Государственная система обеспечения единства измерений

Акционерное общество
«Приборы, Сервис, Торговля»
(АО «ПриСТ»)

УТВЕРЖДАЮ
Главного метролог
АО «ПриСТ»



_____ А.Н. Новиков
«28» октября 2020 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Осциллографы цифровые RIGOL DS MSO

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
ПР-12-2020МП

г. Москва
2020 г.

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок осциллографов цифровых RIGOL DS MSO, изготавливаемых «Rigol Technologies Co., Ltd», Китай.

Осциллографы цифровые RIGOL DS MSO (далее по тексту – осциллографы) предназначены для исследования формы и измерения амплитудных и временных параметров электрических сигналов.

Интервал между поверками 1 год.

Периодическая поверка осциллографов в случае их использования для измерений на меньшем числе входных каналов или для меньшего числа величин, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» описания типа, допускается на основании письменного заявления владельца средств измерений, оформленного в произвольной форме. Пункты 7.1 – 7.8 таблицы 1 являются обязательными к проведению. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке приборов.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения	7.3	Да	Да
4 Определение сопротивления входных каналов осциллографа	7.4	Да	Да
5 Определение относительной погрешности установки коэффициентов отклонения и измерения напряжения постоянного тока	7.5	Да	Да
6 Определение абсолютной погрешности установки постоянного смещения	7.6	Да	Да
7 Проверка ширины полосы пропускания	7.7	Да	Да
8 Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора	7.8	Да	Да
9 Определение характеристик встроенного генератора произвольной формы (при наличии)	7.9	Да	Да

Очередность выполнения пунктов – произвольная. В случае выявления несоответствия требованиям в ходе выполнения любой операции, указанной в таблице 1, поверяемый осциллограф бракуется, поверка прекращается, и на него оформляют извещение о непригодности.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, перечисленные в таблицах 2 и 3.

2.2 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

2.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены, сведения о результатах поверки средств поверки должны быть включены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта МП	Тип средства поверки
7.4 – 7.9	Калибратор осциллографов 9500B. Диапазон измерений сопротивления от 10 Ом до 12 МОм. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений сопротивления ±0,5 %; диапазоны выходного напряжения постоянного тока: от 1 мВ до 5 В на нагрузке50 Ом, от 1 мВ до 200 В на нагрузке 1 МОм; пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm(0{,}00025 \cdot U_{вых}+25$ мкВ) В; диапазон частот синусоидального сигнала от 0,1 Гц до 3,2 ГГц с формирователем 9530; пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты сигнала $\pm 2{,}5 \cdot 10^{-7}$.
7.10	Частотомер универсальный CNT-90. Диапазон измерения частоты от 0,001 Гц до 300 МГц. Погрешность частоты опорного генератора $\pm 2 \cdot 10^{-7}$.
7.10	Вольтметр универсальный цифровой В7-78/1. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения переменного напряжения $\pm(0{,}06 \cdot 10^{-2} \cdot U_{изм}+300$ е.м.р.).
7.10	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T. Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения мощности в частотном диапазоне от 0 до 25 МГц ±2,5 %.

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура	от 0 до +50 °С.	±0,25 °С	Цифровой термометр-гигрометр Fluke 1620A
Давление	от 30 до 120 кПа	±300 Па	Манометр абсолютного давления Testo 511
Влажность	от 10 до 100 %	±2 %	Цифровой термометр-гигрометр Fluke 1620A
Напряжение питающей сети	от 50 до 480 В	±0,2 %	Прибор измерительный универсальный параметров электрической сети DMG 800
Частота питающей сети	от 45 до 66 Гц	$\pm(0{,}001 \cdot f+0{,}01)$	

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки и соответствующие требованиям к поверителям средств измерений согласно ГОСТ Р 56069-2018.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.27.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.27.7-75, требования правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 июля 2013 г № 328Н.

4.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в руководствах по их эксплуатации.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:
– температура окружающего воздуха (23 ± 5) °С;
– относительная влажность до 80 %;
– атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм рт. ст;
– напряжение питающей сети (220±22) В;
– частота питающей сети (50±0,5) Гц.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

– проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.27.0-75;

– проверить наличие действующих свидетельств поверки на основные и вспомогательные средства поверки.

6.2 Средства поверки и поверяемый прибор должны быть подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

6.3 Проверено наличие удостоверения у поверителя на право работы на электроустановках с напряжением до 1000 В с группой допуска не ниже III.

6.4 Контроль условий проведения поверки по пункту 5 должен быть проведен перед началом поверки.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр.

Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

- исправность органов управления, четкость фиксации их положения;
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах прибора).

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и подлежит ремонту.

7.2 Опробование.

Опробование осциллографов проводят путем проверки их на функционирование в соответствии с руководством по эксплуатации.

