


СОГЛАСОВАНО

**Генеральный директор
АО «АКТИ-Мастер»**


В.В. Федулов
«19» мая 2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Осциллографы цифровые VERDO SB1400

**Методика поверки
МП SB1400/2023**

**Москва
2023**

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы цифровые SB1400 (далее – осциллографы), изготавливаемые в модификациях SB1401, SB1402, SB1403, SB1404, SB1405, SB1406 компанией “Fujian Lilliput Optoelectronics Technology Co., Ltd.”, Китай, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования (характеристики), указанные в описании типа поверяемых средств измерений.

1.3 При поверке осциллографов обеспечивается прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственным эталонам:

- ГЭТ 1-2022 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022г. № 2360;

- ГЭТ 13-2001 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3457;

- ГЭТ 89-98 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной приказом Росстандарта от 03.09.2021 г. № 1942;

- ГЭТ 182-2010 в соответствии с ГОСТ Р 8.761-2011 «Государственная поверочная схема для средств измерений импульсного электрического напряжения».

1.4 Операции поверки выполняются методами прямых измерений величин.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Контроль условий поверки	да	да	8.2
Опробование (при подготовке к поверке)	да	да	8.4, 8.5
Проверка программного обеспечения	да	да	9
Определение метрологических характеристик	да	да	10
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	да	да	10
Проверка входного сопротивления	да	да	10.1
Определение погрешности коэффициента отклонения	да	да	10.2
Определение погрешности измерения временных интервалов	да	да	10.3
Проверка верхней частоты полосы пропускания	да	да	10.4
Оформление результатов поверки	да	да	11

2.2 Периодическая поверка по запросу пользователя осциллографа может выполняться для отдельных измерительных каналов.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

В соответствии с ГОСТ 8.395-80 и с учетом условий применения осциллографа, а также средств поверки, при проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура воздуха в помещении (+23±5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений, имеющие документ о квалификации в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами в области аккредитации. Специалист, выполняющий поверку, должен быть аттестован по группе электробезопасности не ниже 4 (Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок»).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуются применять средства поверки, указанные в таблице 2.

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
Раздел 3 Контроль условий проведения поверки	пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,5$ °С в диапазоне от 0 до +50 °С; пределы абсолютной погрешности измерений относительной влажности ± 3 % в диапазоне от 40 до 90 %; пределы абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,2$ кПа в диапазоне от 86 до 106 кПа	Термогигрометр ИВА-6Н-Д; рег. № 46434-11
п. 10.1 Проверка входного сопротивления п. 10.2 Определение погрешности коэффициента отклонения п. 10.3 Определение погрешности измерения временных интервалов п. 10.4 Проверка верхней частоты полосы пропускания	диапазон измерений сопротивления от 40 Ом до 90 Ом и от 800 до 1200 кОм, пределы допускаемой относительной погрешности измерений сопротивления $\pm 0,1$ %; относительная погрешность воспроизведения постоянного напряжения от $\pm(4$ мВ до 40 В) на нагрузку 1 МОм и от $\pm(4$ мВ до 4 В) на нагрузку 50 Ом по 4-х проводной схеме в пределах $\pm 0,2$ %; пределы допускаемой погрешности установки периода, $\pm 2,5 \cdot 10^{-5}$ %; диапазон частот синусоидального сигнала от 0,1 Гц до 3,2 ГГц	Калибратор осциллографов 9500В с активной головкой 9530; рег. № 30374-13
п. 10.4 Проверка верхней частоты полосы пропускания	тип BNC(m-f), $50 \pm 0,5$ Ом	Нагрузка проходная

5.2 Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

6.2 Необходимо соблюдать меры предосторожности, изложенные в руководстве по эксплуатации осциллографов, а также меры безопасности, указанные в руководствах по эксплуатации средств поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра осциллографа проверяются:

- правильность маркировки и комплектность;
- чистота и исправность разъемов;
- исправность органов управления, четкость фиксации их положений;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах осциллографа).

7.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого осциллографа, его следует направить заявителю поверки (пользователю) для ремонта.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед началом выполнения дальнейших операций поверки следует изучить руководство по эксплуатации осциллографа, а также руководства по эксплуатации средств поверки.

8.2 Выполнить контроль условий поверки в соответствии с требованиями, указанными в разделе 3 настоящей методики поверки.

8.3 Для выполнения дальнейших операций используемые средства поверки и поверяемый осциллограф должны быть подключены к сети 230 В, 50 Гц и выдержаны во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации.

Минимальное время прогрева осциллографа составляет 30 минут.

