СОГЛАСОВАНО
Главного метролог
АО «ПриСТ»

А.Н. Новиков

«02» марта 2023 г.

«ГСИ. Осциллографы цифровые RIGOL DS MSO. Методика поверки»

ПР-12-2020МП
с изменением № 1

Москва
2023 г.

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на Осциллографы цифровые RIGOL DS MSO (далее – осциллографы) и устанавливает методы и средства поверки.

Прослеживаемость при поверке осциллографов обеспечивается в соответствии со следующими государственными поверочными схемами:

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3463, к государственному первичному специальному эталону единицы импульсного электрического напряжения с длительностью импульса от $4 \cdot 10^{-11}$ до $1 \cdot 10^{-5}$ с – ГЭТ 182-2010.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по п. п. 9.1 – 9.6 применяется метод прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	Раздел 6
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	Раздел 7
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	Раздел 8
4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			Раздел 9
5 Определение сопротивления входных каналов осциллографа	Да	Да	9.1
6 Определение относительной погрешности установки коэффициентов отклонения и измерения напряжения постоянного тока	Да	Да	9.2
7 Определение абсолютной погрешности установки постоянного смещения	Да	Да	9.3
8 Проверка полосы пропускания	Да	Да	9.4
9 Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора	Да	Да	9.5
10 Определение характеристик встроенного генератора произвольной формы (при наличии)	Да	Да	9.6

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.

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

1. температура окружающего воздуха от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
2. относительная влажность от 20 % до 80 %;
3. атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
4. напряжение питающей сети от 200,0 до 240,0 В;
5. частота питающей сети от 47 до 63 Гц.

4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.1 – 9.4	Диапазон измерения 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 нагрузке 50 Ом, от 1 мВ до 200 В на нагрузке 1 МОм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm(0{,}00025 \cdot U_{вых}+25 \cdot 10^{-6})$ В. Диапазон частот синусоидального сигнала от 0,1 Гц до 3,2 ГГц с формирователем 9530. Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты сигнала $\pm 2{,}5 \cdot 10^{-7}$.	Калибратор осциллографов 9500B (рег. № 30374-13)
9.5	Диапазон частот от 0 до 18 ГГц. Диапазон измерений мощности от $3 \cdot 10^{-4}$ до 10^{2} мВт	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T. (рег. № 69958-17)
9.6	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения переменного напряжения $\pm(0{,}06 \cdot 10^{-2} \cdot U_{изм}+300$ е.м.р.)	Вольтметр универсальный цифровой В7-78/1 (рег. № 52147-12)
9.6	Диапазон измерения частоты от 0,001 Гц до 300 МГц. Погрешность частоты опорного генератора $\pm 2 \cdot 10^{-7}$	Частотомер универсальный CNT-90 (рег. № 70888-18)
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям и обеспечивающее соотношение погрешностей измерений не более 1/3.		

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Метрологические и технические требования к вспомогательным средствам поверки	Перечень рекомендуемых вспомогательных средств поверки
Температура	Диапазон измерений температуры от 0 до +50 °С. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры ±0,25 °С. Диапазон измерений относительной влажности окружающего воздуха от 0 до +100 %. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности окружающего воздуха ±2 %.	Термогигрометр Fluke 1620A (рег. № 36331-07)
Влажность		
Давление	Диапазон измерений атмосферного давления от 30 до 120 кПа. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ±300 Па.	Манометр абсолютного давления Testo 511 (рег. № 53431-13)
Напряжение и частота питающей сети	Диапазон измерений переменного напряжения от 50 до 480 В. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений переменного напряжения 0,2 %. Диапазон измерений частоты от 45 до 66 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты 0,1 %.	Прибор измерительный универсальный параметров электрической сети DMG 800 (рег. № 49072-12)
Примечание – Допускается использовать другие средства измерений утвержденного типа, поверенные и имеющие метрологические характеристики, аналогичные указанным в данной таблице.		

5. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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.

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

3. Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

6.ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

– не должно быть механических повреждений корпуса. Все надписи должны быть четкими и ясными;

– все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый осциллограф бракуется и направляется в ремонт.

7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru

- средства поверки и поверяемый осциллограф должны быть подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации и прогреты в течение 30 минут;

- должен быть выполнен контроль условий по обеспечению безопасности проведения поверки (раздел 5);

- должен быть выполнен контроль условий проведения поверки (раздел 3).

7.2 При опробовании осциллографа цифрового проверяют работоспособность жидкокристаллического дисплея, регуляторов и функциональных клавиш. Режимы, отображаемые на дисплее, при переключении режимов измерений и нажатии соответствующих клавиш, должны соответствовать требованиям руководства по эксплуатации.