Для проверки функционирования основных режимов подключить калибратор Fluke 9500B с использованием формирователя 9530 на вход 1 осциллографа. Подать с калибратора симметричный меандр частотой 1 кГц и размахом 1 В. Коэффициент отклонения поверяемого осциллографа установить равным 200 мВ/дел, коэффициент развертки 1 мс/дел. При этом на экране осциллографа должен наблюдаться сигнал с размером изображения по вертикали равным пяти большим делениям шкалы и размером изображения по горизонтали в виде десяти периодов сигнала.

При изменении значения коэффициентов отклонения должно наблюдаться изменение высоты изображения импульсов. При изменении значения коэффициентов развертки должно наблюдаться изменение ширины изображения импульсов.

Опробование провести для каждого канала осциллографа.

Результаты опробования считать положительными, если все вышеперечисленные операции прошли успешно.

Осциллографы не прошедшие опробование бракуют и направляют в ремонт.

После опробования выполнить предварительную самокалибровку осциллографа. Для этого войти в меню «Утилиты» и произвести калибровку согласно руководству по эксплуатации.

7.3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

Проверка идентификационных данных программного обеспечения осциллографов осуществляется путем вывода на дисплей прибора информации о номере версии программного обеспечения. Вывод информации осуществляется по процедуре, описанной в руководстве по эксплуатации на осциллограф.

Для серии DS1000Z-S Plus и DS1000Z-E:

1. Нажать кнопку «UTILITY» на передней панели осциллографа.
2. Нажать последовательно клавиши «Система» и «Информация о системе».
3. В строке «Software Version», зафиксировать номер версии встроенного ПО.

Для серии MSO5000:

1.Нажать кнопку «UTILITY» на передней панели осциллографа.

2. Нажать последовательно клавиши «System», «About».

Для серии MSO7000/DS7000, MSO8000:

1.Нажать кнопку «UTILITY» на передней панели осциллографа.

2. Нажать последовательно клавиши «System», «About»

3. В строке «Firmware» зафиксировать номер версии встроенного ПО.

Результат поверки считать положительным, если номер версии программного обеспечения соответствует данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение для серий				
	DS1000Z-S PLUS	DS1000Z-E	MSO5000	DS/MSO7000	MSO8000
Идентификационное наименование ПО	-	-	-	-	-
Номер версии (идентификационный номер ПО)	00.01.01	00.01.01	00.01.01.01.02	00.01.01.01.02	00.01.01.01.06

7.4 Определение сопротивления входных каналов осциллографа

Определение сопротивления входных каналов осциллографа проводить методом прямого измерения сопротивления калибратором осциллографов Fluke 9500B в следующей последовательности:

7.4.1 Подключить калибратор осциллографов Fluke 9500B с использованием формирователя 9530 ко входу 1 осциллографа.

7.4.2 На калибраторе установить режим измерения сопротивления.

7.4.3 Включить осциллограф и выполнить сброс на заводские настройки согласно инструкции по эксплуатации.

7.4.4 Провести измерения сопротивления входа осциллографа при настройках, приведенных в таблице 5.

7.4.5 Провести измерения по п.п. 7.4.1 – 7.4.4 для каждого канала осциллографа.

7.4.6 Определить отклонение сопротивления входных каналов осциллографа ΔR от номинального значения по формуле (1):

$$\Delta R = R_{ном} - R_{изм} \quad (1)$$

где: $R_{ном}$ – значение сопротивления входного канала, установленного в осциллографе, Ом;

$R_{изм}$ – значение сопротивления входного канала, измеренное калибратором осциллографов Fluke 9500B, Ом.

Результаты поверки считать положительными, если отклонение от номинального сопротивления находится в пределах, приведенных в таблице 5.

Таблица 5 – Определение отклонения сопротивления входных каналов осциллографа от номинальных значений

Установленный коэффициент отклонения, мВ/дел.	Номинальное значение входного сопротивления	Допустимое отклонение от номинального сопротивления
для серий DS1000Z Plus, DS1000Z-E и MSO5000		
50 200	1 МОм	±10 кОм
для серий DS/MSO7000 и MSO8000		
50 200	50 Ом	±0,5 Ом
50 200	1 МОм	±10 кОм

7.5 Определение относительной погрешности коэффициентов отклонения и измерения напряжения постоянного тока

Определение относительной погрешности установки коэффициентов отклонения и измерения напряжения постоянного тока проводить с помощью калибратора осциллографов Fluke 9500B с использованием формирователя 9530.

7.5.1 Подключить калибратор осциллографов Fluke 9500B с использованием формирователя 9530 ко входу 1 осциллографа.

7.5.2 Органы управления осциллографа устанавливают в следующие положения:

- канал 1 – Включен;
- связь входа – DC;
- ограничение полосы пропускания – 20 МГц;
- тип синхронизации – Edge (Фронт);
- режим измерения – Vavg (Среднее значение), статистика измерений – включена;
- коэффициент отклонения – устанавливается из таблиц 6-8 (в зависимости от модификации осциллографа).