8.4 Выполнить самопроверку (Self-test) по следующей процедуре:

- отключить сетевое питание осциллографа и вновь включить питание, при этом автоматически запустится процесс самотестирования.

В процессе самопроверки не должно появиться сообщений об ошибках.

8.5 После прогрева осциллографа в течение не менее 30 минут выполнить процедуру автоподстройки (Self-calibration), для чего:

- убедиться в том, что к каналам осциллографа ничего не подключено;
- нажать кнопку **Utility**, выбрать **Function** в нижнем меню, выбрать **Adjust** в левом меню;
- выбрать **Self Cal** в нижнем меню, запустить процедуру нажатием **Self Cal**;
- дождаться завершения процесса автоподстройки, по его завершению не должно появиться сообщений об ошибках.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Нажать кнопку **Utility**, выбрать **Function** в нижнем меню, выбрать **Config** в левом меню, выбрать **About** в нижнем меню.

В окне должны отобразиться идентификационные данные осциллографа и установленного программного обеспечения (Firmware).

Идентификационный номер версии программного обеспечения (Firmware), должен быть не ниже 2.3.1.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Определение метрологических характеристик осциллографа выполнить по процедурам, изложенным в пунктах 10.1 ÷ 10.4.

Полученные результаты должны удовлетворять критериям подтверждения соответствия метрологическим требованиям, которые приведены в каждой операции поверки.

Допускается фиксировать результаты измерений качественно без указания действительных измеренных значений, если заявителем поверки не предъявлен запрос по их представлению в протоколе поверки.

При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию. При повторном отрицательном результате осциллограф следует направить заявителю поверки (пользователю) для проведения регулировки и/или ремонта.

10.1 Проверка входного сопротивления

10.1.1 Выполнить заводскую установку осциллографа. Для этого нажать кнопку **Utility**, выбрать **Function** в нижнем меню, выбрать **Adjust** в левом меню, выбрать **Default** в нижнем меню.

10.1.2 В настройках каналов установить **Probe: X1, Coupling: DC**.

10.1.3 В настройках каналов установить коэффициент отклонения 100 мВ/дел. Активировать каналы осциллографа.

10.1.4 Соединить выход активной головки калибратора 9500 В с входом канала CH1 осциллографа. Установить на калибраторе режим измерения сопротивления 1 МОм. Активировать выход калибратора.

10.1.5 Записать измеренное калибратором значение сопротивления в столбец 3 таблицы 10.1.

10.1.6 Деактивировать выход калибратора. Отсоединить выход активной головки калибратора 9500В от разъема канала прибора.

10.1.7 Выполнить аналогичные действия по пунктам 10.1.4 - 10.1.6 для канала CH2 осциллографа.

Таблица 10.1 – Входное сопротивление каналов

К _о , мВ/дел	R _{вх} , МОм	Измеренное Значение, МОм	Нижний предел допускаемых значений, МОм	Верхний предел допускаемых значений, МОм
100	1		0,980	1,020

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные значения входного сопротивления каналов должны находиться в пределах допускаемых значений, приведенных в описании типа поверяемого осциллографа и указанных в столбцах 4 и 5 таблицы 10.1.

10.2 Определение погрешности коэффициента отклонения

10.2.1 Выполнить заводскую установку осциллографа. Для этого нажать кнопку **Utility**, выбрать **Function** в нижнем меню, выбрать **Adjust** в левом меню, выбрать **Default** в нижнем меню.

10.2.2 Установить на калибраторе 9500В режим воспроизведения постоянного напряжения на нагрузку 1 МОм.

10.2.3 Соединить выход активной головки калибратора 9500В с входом канала CH1 осциллографа.

10.2.4 Оставить активным на осциллографе канал CH1. Канал CH2 - деактивировать. Двойным нажатием ручки **Vertical Position** установить нулевое вертикальное смещение.

10.2.5 В настройках канала установить **Coupling: DC; Probe: X1; K_O = 2 мВ/дел.**

10.2.6 Нажать кнопку **Trigger Menu**, установить источник синхронизации на CH1.

10.2.7 Ручкой **Horizontal Scale** установить коэффициент развертки 1 мс/дел.

10.2.8 Нажать кнопку **Acquire** выбрать функцию усреднения **Acqu Mode: Average 16.**

10.2.9 Нажать кнопку **Measure**, добавить измерение среднего значения (**Add: Mean CH1**).

10.2.10 Установить на калибраторе положительное значение напряжения $U_{КАЛ+} = +8$ мВ. Активировать выход калибратора.

Записать измеренное на канале осциллографа положительное значение напряжения $U_{ПОЛ}$ в столбец 4 таблицы 10.2.

