1999999,99 Гц; - пределы допускаемой погрешности $\pm 3 \cdot 10^{-7}$ %.
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 Определение метрологических характеристик

Б.3.3.1 Определение погрешности при автоматическом измерении напряжения и при измерении напряжения между курсорами

Таблица Б.2

Коэффициент отклонения	Напряжение на выходе калибратора И1-9	$U_{изм}$				Пределы допускаемых значений
		Канал СН1		Канал СН2		
		Авт.	Курс.	Авт.	Курс.	
6 мВ	1 мV/дел					от 5,76 мV до 6,24 мV
2 мV/дел	12 мV					от 11,52 мV до 12,48 мV
5 мV/дел	30 мV					от 29,10 мV до 30,90 мV
10 мV/дел	60 мV					от 58,20 мV до 61,80 мV
20 мV/дел	120 мV					от 116,40 мV до 123,60 мV
50 мV/дел	300 мV					от 291,00 мV до 309,00 мV
100 мV/дел	600 мV					от 582,00 мV до 618,00 мV
200 мV/дел	1,2 V					от 1,16 V до 1,24 V
500 мV/дел	3 V					от 2,91 V до 3,09 V
1 V/дел	6 V					от 5,82 V до 6,18 V
2 V/дел	12 V					от 11,64 V до 12,36 V
5 V/дел	30 V					от 29,10 V до 30,90 V
10 V/дел	60 V					от 58,20 V до 61,80 V
20 V/дел	100 V					от 97,00 V до 103,00 V
1 V/дел (100 мV/дел с внешним делителем 1:10)	6 V					от 5,64 V до 6,36 V

Приложение Б
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки

Протокол № _____
поверки осциллографа С8-46/ _____

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.3526-2023.

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 Электрическая прочность изоляции _____
соответствует/не соответствует

Б.3.2.2 Проверка перемещения луча по вертикали _____
соответствует/не соответствует

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 поверяемые осциллографы [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 IEC 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, % | от 30 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 осциллографов в помещении поверочной лаборатории (на месте эксплуатации) устанавливают термогигрометр UNITESS THB 1 и снимают его показания с последующим внесением их в протокол поверки по форме, приведенной в приложении Б;

- осциллографы должны быть выдержаны 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:

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

6.4 При проведении поверки следует использовать комплект принадлежностей из комплекта поставки осциллографа.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

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


- отсутствие механических повреждений, влияющих на их работоспособность;
- прочность крепления органов управления и подключения, четкость фиксации их положения;
- наличие комплекта принадлежностей и ЭД согласно [4] (раздел 1);
- чистота и исправность соединительных разъемов;
- отсутствие дефектов лакокрасочных покрытий и четкость маркировки.

7.1.2 Осциллографы должны соответствовать всем требованиям 7.1.1.

7.2 Опробование

7.2.1 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции осциллографа проводят при помощи универсальной пробойной установки УПУ-10 следующим образом:

- подают испытательное напряжение 1350 В частотой 50 Гц между сетевыми зажимами, соединенными между собой, с одной стороны, и всеми доступными токопроводящими частями с другой стороны, начиная со значения рабочего напряжения 230 В с погрешностью не более 10 %;
- повышают значение испытательного напряжения до установленного значения в течение 2 с и выдерживают не менее 2 с. Осциллограф не должен быть подключен к источнику питания, но кнопка «» должна быть нажата;

- после испытания разряжают цепи, содержащие конденсаторы.

Результаты проверки электрической прочности изоляции считают положительными, если во время проверки не произошло разрядов или повторяющихся поверхностных пробоев, сопровождающихся резким возрастанием тока в цепи. Появление «коронных» разрядов или шума не является признаком отрицательных результатов проверки.

7.2.2 Проверка перемещения луча по вертикали

Проверку перемещения луча по вертикали проводят путем подачи на вход каналов 1 (СН1) и 2 (СН2) синусоидального сигнала от генератора сигналов низкочастотного ГЗ-112/1 (далее – генератор ГЗ-112/1) частотой 1 кГц.

