



Акционерное Общество «АКТИ-Мастер»
АКТУАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАТИКА

127106, Москва, Нововладыкинский проезд, д. 8, стр. 4
тел./факс (495)926-71-85 E-mail: post@actimaster.ru
<http://www.actimaster.ru>

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
АО «АКТИ-Мастер»



В.В. Федулов

« 19 » октября 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Осциллографы серии TBS1000C

Методика поверки
TBS1000C/МП-2020

Заместитель руководителя
метрологической лаборатории

А.П. Лисогор

Москва
2020

Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы серии TBS1000C модификаций TBS1052C, TBS1072C, TBS1102C, TBS1202C (далее – осциллографы), изготавливаемые компанией “Tektronix (China) Co, Ltd.”, Китай, и устанавливает методы и средства их поверки.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр и подготовка к поверке	6	да	да
Опробование (идентификация и диагностика)	7.1	да	да
Определение остаточного смещения вертикальной шкалы	7.2	да	да
Определение погрешности коэффициента отклонения	7.3	да	да
Определение погрешности установки напряжения смещения	7.4	да	да
Проверка верхней частоты полосы пропускания	7.5	да	да
Определение погрешности измерения временных интервалов	7.6	да	да

1.2 По письменному запросу пользователя допускается провести операции поверки для одного из измерительных каналов осциллографа. При этом в свидетельстве о поверке должен быть указан соответствующий канал.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых осциллографов с требуемой точностью.

2.2 Средства поверки должны быть исправны и поверены

Таблица 2 – Средства поверки

Наименование средства поверки	Номер пункта методики	Наименование и тип средства поверки, регистрационный номер реестра, примечания
Калибратор осциллографов	7.3 – 7.6	Калибратор универсальный 9100 с опциями 100 и 250; регистрационный номер 25985-09
Кабель	7.3 – 7.6	BNC(m-m)
Нагрузка проходная	7.2, 7.5, 7.6	BNC(m-f) 50 Ом

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица с высшим или среднетехническим образованием, и имеющие практический опыт в области радиотехнических измерений.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

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

4.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения поверяемого осциллографа необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение поверяемого осциллографа к сети должно производиться с помощью сетевого кабеля из комплекта осциллографа;
- заземление осциллографа и калибратора должно производиться посредством заземляющих контактов сетевых кабелей;
- присоединения осциллографа к калибратору следует выполнять при отключенном выходе калибратора;
- запрещается подавать на вход осциллографа сигнал с уровнем, превышающим максимально допустимое значение;
- запрещается работать с поверяемым осциллографом при снятых крышках или панелях;
- запрещается работать с осциллографом в случае обнаружения его повреждения.

5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура окружающего воздуха (23 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106.7 кПа.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяются:

- чистота и исправность разъемов, отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов осциллографа;
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положений;
- правильность маркировки и комплектность осциллографа.

6.1.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации осциллографа, его направляют в сервисный центр для ремонта.

6.2 Подготовка к поверке

6.2.1 Перед началом работы следует изучить руководство по эксплуатации поверяемого осциллографа, а также руководство по эксплуатации применяемого калибратора.

6.2.2 Подсоединить осциллограф и калибратор к сети 220 В; 50 Гц.
Включить питание осциллографа и калибратора.

6.2.3 Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик калибратор и поверяемый осциллограф должны быть выдержаны во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева осциллографа 20 минут.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

Общие указания по проведению поверки

Полученные в процессе выполнения операций результаты должны укладываться в пределы допускаемых значений, которые указаны в таблицах настоящего раздела документа.

При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию. При повторном отрицательном результате осциллограф следует направить в сервисный центр для проведения регулировки или ремонта.

7.1 Опробование (идентификация и диагностика)

7.1.1 Выполнить идентификацию серийного номера и версии программного обеспечения, для чего:

- нажать клавиши **Utility**→**Config**;
- поворотом многофункциональной ручки выбрать **System Status**, для подтверждения нажать многофункциональную ручку.

Обозначение модели, серийный номер и номер версии программного обеспечения должны соответствовать критериям, указанным в таблице 7.1.

Выйти из меню нажатием клавиши **Menu Off**.

7.1.2 Выполнить процедуру тестирования (Self-Test):

- убедиться в том, что к каналам осциллографа ничего не подключено;
- нажать клавиши **Utility**→**Calibration&Diagnostics**;
- поворотом многофункциональной ручки выбрать **Diagnostics**, для подтверждения нажать многофункциональную ручку;
- нажать клавишу **Self Test**;
- поворотом многофункциональной ручки выбрать **Loop Times**;
- нажать многофункциональную ручку и выбрать **Loop 1 Times**, для подтверждения нажать многофункциональную ручку;
- поворотом многофункциональной ручки выбрать **Run Self Test**, для запуска процедуры тестирования нажать многофункциональную ручку;
- выждать до завершения процедуры, после чего в открывшемся диалоговом окне должны появиться результаты тестирования.

Результат диагностики должен соответствовать критериям, указанным в таблице 7.1.

Выйти из меню нажатием клавиши **Menu Off**.