7.5.3 Для получения результата измерения произвести считывание среднего значения результата измерения при числе статистки измерений не менее 50.

7.5.4 Установить калибратор в режим источника напряжения постоянного тока положительной полярности. Измерения провести при значениях коэффициентов отклонения (K_o), входного сопротивления, выходного напряжения с калибратора, указанных в таблицах 6-8 (в зависимости от модификации осциллографа).

7.5.5 Установить калибратор в режим источника напряжения постоянного тока отрицательной полярности. Измерения провести при значениях коэффициентов отклонения (K_o), входного сопротивления, выходного напряжения с калибратора, указанных в таблицах 6-8. Записать измеренные значения в таблицы 6-8.

7.5.6 Определить коэффициент отклонения и относительную погрешность установки коэффициентов отклонения δK_o по формулам (2) и (3) соответственно и записать полученные значения в таблицы 9-11 (в зависимости от модификации осциллографа):

$$Ko_{изм} = (U_+ - U_-)/K \quad (2)$$

$$\delta K_o = \left(\frac{U_+ - U_-}{V_+ - V_-} - 1\right) \cdot 100\ \% \quad (3)$$

где U_+, U_- – измеренные при помощи осциллографа значения напряжения постоянного тока положительной или отрицательной полярности, В;

V_+, V_- – установленные на калибраторе значения напряжения постоянного тока положительной или отрицательной полярности, В;

K=6 делений – количество делений по вертикали осциллографа от U_+ до U_-

7.5.7 Провести измерения по п. 7.5.1 – 7.5.6 для остальных каналов осциллографа. При этом неиспользуемые каналы должны быть отключены.

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения напряжения постоянного тока не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблицах 6-8, а вычисленная по формуле (2) относительная погрешность установки коэффициентов отклонения не превышает допускаемых пределов, приведенных в таблицах 9-11.

Таблица 6 – Определение погрешности измерения напряжения постоянного тока для серий DS1000Z-S PLUS, DS1000Z-E

Установленный коэффициент отклонения	Напряжение постоянного тока, установленное на калибраторе	Измеренное значение напряжения постоянного тока осциллографом	Допускаемые пределы измерения напряжения постоянного тока	
			Нижний предел	Верхний предел
1 мВ/дел	+3 мВ		+1,4 мВ	+4,6 мВ
	-3 мВ		-4,6 мВ	-1,4 мВ
2 мВ/дел	+6 мВ		+4,4 мВ	+7,6 мВ
	-6 мВ		-7,6 мВ	-4,4 мВ
5 мВ/дел	+15 мВ		+13 мВ	+17 мВ
	-15 мВ		-17 мВ	-13 мВ
10 мВ/дел	+30 мВ		+27 мВ	+33 мВ
	-30 мВ		-33 мВ	-27 мВ
20 мВ/дел	+60 мВ		+54 мВ	+66 мВ
	-60 мВ		-66 мВ	-54 мВ
50 мВ/дел	+150 мВ		+135 мВ	+165 мВ
	-150 мВ		-165 мВ	-135 мВ
100 мВ/дел	+300 мВ		+270 мВ	+330 мВ
	-300 мВ		-330 мВ	-270 мВ
200 мВ/дел	+600 мВ		+540 мВ	+660 мВ
	-600 мВ		-660 мВ	-540 мВ
0,5 В/дел	+1,5 В		+1,35 В	+1,65 В
	-1,5 В		-1,65 В	-1,35 В
1 В/дел	+3 В		+2,7 В	+3,3 В
	-3 В		-3,3 В	-2,7 В
2 В/дел	+6 В		+5,4 В	+6,6 В
	-6 В		-6,6 В	-5,4 В
5 В/дел	+15 В		+13,5 В	+16,5 В
	-15 В		-16,5 В	-13,5 В
10 В/дел	+30 В		+27 В	+33 В
	-30 В		-33 В	-27 В

Таблица 7 – Определение погрешности измерения напряжения постоянного тока для серии MSO5000

Установленный коэффициент отклонения	Напряжение постоянного тока, установленное на калибраторе	Измеренное значение напряжения постоянного тока осциллографом	Допускаемые пределы измерения напряжения постоянного тока	
			Нижний предел	Верхний предел
1	2	3	4	5
0,5 мВ/дел	+1,5 мВ		+0,3 мВ	+2,7 мВ
	-1,5 мВ		-2,7 мВ	-0,3 мВ
1 мВ/дел	+3 мВ		+1,8 мВ	+4,2 мВ
	-3 мВ		-4,2 мВ	-1,8 мВ