Устанавливают следующие режимы работы осциллографа:

- Канал1 (СН1): «Развязка – Перем 1МОм, Вольт/Дел – Грубо, Пробник – 1×, Ед. изм – В»;
- «Запуск (TRIG MENU)»: «Тип – Фронт; Источник – Канал1; Развязка – Перем; Режим – Авто; Тип фронта – Растущий»;
- коэффициент отклонения – 5 мВ/дел;

**Приложение А
(обязательное)**

**Обязательные метрологические требования к характеристикам
осциллографов**

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

Таблица А.1

Наименование	Значение
Диапазон коэффициентов отклонения каналов вертикального отклонения	от 1 мВ/дел до 20 В/дел
Пределы допускаемой основной относительной погрешности осциллографа при автоматическом измерении напряжения и при измерении напряжения между курсорами, %, для коэффициентов отклонения: 1 мВ/дел, 2 мВ/дел от 5 мВ/дел до 20 В/дел	± 4 ± 3
Пределы допускаемой основной относительной погрешности осциллографа при автоматическом измерении напряжения и при измерении напряжения между курсорами с делителем 1:10, %	± 6
Время нарастания переходной характеристики, нс, не более, для коэффициентов отклонения: 1 мВ/дел, 2 мВ/дел от 5 мВ/дел до 5 В/дел: для С8-46/5 для С8-46/6 для С8-46/7 для С8-46/8	17,5 5,0 3,5 2,4 1,8
Полоса пропускания, МГц, не менее: для С8-46/5 для С8-46/6 для С8-46/7 для С8-46/8	70 100 150 200
Диапазон коэффициентов развертки	от 2 нс/дел до 50 с/дел
Пределы допускаемой основной относительной погрешности осциллографа при измерении временных интервалов в автоматическом режиме и при измерении с помощью курсоров, %	± 2
Параметры входа внешней синхронизации: входное активное сопротивление, МОм входная емкость, пФ, не более	$1,0 \pm 0,1$ 21
Параметры входов каналов вертикального отклонения: входное активное сопротивление, МОм входная емкость, пФ, не более	$1,00 \pm 0,02$ 21
Диапазон частот внутренней и внешней синхронизации: для С8-46/5 для С8-46/6 для С8-46/7 для С8-46/8	от 0,6 Гц до 70 МГц от 0,6 Гц до 100 МГц от 0,6 Гц до 150 МГц от 0,6 Гц до 200 МГц

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 наносят 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 в технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений, локальных правовых актах юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющих поверку.

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 в технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений, локальных правовых актах юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющих поверку.

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 в технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений, локальных правовых актах юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющих поверку, ранее нанесенный знак поверки подлежит уничтожению путем приведения его в состояние, непригодное для дальнейшего применения, предыдущее свидетельство прекращает свое действие.

- коэффициент развертки – 500 $\mu\text{s}/\text{дел}$;

Устанавливают размах изображения сигнала по вертикали 8 делений. Ручкой « ∇ POSITION» совмещают верхнюю и нижнюю часть изображения сигнала с центральной горизонтальной линией экрана жидкокристаллического индикатора (далее – ЖКИ).

Повторяют проверку для коэффициентов отклонения 50; 500 $\text{mV}/\text{дел}$; 2 $\text{V}/\text{дел}$.

Проверку выполняют для всех каналов.

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

7.2.3 Идентификация программного обеспечения

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

7.2.3.2 Для подтверждения соответствия встроенного ПО требуемому номеру версии по 7.2.3.1 слияют с выводимой на экран ЖКИ осциллографа информацию: меню «УТИЛИТЫ (UTILITY)», нажатием кнопки «F1» входят в меню «Систем устан», далее нажатием кнопки «F2» входят в меню «Сист инфо (System Information)», считывают версию ПО «Software Version».