Установить на калибраторе отрицательное значение напряжения $U_{КАЛ-} = -8$ мВ.

Записать измеренное на канале осциллографа отрицательное значение напряжения $U_{ОТР}$ в столбец 5 таблицы 10.2.

Вычислить разностное значение $\Delta U = (U_{ПОЛ} - U_{ОТР})$ и записать его в столбец 6 таблицы 10.2.

10.2.11 Устанавливать значения коэффициента отклонения K_O и соответствующие значения $U_{КАЛ+}$ и $U_{КАЛ-}$, указанные в столбцах 1, 2, 3 таблицы 10.2. Записывать измеренные на канале осциллографа значения напряжения $U_{ПОЛ}$ и $U_{ОТР}$ в столбцы 4 и 5 таблицы 10.2.

Вычислять разностные значения $\Delta U = (U_{ПОЛ} - U_{ОТР})$ и записывать их в столбец 6 таблицы 10.2.

10.2.12 Деактивировать выход калибратора. Отсоединить выход активной головки калибратора 9500В от разъема канала прибора.

10.2.13 Выполнить аналогичные действия по пунктам 10.2.1 – 10.2.12 для канала CH2 осциллографа.

Таблица 10.2 – Погрешность коэффициента отклонения

K_O	$U_{КАЛ+}$	$U_{КАЛ-}$	$U_{ПОЛ}$	$U_{ОТР}$	ΔU	$\Delta U_{МИН}$	$\Delta U_{МАКС}$
1	2	3	4	5	6	7	8
2 мВ/дел	+8 мВ	-8 мВ				15,52 мВ	16,48 мВ
5 мВ/дел	+20 мВ	-20 мВ				38,8 мВ	41,2 мВ
10 мВ/дел	+40 мВ	-40 мВ				77,6 мВ	82,4 мВ
20 мВ/дел	+80 мВ	-80 мВ				155,2 мВ	164,8 мВ
50 мВ/дел	+200 мВ	-200 мВ				388 мВ	412 мВ
100 мВ/дел	+400 мВ	-400 мВ				776 мВ	824 мВ
200 мВ/дел	+800 мВ	-800 мВ				1,552 В	1,648 В
500 мВ/дел	+2,0 В	-2,0 В				3,88 В	4,12 В

1	2	3	4	5	6	7	8
1 В/дел	+4 В	-4 В				7,76 В	8,24 В
2 В/дел	+8 В	-8 В				15,52 В	16,48 В
5 В/дел	+20 В	-20 В				38,8 В	41,2 В
10 В/дел	+40 В	-40 В				77,6 В	82,4 В

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренные разностные значения напряжения ΔU должны находиться в пределах допускаемых значений $\Delta U_{\text{МИН}}$ и $\Delta U_{\text{МАКС}}$, указанных в столбцах 7 и 8 таблицы 10.2.

Пределы допускаемых значений вычислены по допускаемым значениям относительной погрешности коэффициента отклонения, приведенным в описании типа поверяемого осциллографа.

10.3 Определение погрешности измерения временных интервалов

10.3.1 Выполнить заводскую установку осциллографа. Для этого нажать кнопку **Utility**, выбрать **Function** в нижнем меню, выбрать **Adjust** в левом меню, выбрать **Default** в нижнем меню.

10.3.2 Оставить активным на осциллографе канал CH1. Канал CH2 - деактивировать. Двойным нажатием ручки **Vertical Position** установить нулевое вертикальное смещение.

10.3.3 В настройках канала установить **Coupling: DC; Probe: X1; K_O = 200 мВ/дел.**

10.3.4 Нажать кнопку **Trigger Menu**, установить источник синхронизации на CH1.

10.3.5 Ручкой **Horizontal Scale** установить коэффициент развертки 500 мкс/дел.

10.3.6 Установить на калибраторе 9500В режим **Time Marker** (меандр) с амплитудой 1 В_{п-п}, периодом 1 мс на нагрузку 1 МОм.

10.3.7 Соединить выход активной головки калибратора 9500В с входом канала CH1 осциллографа. Активировать выход калибратора.

10.3.8 Вращением ручки **Horizontal Position** против часовой стрелки установить время задержки по индикатору на дисплее осциллографа (вверху справа) равным 1 мс.

10.3.9 Ручкой **Horizontal Scale** уменьшать коэффициент развертки и подстроить его так, чтобы было удобно произвести отсчет положения переднего фронта импульса.

10.3.10 Наблюдая положение переднего фронта сигнала относительно центра дисплейной сетки, зафиксировать отсчет положения фронта импульса. Если наблюдается неустойчивый сигнал, запустить однократную развертку кнопкой **Single**.