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5
2 мВ/дел	+6 мВ		+4,8 мВ	+7,2 мВ
	-6 мВ		-7,2 мВ	-4,8 мВ
5 мВ/дел	+15 мВ		+13,8 мВ	+16,2 мВ
	-15 мВ		-16,2 мВ	-13,8 мВ
10 мВ/дел	+30 мВ		+27 мВ	+33 мВ
	-30 мВ		-33 мВ	-27 мВ
20 мВ/дел	+60 мВ		+54 мВ	+66 мВ
	-60 мВ		-66 мВ	-54 мВ
50 мВ/дел	+150 мВ		+135 мВ	+165 мВ
	-150 мВ		-165 мВ	-135 мВ
100 мВ/дел	+300 мВ		+270 мВ	+330 мВ
	-300 мВ		-330 мВ	-270 мВ
200 мВ/дел	+600 мВ		+540 мВ	+660 мВ
	-600 мВ		-660 мВ	-540 мВ
0,5 В/дел	+1,5 В		+1,35 В	+1,65 В
	-1,5 В		-1,65 В	-1,35 В
1 В/дел	+3 В		+2,7 В	+3,3 В
	-3 В		-3,3 В	-2,7 В
2 В/дел	+6 В		+5,4 В	+6,6 В
	-6 В		-6,6 В	-5,4 В
5 В/дел	+15 В		+13,5 В	+16,5 В
	-15 В		-16,5 В	-13,5 В
10 В/дел	+30 В		+27 В	+33 В
	-30 В		-33 В	-27 В

Таблица 8 – Определение погрешности измерения напряжения постоянного тока для серий DS/MSO7000, MSO8000

Установленный коэффициент отклонения	Напряжение постоянного тока, установленное на калибраторе	Измеренное значение напряжения постоянного тока осциллографом		Допускаемые пределы измерения напряжения постоянного тока	
		при входном сопротивлении 50 Ом	при входном сопротивлении 1 МОм	Нижний предел	Нижний предел
1	2	3	4	5	6
1 мВ/дел	+3 мВ			+2,2 мВ	+3,8 мВ
	-3 мВ			-3,8 мВ	-2,2 мВ
2 мВ/дел	+6 мВ			+5,2 мВ	+6,8 мВ
	-6 мВ			-6,8 мВ	-5,2 мВ
5 мВ/дел	+15 мВ			+14,2 мВ	+15,8 мВ
	-15 мВ			-15,8 мВ	-14,2 мВ
10 мВ/дел	+30 мВ			+28 мВ	+32 мВ
	-30 мВ			-32 мВ	-28 мВ
20 мВ/дел	+60 мВ			+56 мВ	+64 мВ
	-60 мВ			-64 мВ	-56 мВ
50 мВ/дел	+150 мВ			+140 мВ	+160 мВ
	-150 мВ			-160 мВ	-140 мВ
100 мВ/дел	+300 мВ			+280 мВ	+320 мВ
	-300 мВ			-320 мВ	-280 мВ
200 мВ/дел	+600 мВ			+560 мВ	+640 мВ
	-600 мВ			-640 мВ	-560 мВ

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6
0,5 В/дел	+1,5 В			+1,4 В	+1,6 В
	-1,5 В			-1,6 В	-1,4 В
1 В/дел	+3 В			+2,8 В	+3,2 В
	-3 В			-3,2 В	-2,8 В
2 В/дел	+6 В	нет		+5,6 В	+6,4 В
	-6 В	нет		-6,4 В	-5,6 В
5 В/дел	+15 В	нет		+14 В	+16 В
	-15 В	нет		-16 В	-14 В
10 В/дел	+30 В	нет		+28 В	+32 В
	-30 В	нет		-32 В	-28 В

Таблица 9 – Определение относительной погрешности установки коэффициентов отклонения для серий DS1000Z-S PLUS, DS1000Z-E

Установленный коэффициент отклонения Ко	Измеренное значение коэффициентов отклонения	Относительная погрешность установки коэффициентов отклонения, %	Допускаемые пределы относительной погрешности установки Ко, %
1 мВ/дел			±16
2 мВ/дел			±8
5 мВ/дел			±4
10 мВ/дел			±3
20 мВ/дел			±3
50 мВ/дел			±3
100 мВ/дел			±3
200 мВ/дел			±3
0,5 В/дел			±3
1 В/дел			±3
2 В/дел			±3
5 В/дел			±3
10 В/дел			±3

Таблица 10 – Определение относительной погрешности установки коэффициентов отклонения для серии MSO5000

Установленный коэффициент отклонения Ко	Измеренное значение коэффициентов отклонения	Относительная погрешность установки коэффициентов отклонения, %	Допускаемые пределы относительной погрешности установки Ко, %
1	2	3	4
0,5 мВ/дел			±24
1 мВ/дел			±12
2 мВ/дел			±6
5 мВ/дел			±3
10 мВ/дел			±3
20 мВ/дел			±3
50 мВ/дел			±3
100 мВ/дел			±3
200 мВ/дел			±3
0,5 В/дел			±3

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4
1 В/дел			±3
2 В/дел			±3
5 В/дел			±3
10 В/дел			±3

Таблица 11 – Определение относительной погрешности установки коэффициентов отклонения для серий DS/MSO7000, MSO8000