7.1.3 Выполнить процедуру компенсации сигнального тракта:

- убедиться в том, что к каналам осциллографа ничего не подключено;
- нажать клавиши **Utility**→**Calibration&Diagnostics**;
- поворотом многофункциональной ручки выбрать **Signal Path**, для подтверждения нажать многофункциональную ручку;
- нажать клавишу **Compensate Signal Paths**;
- выждать до завершения процедуры, после чего в открывшемся диалоговом окне должен появиться результат компенсации сигнального тракта.

Результат компенсации сигнального тракта должен соответствовать критериям, указанным в таблице 7.1.

Выйти из меню нажатием клавиши **Menu Off**.

Таблица 7.1 – Опробование (идентификация и диагностика)

Содержание проверки	Результат проверки	Критерий проверки
Идентификация		
обозначение модели и серийный номер		модель и серийный номер отображаются правильно
номер версии программного обеспечения		номер версии должен быть не ниже v1.29.30
Диагностика (Self-Test)		Сообщения об ошибках отсутствуют
Компенсация сигнального тракта (Signal Path Compensation)		Сообщения об ошибках отсутствуют

7.2 Определение остаточного смещения вертикальной шкалы

7.2.1 Убедиться в том, что к каналам осциллографа ничего не подключено. Нажать клавишу **Default Setup** для вызова заводской установки.

7.2.2 Установить ручкой **Horizontal Scale** коэффициент развертки 1 ms/div.

7.2.3 Нажать клавишу **Trigger Menu**, затем нажать боковую клавишу **Source**. Поворотом многофункциональной ручки выбрать **AC Line**, нажать ручку.

7.2.4 Нажать клавишу **Horizontal Acquire**, нажать боковую клавишу **Mode**. Поворотом многофункциональной ручки выбрать **Average**, затем нажать ручку. Поворотом ручки установить количество усреднений «16», нажать ручку. Выйти из меню нажатием клавиши **Menu Off**.

7.2.5 Установить на разъем канала «1» осциллографа проходную нагрузку BNC 50 Ом.

7.2.6 Нажать клавишу меню канала «1». Нажать боковую клавишу **Probe Setup**. Поворотом многофункциональной ручки выбрать **Attenuation**, затем нажать ручку. Поворотом ручки установить значение «1X», нажать ручку.

7.2.7 Нажать боковую клавишу **Coupling**. Поворотом многофункциональной ручки выбрать связь по входу **DC**, нажать ручку.

7.2.8 Нажать клавишу **Measure**. Выбрать соответствующей боковой клавишей канал **CH1**. Поворотом многофункциональной ручки выбрать **Mean**, нажать ручку. Выйти из меню двойным нажатием клавиши **Menu Off**.

7.2.9 Устанавливать на канале коэффициент отклонения **Vertical Scale** как указано в столбце 1 таблицы 7.2.

Фиксировать значение **Mean**. Оно должно находиться в пределах, указанных в столбце 3 таблицы 7.2.

7.2.10 Выполнить пункты 7.2.5 – 7.2.9 для канала 2 осциллографа.

7.2.11 Отсоединить от осциллографа проходную нагрузку.

Таблица 7.2 – Остаточное смещение

Ко (Vertical Scale)	Измеренное значение остаточного смещения		Пределы допускаемых значений
	CH1	CH2	
1	2		3
1 мВ/дел			±0.2 мВ
2 мВ/дел			±0.4 мВ
5 мВ/дел			±1.0 мВ
10 мВ/дел			±2 мВ
20 мВ/дел			±4 мВ
50 мВ/дел			±10 мВ
100 мВ/дел			±20 мВ
200 мВ/дел			±40 мВ
500 мВ/дел			±100 мВ
1 В/дел			±200 мВ
2 В/дел			±400 мВ
5 В/дел			±1000 мВ
10 В/дел			±2000 мВ

7.3 Определение погрешности коэффициента отклонения

7.3.1 Нажать на осциллографе клавишу **Default Setup** для вызова заводской установки.

7.3.2 Установить ручкой **Horizontal Scale** коэффициент развертки 1 мс/дел.

7.3.3 Нажать клавишу **Horizontal Acquire**, нажать боковую клавишу **Mode**. Поворотом многофункциональной ручки выбрать **Average**, затем нажать ручку. Поворотом ручки установить количество усреднений «16», нажать ручку. Выйти из меню нажатием клавиши **Menu Off**.

7.3.4 Используя кабель BNC, соединить выход калибратора на его задней панели с входом канала «1» осциллографа. Установить на калибраторе режим **AUX→DC**, нагрузка 1 МОм, значение напряжения 5 мВ.

7.3.5 Нажать на осциллографе клавишу **Trigger Menu**, затем нажать боковую клавишу **Source**. Поворотом многофункциональной ручки выбрать канал **CH1**, нажать ручку.

7.3.6 Нажать клавишу меню канала «1». Нажать боковую клавишу **Probe Setup**. Поворотом многофункциональной ручки выбрать **Attenuation**, затем нажать ручку. Поворотом ручки установить значение «1X», нажать ручку. Установить ручкой **Vertical Scale** коэффициент отклонения 5 мВ/дел.