Измеренное значение положения фронта импульса записать в столбец 2 таблицы 10.3. Оно должно находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 3 таблицы 10.3.

10.3.11 Деактивировать выход калибратора. Отсоединить выход активной головки калибратора 9500В от разъема канала прибора.

Таблица 10.3 – Погрешность измерения временных интервалов

Установленное время задержки, мс	Измеренное значение положения фронта, нс	Пределы допускаемых значений, нс
1		±100

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренное положения фронта импульса должно находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 3 таблицы 10.3.

10.4 Проверка верхней частоты полосы пропускания

10.4.1 Выполнить заводскую установку осциллографа. Для этого нажать кнопку **Utility**, выбрать **Function** в нижнем меню, выбрать **Adjust** в левом меню, выбрать **Default** в нижнем меню.

10.4.2 Оставить активным на осциллографе канал CH1. Канал CH2 - деактивировать. Двойным нажатием ручки **Vertical Position** установить нулевое вертикальное смещение.

10.4.3 В настройках канала установить **Coupling: DC; Probe: X1; Limit: Full band; K₀ = 100 мВ/дел.**

10.4.4 Нажать кнопку **Trigger Menu**, установить источник синхронизации на CH1.

10.4.5 Ручкой **Horizontal Scale** установить коэффициент развертки 10 мкс/дел.

10.4.6 Нажать кнопку **Measure**, добавить измерение V_p (**Add: PK-PK CH1**).

10.4.8 Установить на калибраторе осциллографов режим воспроизведения синусоидального напряжения на нагрузку 50 Ом, частотой 50 кГц, напряжением 600 мВ_{п-п}.

10.4.9 Соединить выход головки калибратора с входом канала CH1 через проходную нагрузку 50 Ом.

10.4.10 Активировать выход калибратора. Подстроить на калибраторе уровень сигнала так, чтобы амплитуда сигнала составляла примерно 6 делений вертикальной шкалы осциллографа, а отсчет V_p был равен 600 мВ_{п-п}.

10.4.11 Установить на калибраторе значение частоты $F_{\text{МАКС}}$, соответствующее верхней частоте полосы пропускания осциллографа:

- для модификаций SB1401, SB1402 $F_{\text{МАКС}} = 100$ МГц;
- для модификаций SB1403, SB1404 $F_{\text{МАКС}} = 200$ МГц;
- для модификации SB1405, SB1406 $F_{\text{МАКС}} = 300$ МГц.

10.4.12 Уменьшая на осциллографе коэффициент развертки, установить его так, чтобы на дисплее наблюдалось несколько периодов сигнала. Записать отсчет V_p в столбец 3 таблицы 10.4.

10.4.13 Деактивировать выход калибратора. Отсоединить выход активной головки калибратора 9500В от разъема канала прибора.

10.4.14 Выполнить аналогичные действия по пунктам 10.4.1 – 10.4.13 для канала CH2 осциллографа.

Таблица 10.4 – Верхняя частота полосы пропускания

K_0	Напряжение V_p на частоте 50 кГц	Измеренное значение напряжения V_p на частоте $F_{\text{МАКС}}$	Нижний предел допускаемого значения
100 мВ/дел	600 мВ		424,2 мВ

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: измеренное значение V_p напряжения на верхней частоте полосы пропускания должно быть выше нижнего предела допускаемого значения, которое указано в столбце 4 таблицы 10.4. Нижний предел допускаемого значения рассчитан по уровню 0,707 (-3 дБ) от установленного значения напряжения на частоте 50 кГц в соответствии с описанием типа поверяемого осциллографа.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

1.1 Результаты поверки представляются в соответствии с действующими правовыми нормативными документами и передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Для периодической поверки в сокращенном объеме (пункт 2.2 настоящего документа) должны быть указаны сведения об измерительных каналах, для которых была выполнена поверка.

1.2 При положительных результатах по запросу пользователя (заявителя) оформляется свидетельство о поверке.

1.3 При положительных результатах поверки на поверяемое средство измерений поверитель наносит знак поверки в соответствии с описанием типа средства измерений.

1.4 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, по запросу пользователя (заявителя) выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причин непригодности.

1.5 По запросу пользователя (заявителя) оформляется протокол поверки в произвольной форме. В протоколе поверки допускается привести качественные результаты измерений с выводами о соответствии поверенного средства измерений метрологическим требованиям без указания измеренных числовых значений величин, если пользователь (заявитель) не предъявил требование по указанию измеренных действительных значений.