Установленный коэффициент отклонения	Измеренное значение коэффициента отклонения при входном сопротивлении 50 Ом	Измеренное значение коэффициента отклонения при входном сопротивлении 1 МОм	Относительная погрешность установки коэффициентов отклонения, %		Допустимая Допускаемые пределы относительной погрешности установки Ко, %
			при входном сопротивлении 50 Ом	при входном сопротивлении 1 МОм	
1 мВ/дел					±16
2 мВ/дел					±8
5 мВ/дел					±4
10 мВ/дел					±4
20 мВ/дел					±4
50 мВ/дел					±4
100 мВ/дел					±4
200 мВ/дел					±4
0,5 В/дел					±4
1 В/дел					±4
2 В/дел	нет		нет		±4
5 В/дел	нет		нет		±4
10 В/дел	нет		нет		±4

7.6 Определение абсолютной погрешности установки постоянного смещения

Определение абсолютной погрешности установки постоянного смещения проводить с помощью калибратора осциллографов Fluke 9500B с использованием формирователя 9530.

7.6.1 Подключить калибратор осциллографов Fluke 9500B с использованием формирователя 9530 ко входу 1 осциллографа.

7.6.2 Органы управления осциллографа устанавливают в следующие положения:

- канал 1 – Включен, связь входа – DC;
- ограничение полосы пропускания – 20 МГц;
- тип синхронизации – Edge (Фронт);
- режим измерения – Vavg (Среднее значение), статистика измерений – включена;
- коэффициенты отклонения – устанавливается из таблиц 12-14 (в зависимости от модификации осциллографа).

7.6.3 Установить уровень постоянного смещения «Offset» в канале равном 0 В, линия развертки должна быть расположена при этом по центральной горизонтальной линии осциллографа.

7.6.4 Подать напряжение положительной полярности (U+), значение которого приведено в таблицах 12-14 (в зависимости от модификации осциллографа), с калибратора на вход канала 1 осциллографа. Значение напряжения не должно превышать максимально допустимый уровень на входе осциллографа.

7.6.5. Произвести установку напряжения смещения, равного по величине выходному напряжению калибратора, но имеющему противоположный знак.

7.6.6 Провести измерения заданного постоянного уровня с калибратора при помощи автоматических измерений осциллографа. Записать измеренное значение в таблицу. Измерения провести при значениях коэффициентов отклонения (K_o), входного сопротивления, выходного напряжения с калибратора, указанных в таблицах 12-14.

7.6.7 Провести измерения по п.п. 7.6.1 – 7.6.6 для остальных каналов осциллографа. При этом неиспользуемые каналы должны быть отключены.

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения напряжения постоянного тока со смещением не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблицах 12-14.

Таблица 12 – Определение погрешности установки постоянного смещения для серий DS1000Z-S PLUS, DS1000Z-E

Установленный коэффициент отклонения	Напряжение постоянного смещения, установленное на осциллографе	Напряжение постоянного тока, установленное на калибраторе	Измеренное значение напряжения постоянного тока осциллографом	Допускаемые пределы измерения напряжения постоянного тока со смещением, В	
				Нижний предел	Верхний преде
10 мВ/дел	+1 В	-1 В		-1,018	-0,982
	-1 В	+1 В		0,982	1,018
100 мВ/дел	+2 В	-2 В		-2,042	-1,958
	-2 В	+2 В		1,958	2,042
200 мВ/дел	+2 В	-2 В		-2,052	-1,948
	-2 В	+2 В		1,948	2,052
0,5 В/дел	+40 В	-40 В		-40,452	-39,548
	-40 В	+40 В		39,548	40,452
1 В/дел	+50 В	-50 В		-50,602	-49,398
	-50 В	+50 В		49,398	50,602
10 В/дел	+100 В	-100 В		-102,002	-97,998
	-100 В	+100 В		97,998	102,002

Таблица 13 – Определение погрешности установки постоянного смещения для серии MSO5000

Установленный коэффициент отклонения	Напряжение постоянного смещения, установленное на осциллографе	Напряжение постоянного тока, установленное на калибраторе	Измеренное значение напряжения постоянного тока осциллографом	Допускаемые пределы измерения напряжения постоянного тока со смещением, В	
				Нижний предел	Верхний преде
10 мВ/дел	+1 В	-1 В		-1,018	-0,982
	-1 В	+1 В		0,982	1,018
100 мВ/дел	+10 В	-10 В		-10,162	-9,838
	-10 В	+10 В		9,838	10,162
200 мВ/дел	+30 В	-30 В		-30,472	-29,528
	-30 В	+30 В		29,528	30,472
0,5 В/дел	+40 В	-40 В		-40,452	-39,548
	-40 В	+40 В		39,548	40,452
1 В/дел	+50 В	-50 В		-50,602	-49,398
	-50 В	+50 В		49,398	50,602
10 В/дел	+100 В	-100 В		-102,002	-97,998
	-100 В	+100 В		97,998	102,002