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

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение основной относительной погрешности при автоматическом измерении напряжения и при измерении напряжения между курсорами

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

Устанавливают следующие режимы работы осциллографа:

- канал I (CH1): «Развязка – Пост ИМОм, Вольт/Дел – Грубо, Пробник – 1 \times , Инверсия – Выкл, Ед. изм – В»;

- «СБОР ДАННЫХ (ACQUIRE)»: «Режим – Усредн, Усреднение - 16»; (количество усреднений устанавливается ручкой « \curvearrowright »)

- «ЗАПУСК (TRIG MENU)»: «Тип – Фронт; Источник – Канал I; Режим – Авто; Тип фронта – Растущий»;

- установить коэффициент развертки – 500 μs .

На вход поверяемого осциллографа с выхода « Θ » калибратора осциллографов импульсного ИИ-9 (далее – калибратор ИИ-9) подают калиброванный по амплитуде импульсный сигнал. 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 принадлежностей осциллографа. Изменяя уровень синхронизации ручкой LEVEL, добиваются устойчивого изображения сигнала на экране ЖКИ.

Таблица 7.1

Напряжение на выходе калибратора И1-9	Коэффициент отклонения	Допускаемые значения на экране ЖКИ при определении основной относительной погрешности
6 мВ	1 мВ/дел	от 5,76 мВ до 6,24 мВ
12 мВ	2 мВ/дел	от 11,52 мВ до 12,48 мВ
30 мВ	5 мВ/дел	от 29,10 мВ до 30,90 мВ
60 мВ	10 мВ/дел	от 58,20 мВ до 61,80 мВ
120 мВ	20 мВ/дел	от 116,40 мВ до 123,60 мВ
300 мВ	50 мВ/дел	от 291,00 мВ до 309,00 мВ
600 мВ	100 мВ/дел	от 582,00 мВ до 618,00 мВ
1,2 В	200 мВ/дел	от 1,16 В до 1,23 В
3 В	500 мВ/дел	от 2,91 В до 3,09 В
6 В	1 В/дел	от 5,82 В до 6,18 В
12 В	2 В/дел	от 11,64 В до 12,36 В
30 В	5 В/дел	от 29,10 В до 30,90 В
60 В	10 В/дел	от 58,20 В до 61,80 В
100 В	20 В/дел	от 97,00 В до 103,00 В
6 В	1 В/дел (100 мВ/дел с внешним делителем 1:10)	от 5,64 В до 6,36 В

Включают курсоры нажатием кнопки CURSOR и устанавливают нажатием кнопки «F1» «Тип – Амплитуда». Ручкой «↶» совмещают горизонтальные маркеры с плоскими участками вершины и начального уровня на изображении импульсов и считывают в окне результатов курсорных измерений показания «|B-A|». Переключение маркеров осуществляется кнопкой SELECT. Проводят измерения для всех коэффициентов отклонения, приведенных в таблице 7.1.

Аналогичные измерения проводят для канала 2 (CH2).

7.3.1.2 Определение допускаемой основной относительной погрешности при автоматическом измерении напряжения проводят для каналов 1 (CH1) и 2 (CH2) 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 принадлежностей осциллографа. В меню «ИЗМЕРЕНИЯ (MEASURE)» «Главный экран – Канал1 (Канал2), Польз парам – выбирают измерение **Ampl**».

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

низация остается устойчивой. Проверку начинают с частоты сигнала генератора, отличающейся от граничных значений на 10 %.