7.3 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.

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

7.5 Опробование провести для каждого канала осциллографа.

При отрицательном результате опробования осциллограф бракуется и направляется в ремонт.

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

8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверка 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)	Не ниже 00.01.01	Не ниже 00.01.01	Не ниже 00.01.01.01.02	Не ниже 00.01.01.01.02	Не ниже 00.01.01.01.06

(Измененная редакция, изм. № 1)

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Периодическая поверка осциллографа, в случае его использования для измерений меньшего числа величин, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» Описания типа, допускается на основании письменного заявления владельца осциллографа, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке прибора.

9.1 Определение сопротивления входных каналов осциллографа

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

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

9.1.2 На калибраторе установить режим измерения сопротивления.

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

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

9.1.5 Провести измерения по п. п. 9.1.1 – 9.1.4 для каждого канала осциллографа.

9.1.6 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

9.2 Определение относительной погрешности установки 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.

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

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru

9.2.2 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).

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

9.2.4 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).

9.2.5 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.

9.2.6 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_-.

9.2.7 Провести измерения по п. п. 9.2.1 – 9.2.6 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

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru

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
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
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	Верхний предел
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
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

(Измененная редакция, изм. № 1)

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

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru

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
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, %		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

(Измененная редакция, изм. № 1)

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru

9.3 Определение абсолютной погрешности установки постоянного смещения

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

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

9.3.2 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).

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

9.3.4 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.

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

9.3.6 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.

9.3.7 Провести измерения по п. п. 9.3.1 – 9.3.6 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 предел
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

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru

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 предел
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

9.4 Проверка полосы пропускания

Проверку полосы пропускания осциллографа проводить методом прямого измерения осциллографом синусоидального сигнала, воспроизводимого калибратором осциллографов

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru

Fluke 9500B.

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

9.4.2 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).

9.4.3 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.

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

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

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

9.4.7 Провести измерения по п. п. 9.4.1 – 9.4.6 для остальных коэффициентов отклонения осциллографа до 1 В/дел включительно.

9.4.8 Провести измерения по п. п. 9.4.1 – 9.4.7 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:	

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru

Наименование характеристики	Модификации	Значение
	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)		

9.5 Определение относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора

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

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

9.5.2 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.

9.5.3 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.

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

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

9.5.6 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.

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru

9.6 Определение характеристик встроенного генератора произвольной формы (при наличии)

9.6.1 Определение относительной погрешности установки частоты сигнала

Определение относительной погрешности установки частоты сигнала проводить методом прямых измерений при помощи частотомера универсального CNT-90.

9.6.1.1 подключить частотомер к выходу канала 1 генератора.

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

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

9.6.1.3 Включить выход генератора и измерить установленное значение частоты частотомером.

9.6.1.4 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.

9.6.1.5 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.

9.6.1.6 Повторить операции по п. п. 9.6.1.1 – 9.6.1.5 для второго канала генератора.

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

9.6.2 Определение абсолютной погрешности установки выходного напряжения на частоте 1 кГц

Определение абсолютной погрешности установки выходного напряжения на частоте 1 кГц проводить методом прямых измерений при помощи вольтметра универсального В7-78/1.

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

9.6.2.2 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)

9.6.2.3 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.

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

9.6.2.5 Повторить операции по п. п. 9.6.2.1 – 9.6.2.4 для второго канала генератора.

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru

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.

9.6.3 Определение абсолютной погрешности установки постоянного смещения

Определение абсолютной погрешности установки постоянного смещения проводить методом прямых измерений при помощи вольтметра универсального В7-78/1.

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

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

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

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

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

9.6.3.5 Повторить операции по п. п. 9.6.3.1 – 9.6.3.4 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.

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

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.

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

9.6.4.2 В меню осциллографа выбрать режим генератора и задать следующие

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru

параметры:

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

9.6.4.3 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.

9.6.4.4 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.

9.6.4.5 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 частоте 1 кГц.

9.6.4.6 Повторить операции по п. п. 9.6.4.1 – 9.6.4.5 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.

10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.2 При положительных результатах поверки, по заявлению владельца средства измерений или лица, предетавившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) наносится знак поверки на средство измерений.

10.3 При отрицательных результатах поверки (когда не подтверждается соответствие осциллографов метрологическим требованиям), по заявлению владельца средства измерений или лица, предетавившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

10.4 Протоколы поверки оформляются в соответствии с требованиями, установленными в организации, проводившей поверку.

Начальник отдела испытаний АО «ПриСТ О.В. Котельник

ООО "ВекторСтар" +7 (495) 191-70-37; sales@vectorstar.ru; https://vectorstar.ru