Таблица 14 – Определение погрешности установки постоянного смещения для серий DS/MSO7000, MSO8000

Установленный Ко	Напряжение постоянного тока, установленное на калибраторе, В при входном сопротивлении (Rвх):		Напряжение постоянного тока, установленное на калибраторе, В при Rвх:		Измеренное значение напряжения постоянного тока осциллографом При Rвх:		Допускаемые пределы измерения напряжения постоянного тока со смещением, В			
							Нижний предел		Верхний предел	
	50 Ом	1 МОм	50 Ом	1 МОм	50 Ом	1 МОм	при Rвх= 50 Ом	при Rвх= 1 МОм	при Rвх= 50 Ом	при Rвх= 1 МОм
Канал 1										
10 мВ/дел	+1	+1	-1	-1			-1,018	-0,982	-1,018	-0,982
	-1	-1	+1	+1			0,982	1,018	0,982	1,018
100 мВ/дел	+1	+10	-1	-10			-1,027	-0,973	-1,027	-0,973
	-1	-10	+1	+10			0,973	1,027	0,973	1,027
200 мВ/дел	+2	+30	-2	-30			-2,052	-1,948	-2,052	-1,948
	-2	-30	+2	+30			1,948	2,052	1,948	2,052
0,5 В/дел	+4	+40	-4	-40			-4,092	-40,452	-3,908	-39,548
	-4	-40	+4	+40			3,908	39,548	4,092	40,452
1 В/дел	+4	+50	-4	-50			-4,142	-50,602	-3,858	-49,398
	-4	-50	+4	+50			3,858	49,398	4,142	50,602
10 В/дел	-	+100	-	-100			-4,092	-102,002	-3,908	-97,998
	-	-100	-	+100			3,908	97,998	4,092	102,002

7.7 Проверка полосы пропускания

Проверку полосы пропускания осциллографа проводить методом прямого измерения осциллографом синусоидального сигнала, воспроизводимого калибратором осциллографов Fluke 9500B.

7.7.1 Подключить калибратор ко входу 1 осциллографа. Все другие каналы должны быть отключены.

7.7.2 Установить на осциллографе:

- в модификациях с переключаемым входным сопротивлением каналов установить 50 Ом;
- коэффициент отклонения осциллографа – 2 мВ/дел;
- коэффициент развертки 100 мкс/дел;
- ограничение полосы – Выключено (BW Limit – OFF).

7.7.3 Установить на выходе калибратора синусоидальный сигнал частотой 50 кГц, размах сигнала от 4 до 6 делений по вертикали. Измерить размах сигнала $U_{оп}$ при помощи автоматических измерений Vamp (Амплитуда) осциллографа.

7.7.4 Установить на поверяемом осциллографе величину коэффициента развертки около 10 нс/дел.

7.7.5 Увеличивать частоту сигнала с калибратора до верхней граничной частоты полосы пропускания поверяемого осциллографа.

7.7.6 Записать измеренную амплитуду сигнала при частоте сигнала с калибратора, соответствующей верхней граничной частоте полосы пропускания поверяемого осциллографа.

7.7.7 Провести измерения по п.п. 7.7.1 – 7.7.6 для остальных коэффициентов отклонения осциллографа до 1 В/дел включительно.

7.7.8 Провести измерения по п.п. 7.7.1 – 7.7.7 для остальных каналов осциллографа.

Результаты поверки считать положительными, если измеренное значение амплитуды сигнала при частоте сигнала с калибратора, соответствующей верхней граничной частоте полосы пропускания поверяемого осциллографа не менее $0{,}708 \cdot U_{оп}$, что соответствует уровню -3 дБ.

Таблица 15 – Полоса пропускания по уровню -3 дБ

Наименование характеристики	Модификации	Значение
Полоса пропускания[1] по уровню -3 дБ, МГц, не менее (для серии MSO8000[2] при $R_{вх}$=50 Ом)	DS1074Z PLUS, DS1074Z-S PLUS, MSO5072, MSO5074	70
	DS1104Z PLUS, DS1104Z-S PLUS, MSO5102, MSO5104, DS7014, MSO7014,	100
	DS1202Z-E, MSO5204, DS7024, MSO7024	200
	MSO5354, DS7034, MSO7034	350
	DS7054, MSO7054	500
	MSO8064	600
	MSO8104	1000
	MSO8204	2000
Полоса пропускания по уровню -3 дБ для серии MSO8000 при $R_{вх}$=1 МОм, МГц, не менее	серия MSO8000	500
Полоса пропускания по уровню -3 дБ при установленных опциях расширения полосы пропускания, МГц, не менее (для серии MSO8000 при $R_{вх}$=50 Ом)	серия MSO5000 с опциями: MSO5000-BW0T1; MSO5000-BW0T2, MSO5000-BW1T2; MSO5000-BW0T3, MSO5000-BW1T3, MSO5000-BW2T3	 100 200 350 350
	серия DS/MSO7000 с опциями: DS7000-BW1T2; DS7000-BW1T3, DS7000-BW2T3; DS7000-BW1T5, DS7000-BW2T5, DS7000-BW3T5	 200 350 500 500
	серия MSO8000 с опциями: MSO8000-BW6T10; MSO8000-BW6T20, MSO8000-BW10T20	 1000 2000 2000

Примечания
1) Полоса пропускания нормируется для коэффициентов отклонения ≥ 2 мВ/дел;
2) для серии MSO8000 полоса пропускания 2 ГГц обеспечивается при включенном одном канале или одной группы каналов (группа 1: каналы 1 и 2, группа 2: каналы 3 и 4).