Таблица 7.4

Проверяемый параметр	Вид синхронизации	Размах сигнала, дел	Частота сигнала	Тип генератора	Положение переключателя	
					«VOLTS/DIV»	«SEC/DIV»
Диапазон частот синхронизации	Внутр.	2	0,6 Гц	Г3-110 Г4-176	«5 mV»	«1 s»
		2	70 МГц – С8-46/5			«10 ns»
			100 МГц – С8-46/6			«10 ns»
			150 МГц – С8-46/7			«2 ns»
		200 МГц – С8-46/8	«2 ns»			
Диапазон частот синхронизации	Внеш.	5	0,6 Гц	Г3-110 Г4-176	«0,2 V»	«1 s»
		5	70 МГц – С8-46/5			«10 ns»
			100 МГц – С8-46/6			«10 ns»
			150 МГц – С8-46/7			«2 ns»
		200 МГц – С8-46/8	«2 ns»			

Результаты проверки считают положительными, если нестабильность синхронизации не превышает 0,2 деления.

вают на экране ЖКИ результат измерения интервала между курсорами «|B-A|» в окне X.

Результаты поверки считают положительными, если показания осциллографа при измерении временных интервалов в автоматическом режиме и при измерении с помощью курсоров находятся в пределах значений, приведенных в таблице 7.3.

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

Определение входного активного сопротивления и входной емкости входов каналов вертикального отклонения 1 (CH1) и 2 (CH2) и входа внешней синхронизации осциллографа проводят непосредственным измерением при помощи вольтметра универсального цифрового В7-40 (далее – вольтметр В7-40) и измерителя емкости и индуктивности высокочастотного Е7-12.

Измерения проводят при коэффициентах отклонения 5; 50; 500 мВ/дел; 5; 10 В/дел при открытом входе («Развязка – Пост ИМОм»). 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.

7.3.6 Проверка диапазона частот внутренней и внешней синхронизации

Устанавливают следующие режимы работы осциллографа:

- Канал1 (CH1) (Канал2 (CH2)): «Развязка – Перем ИМОм; Фильтр полосы – Выключен; Вольт/Дел – Грубо; Пробник – 1×; Инверсия – ВЫКЛ»;
- ЗАПУСК (TRIG MENU): «Тип – Фронт; Источник – Канал1 (Канал2) (EXT); Режим – Авто».

Органы управления поверяемого осциллографа, частоту и амплитуду гармонического сигнала устанавливают в соответствии с таблицей 7.4. При проверке внешней синхронизации сигнал подают на открытый вход одного из каналов и одновременно на вход внешней синхронизации.

Все проверки проводят при запуске от положительного и отрицательного фронтов сигнала синхронизации: ЗАПУСК (TRIG MENU): «Тип фронта – Растущий (Спадающий)». Для получения устойчивой синхронизации необходимо пользоваться ручкой LEVEL.

При проверке синхронизации в точках 0,6 Гц и 10,0 Гц необходимо включить режим синхронизации «Нормал».

Диапазон частот синхронизации проверяют увеличением частоты подаваемого сигнала при определении верхней границы диапазона частот и уменьшением частоты сигнала при определении нижней границы диапазона частот до тех пор, пока синхро-

Поверку проводят при размере изображения, равном шести делениям шкалы экрана ЖКИ для всех положений переключателя «VOLTS/DIV».

Результаты измерения амплитуды импульса считывают с экрана ЖКИ.

Результаты поверки считают положительными, если показания осциллографа при измерении напряжения на всех значениях коэффициента отклонения находятся в пределах значений, приведенных в таблице 7.1.


7.3.2 Определение времени нарастания переходной характеристики

Определение времени нарастания переходной характеристики (далее – ПХ) проводят с помощью генератора испытательных импульсов И1-14 (для С8-46/5, С8-46/6), генератора испытательных импульсов И1-15 (для С8-46/7, С8-46/8) (далее – генератор И1-14 (И1-15) импульсами положительной полярности длительностью не менее 250 ns в обоих каналах поверяемого осциллографа во всех положениях переключателя «VOLTS/DIV». Органы управления осциллографа устанавливают в положения, обеспечивающие устойчивое изображение сигнала на экране ЖКИ при коэффициенте развертки 2 ns/дел. При коэффициенте отклонения 1 mV/дел и 2 mV/дел коэффициент развертки устанавливается 5 ns/дел.