7.8 Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора

Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора проводить методом стробоскопического преобразования с помощью калибратора осциллографов Fluke 9500B.

7.8.1 Подключить калибратор осциллографов Fluke 9500B с использованием формирователя 9530 ко входу 1 осциллографа.

7.8.2 Выполнить следующие установки осциллографа:

- канал 1 – Включен, связь входа – DC 50 Ом, ограничение полосы пропускания – выключено;

- синхронизация: режим – авто;

- режим измерения – частота, статистика измерений – включена;

- коэффициент отклонения – 100 мВ/дел.

7.8.3 Подать на вход осциллографа синусоидальный сигнал с калибратора, частотой $f_{тест}$=10 МГц. Амплитуду сигнала с калибратора установить не менее 6 делений по вертикальной шкале осциллографа.

7.8.3 Установить минимальное значение длины памяти осциллографа (в настройках Acquire выбрать Mem Depth (длина памяти) и в ниспадающем меню установить минимальное значение).

7.8.4 Установить коэффициент развертки осциллографа в диапазоне (0,5 – 2) мс/дел. Регулировкой коэффициента развертки добиться наблюдения на экране осциллографа низкочастотного сигнала.

7.8.5 Произвести считывание среднего значения результата измерения частоты при числе статистки измерений не менее 50.

Результаты поверки считать положительными, если измеренная частота низкочастотного сигнала в стробоскопическом эффекте $F_{строб}$. не превышает значений, приведенных в таблице 16.

Таблица 16 - Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора

Модификации	Пределы допускаемой относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератор	Частота низкочастотного сигнала в стробоскопическом эффекте $F_{строб}$, при $f_{тест}$=10 МГц
серии DS1000Z-S PLUS, DS1000Z-E	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$	500 Гц
серия MSO5000	$\pm 2 \cdot 10^{-5}$	200 Гц
серии DS/MSO7000, MSO8000	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$	50 Гц

Примечание.

При отсутствии стробоскопического эффекта, допускается устанавливать $f_{тест}$ отличную от 10 МГц. Отстройку производить с шагом 1 кГц в сторону увеличения частоты до наблюдения низкочастотного сигнала. Допускаемое значение частоты сигнала в стробоскопическом эффекте должно быть увеличено на частоту отстройки от 10 МГц.

7.9 Определение характеристик встроенного генератора произвольной формы

7.9.1 Определение относительной погрешности установки частоты сигнала

проводить методом прямых измерений при помощи частотомера универсального CNT-90.

7.9.1.1 подключить частотомер к выходу канала 1 генератора.

7.9.1.2 В меню осциллографа выбрать режим генератора и задать следующие параметры:

- форма сигнала: прямоугольная;
- частота 0,1 Гц;
-уровень сигнала 2 В (размах).

7.9.1.3 Включить выход генератора и измерить установленное значение частоты частотомером.

7.9.1.4 Повторить измерения частоты для других частот, устанавливая значения частоты из ряда: 1 Гц, 10 Гц, 100 Гц, 1 кГц, 1 МГц, 10 МГц, 15 МГц. При измерениях ≤ 100 кГц на частотомере включить фильтр нижних частот 100 кГц. При частоте сигнала ≥ 1 кГц на генераторе установить синусоидальную форму сигнала.

7.9.1.5 Вычислить относительную погрешность установки частоты по формуле (4):

$$\delta f = (f_{уст} - f_{изм})/f_{изм}, \quad (4)$$

где $f_{уст}$ – значение частоты сигнала, установленное на генераторе,

$f_{изм}$ – значение частоты сигнала, измеренное частотомером.

7.9.1.6 Повторить операции по п.7.9.1.1 – 7.9.1.5 для второго канала генератора.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если относительная погрешность установки частоты сигнала не превышает допускаемых пределов $\pm 1 \cdot 10^{-4}$.

7.9.2 Определение абсолютной погрешности установки выходного напряжения на частоте 1 кГц

проводить методом прямых измерений при помощи вольтметра универсального В7-78/1.

7.9.2.1 подключить вольтметр к выходу канала 1 генератора через проходную нагрузку 50 Ом.

7.9.2.2 В меню осциллографа выбрать режим генератора и задать следующие параметры:

- форма сигнала: синусоидальная;
- частота 1 кГц;
- сопротивление выхода 50 Ом;
-уровень сигнала 10 мВ (размах)

7.9.2.3 На вольтметре установить режим измерения переменного напряжения. Включить выход генератора и измерить установленное напряжения вольтметром. Результат измерения умножить на значение 2,828 и записать в таблицу 17.

7.9.2.4 Повторить измерения напряжения для других значений, устанавливая значения напряжения на выходе генератора из таблицы 17

7.9.2.5 Повторить операции по п.7.9.2.1 – 7.9.2.4 для второго канала генератора.

Таблица 17 – Определение абсолютной погрешности установки выходного напряжения встроенного генератора на частоте 1 кГц

Установленное значение напряжения на каналах 1 и 2, В	Измеренное значение напряжения вольтметром·2,828, В		Допускаемые пределы установки выходного напряжения, В	
	Канал 1	Канал 2	Нижний предел	Верхний предел
0,010			0,0087	0,0113
0,100			0,096	0,104
1,000			0,969	1,031
2,000			1,939	2,061
2,500			2,424	2,576

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если измеренные значения напряжения на выходе генератора не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице 17.

7.9.3 Определение абсолютной погрешности установки постоянного смещения

проводить методом прямых измерений при помощи вольтметра универсального В7-78/1.

7.9.3.1 подключить вольтметр к выходу канала 1 генератора через проходную нагрузку 50 Ом.

7.9.3.2 В меню осциллографа выбрать режим генератора и задать следующие параметры:

- форма сигнала: постоянный уровень (DC);
- сопротивление выхода 50 Ом;
-уровень сигнала 10 мВ.

7.9.3.3 На вольтметре установить режим измерения постоянного напряжения. Включить выход генератора и измерить установленное напряжения вольтметром. Результат измерения записать в таблицу 18.

7.9.3.4 Повторить измерения напряжения для других значений, устанавливая значения напряжения на выходе генератора из таблицы 18.

7.9.3.5 Повторить операции по п.7.9.3.1 – 7.9.3.4 для второго канала генератора.

Таблица 18 – Определение абсолютной погрешности установки постоянного смещения

Установленное значение постоянного смещения на каналах 1 и 2, В	Измеренное значение постоянного смещения, В		Допускаемые пределы установки постоянного смещения, В	
	Канал 1	Канал 2	Нижний предел	Верхний предел
0,010			0,0047	0,0153
0,500			0,48	0,52
1,000			0,965	1,035
1,200			1,159	1,241

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если измеренные значения постоянного смещения не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице 18.

7.9.4 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) синусоидального сигнала

проводить методом прямых измерений при помощи относительно частоты 1 кГц при помощи ваттметра .поглощаемой мощности СВЧ NRP18T.

7.9.4.1 подключить ваттметр к выходу канала 1 генератора через переходник разъем N(розетка)-разъем BNC(вилка).

7.9.4.2 В меню осциллографа выбрать режим генератора и задать следующие параметры:

- форма сигнала: синусоидальная;
- частота 1 кГц;
- сопротивление выхода 50 Ом;
-уровень сигнала 0 дБм (224 мВскз).

7.9.4.3 Включить выход генератора и измерить установленный уровень сигнала. Подстроить уровень по показаниям ваттметра до значения приблизительно 0 дБм. Результат измерения записать в таблицу 19 как опорное значение.

7.9.4.4 Повторить измерения уровня сигнала для других значений частот сигнала, устанавливая значения частоты на выходе генератора из таблицы 19. Уровень сигнала на выходе генератора не менять.

7.9.4.5 Вычислить неравномерность АЧХ по формуле:

$$\Delta_{АЧХ} = P_{ИЗМ} - P_{ОПОР},$$

где $P_{ИЗМ}$ – измеренное значение уровня сигнала при частоте сигнала отличной от 1 кГц,
$P_{ОПОР}$ – измеренное значение уровня сигнала на опорной чатоте 1 кГц.

7.9.4.6 Повторить операции по п.7.9.4.1 – 7.9.4.6 для второго канала генератора.

Таблица 19 – Определение неравномерности АЧХ (относительно частоты 1 кГц)

Установленное значение частоты сигнала	Измеренное значение неравномерности АЧХ, дБ		Допускаемое значение неравномерности АЧХ, дБ (относительно частоты 1 кГц)
	Канал 1	Канал 2	
1 кГц	$P_{ОПОР}$	$P_{ОПОР}$	-
10 Гц			±0,7
100 Гц			
10 кГц			
100 кГц			
1 МГц			
10 МГц			
20 МГц			
25 МГц			

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если неравномерность АЧХ не превышает допускаемых пределов, приведенных в таблице 19.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Оформление свидетельства о поверке и нанесение знака поверки осуществляется в соответствии с действующими нормативными правовыми актами.

Начальник отдела испытаний
АО «ПриСТ» С.А. Корнеев