Устанавливают следующие режимы:


- в меню «Канал1 (CH1) (Канал2 (CH2))»: «Развязка – Пост 1МОм, Вольт/Дел – Грубо, Пробник – 1×, Инверсия – Выкл, Ед. изм – В»;

- в меню «СБОР ДАННЫХ (ACQUIRE)»: «Режим – Усредн; Усреднение - 16; Режим выборки – Эквивалент; Быстр выбор – ВЫКЛ»;

- выбрать измерение времени нарастания в меню «ИЗМЕРЕНИЯ (MEASURE)»: Главный экран – Канал1, кнопкой «F4» открыть окно выбора параметра измерения, ручкой «» выбрать **Rise**, кнопкой «F4» закрыть окно выбора параметра;

- в меню «ЗАПУСК (MENU TRIGGER)»: «Тип – Фронт, Источник – Канал1 (Канал2), Развязка – Перем, Режим – Авто, Тип фронта – Растущий».

Изменяя амплитуду импульса на выходе генератора И1-14 (И1-15), устанавливают размер изображения на экране ЖКИ равным пяти делениям по вертикали. При коэффициенте отклонения 5 V/дел проводят измерение времени нарастания ПХ при размере изображения два деления для С8-46/7, С8-46/8, четыре деления для С8-46/5, С8-46/6. При коэффициенте отклонения 1 mV/дел и 2 mV/дел коэффициент развертки устанавливается 5 ns/дел.

При коэффициенте отклонения 1 V/дел (с учетом программно-установленного делителя 1:10: Канал1 (CH1) (Канал2 (CH2)): «Пробник – 10×») проверяют параметры ПХ, подавая на вход поверяемого осциллографа испытательный импульс через переход ВНС-Т, наконечник и делитель 1:10 из комплекта принадлежностей осциллографа. Используемый при поверке делитель 1:10 должен быть скомпенсирован на выбранном канале осциллографа. Высокочастотную компенсацию проводят на прямоугольном сигнале частотой 1 кГц посредством регулировочного винта на корпусе делителя 1:10. Сигнал подается с выхода «» внутреннего генератора прямоугольных импульсов.

Результаты поверки считают положительными, если измеренные значения времени нарастания ПХ не превышают значений, приведенных в приложении А.

7.3.3 Определение полосы пропускания

При определении полосы пропускания устанавливают следующие режимы работы осциллографа:

- Канал1 (CH1): «Развязка – Перемен. ИМом, Вольт/Дел – Грубо, Пробник – 1х, Ед. изм – В»;

- «Запуск (TRIG MENU)»: «Тип – Фронт; Источник – Канал1; Режим – Авто; Тип фронта – Растущий»;

- в меню «СБОР ДАННЫХ (ACQUIRE)»: «Режим – Усредн; Усреднение -16»;

- выбрать измерение амплитуды в меню «ИЗМЕРЕНИЯ (MEASURE)»: Главный экран – Канал1, кнопкой «F4» открыть окно выбора параметра измерения, ручкой «↻» выбрать **Ampl**, кнопкой «F4» закрыть окно выбора параметра.

Устанавливают коэффициент отклонения канала CH1 20 мВ/дел и коэффициент развертки 5 мкс/дел.

С выхода генератора сигналов высокочастотного Г4-176 подают сигнал синусоидальной формы частотой 0,1 МГц и размахом 5-6 делений. Изменяя уровень синхронизации ручкой LEVEL, добиваются устойчивого изображения сигнала на экране ЖКИ. Фиксируют значение амплитуды $U_{он}$ сигнала.

Далее устанавливают значения частоты сигнала генератора, приведенные в таблице 7.2, и измеряют амплитуду сигнала $U_{изм}$.

Таблица 7.2

Коэффициент развертки	5 мкс/дел	50 нс/дел	10 нс/дел	5 нс/дел	2 нс/дел	2 нс/дел
Частота, МГц	0,1	10	70 *	100 *	150 *	200 *

* Значение верхней граничной частоты полосы пропускания: 70 МГц – для С8-46/5, 100 МГц – для С8-46/6, 150 МГц – для С8-46/7, 200 МГц – для С8-46/8.

Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (далее – АЧХ) А, дБ, определяют по формуле

$$A = 20 \lg \frac{U_{он}}{U_{изм}} \quad (1)$$

Аналогичные измерения проводят для второго канала.

Неравномерность АЧХ в полосе частот: до 70 МГц – для С8-46/5, до 100 МГц – для С8-46/6, 150 МГц – для С8-46/7, до 200 МГц – для С8-46/8 не должна превышать 3 дБ ($A \leq 3$ дБ).

Результаты поверки считают положительными, если полоса пропускания соответствует требованиям, приведенным в приложении А.

7.3.4 Определение основной относительной погрешности при измерении временных интервалов в автоматическом режиме и при измерении с помощью курсоров

7.3.4.1 Определение допускаемой основной относительной погрешности при измерении временных интервалов в автоматическом режиме и при измерении с помощью курсоров проводят при коэффициентах развертки 2 ns/дел; 1 μ s/дел; 1 ms/дел; 1 s/дел.

Измерения проводят на центральной горизонтальной линии шкалы экрана ЖКИ. Сигнал с выхода « \odot Л» калибратора ИИ-9 подают на вход канала СН1. Размер изображения по вертикали устанавливают удобный для наблюдения. Период сигнала устанавливают в соответствии с таблицей 7.3. Выбирают измерение периода сигнала в меню «ИЗМЕРЕНИЯ (MEASURE)» «Главный экран – Канал1 (Канал2), Польз-парам – выбирают измерение **Период**». При коэффициенте развертки 1 s/дел устанавливают «ЗАПУСК (TRIG MENU)» – Режим – Нормал, Развязка – Подавл ВЧ».

Для определения основной относительной погрешности при измерении временных интервалов для коэффициента развертки 2 ns/дел на вход канала СН1 осциллографа подают сигнал с выхода « \odot ~» калибратора ИИ-9 через согласующую нагрузку 50 Ом. Период сигнала устанавливают в соответствии с таблицей 7.3. Включают режим «Усредн-е» («СБОР ДАННЫХ (ACQUIRE)»: «Режим – Усредн, Усреднение - 16»). Результат измерения периода сигнала считывают с экрана ЖКИ.

Таблица 7.3

Коэффициент развертки	Период сигнала на выходе калибратора ИИ-9	Допускаемые значения на экране ЖКИ при определении основной относительной погрешности
2 ns/дел	10 ns	от 9,80 ns до 10,20 ns
1 μ s/дел	5 μ s	от 4,90 μ s до 5,10 μ s
1 ms/дел	5 ms	от 4,90 ms до 5,10 ms
1 s/дел	5 s	от 4,90 s до 5,10 s

7.3.4.2 Определение основной относительной погрешности при измерении временных интервалов с помощью курсоров проводят следующим образом: выбирают канал, в котором будут проводиться измерения, и нажатием кнопки CURSOR включают режим курсорных измерений. Последовательным нажатием кнопки «F1» выбирают временные измерения: «Тип – Время», при этом на экране ЖКИ появятся вертикальные курсоры.

Ручкой « \diamond POSITION» выбранного канала совмещают середину нарастающего (спадающего) участка изображения сигнала (точку наибольшей крутизны) с центральной горизонтальной линией шкалы экрана ЖКИ. Вертикальные курсоры устанавливают ручкой « \curvearrowright » в точки пересечения центральной горизонтальной линии экрана ЖКИ с нарастающими (спадающими) участками на периоде сигнала. Считыв-