7.3.7 Нажать клавишу **Measure**. Выбрать боковой клавишей канал **CH1**. Поворотом многофункциональной ручки выбрать **Mean**, нажать ручку. Выйти из меню двойным нажатием клавиши **Menu Off**.

7.3.8 Активировать выход калибратора.

7.3.9 Устанавливать на осциллографе значения коэффициента отклонения, указанные в столбце 1 таблицы 7.3.

Устанавливать на калибраторе соответствующие положительные U(+) и отрицательные U(-) значения напряжения, указанные в столбце 2 таблицы 7.3

После установления показаний фиксировать отсчеты **Mean** на осциллографе, вычислять соответствующие разностные значения $[U(+)-U(-)]$. Они должны находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 4 таблицы 7.3.

7.3.10 Выполнить действия по пунктам 7.3.4 – 7.3.9 для канала 2 осциллографа.

7.3.11 Отключить выход калибратора.

Таблица 7.3 – Погрешность коэффициента отклонения

Ко (Vertical Scale)	Напряжение калибратора U(+)/U(-)	Измеренное разностное значение [U(+)-U(-)]		Пределы допускаемых значений
		CH1	CH2	
1	2	3		4
5 мВ/дел	±17.5 мВ			33.95 ... 36.05
200 мВ/дел	±0.7 В			1.358 ... 1.442
2 В/дел	±7.0 В			13.58 ... 14.42

7.4 Определение погрешности установки напряжения смещения

7.4.1 Нажать на осциллографе клавишу **Default Setup** для вызова заводской установки.

7.4.2 Установить ручкой **Horizontal Scale** коэффициент развертки 1 мс/дел.

7.4.3 Нажать клавишу **Horizontal Acquire**, нажать боковую клавишу **Mode**. Поворотом многофункциональной ручки выбрать **Average**, затем нажать ручку. Поворотом ручки установить количество усреднений «16», нажать ручку. Выйти из меню нажатием клавиши **Menu Off**.

7.4.4 Используя кабель BNC, соединить выход калибратора на его задней панели с входом канала «1» осциллографа. Установить на калибраторе режим **AUX→DC**, нагрузка 1 МОм, значение напряжения 5 мВ.

7.4.5 Нажать на осциллографе клавишу **Trigger Menu**, затем нажать боковую клавишу **Source**. Поворотом многофункциональной ручки выбрать канал **CH1**, нажать ручку.

7.4.6 Нажать клавишу меню канала «1». Нажать боковую клавишу **Probe Setup**. Поворотом многофункциональной ручки выбрать **Attenuation**, затем нажать ручку. Поворотом ручки установить значение «1X», нажать ручку.

7.4.7 Установить ручкой **Vertical Scale** канала «1» коэффициент отклонения 200 мВ /дел.

7.4.8 Нажать клавишу **Measure**. Выбрать боковой клавишей канал **CH1**. Поворотом многофункциональной ручки выбрать **Mean**, нажать ручку. Выйти из меню двойным нажатием клавиши **Menu Off**.

7.4.9 Активировать выход калибратора.

7.4.10 Нажать клавишу меню канала «1».

Нажать боковую клавишу **Offset** и поворотом многофункциональной ручки выбрать левое окно. Нажать ручку, затем ее вращением установить положительное значение напряжения смещения **Offset**, указанное в столбце 2 таблицы 7.4 для данного коэффициента отклонения. Нажать ручку, затем выйти из данного меню нажатием клавиши **Menu Off**.

7.4.11 Установить на калибраторе положительное значение напряжения, указанное в столбце 2 таблицы 7.4 для данного коэффициента отклонения.

Измеренное осциллографом значение напряжения **Mean** должно находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 4 таблицы 7.4.

7.4.12 Нажать боковую клавишу **Offset** и поворотом многофункциональной ручки выбрать левое окно. Нажать ручку, затем ее вращением установить отрицательное значение напряжения смещения **Offset**, указанное в столбце 2 таблицы 7.4 для данного коэффициента отклонения. Нажать ручку, затем выйти из данного меню нажатием клавиши **Menu Off**.

7.4.13 Установить на калибраторе отрицательное значение напряжения, указанное в столбце 2 таблицы 7.4 для данного коэффициента отклонения.

Измеренное осциллографом значение напряжения **Mean** должно находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 4 таблицы 7.4.

7.4.14 Установить ручкой **Vertical Scale** канала «1» коэффициент отклонения 5 В/дел. Выполнить пункты 7.4.10 – 7.4.13 для коэффициента отклонения 5 В/дел .

7.4.15 Выполнить пункты 7.4.4 – 7.4.14 для канала 2 осциллографа.

7.4.16 Отключить выход калибратора.

Таблица 7.4 – Погрешность напряжения смещения

К0 (Vertical Scale)	Напряжение смещения (Offset) и напряжение калибратора	Измеренное значение напряжения смещения		Пределы допускаемых значений
		CH1	CH2	
1	2	3		4
200 мВ/дел	+800 мВ			+(752 ... 848) мВ
	-800 мВ			-(752 ... 848) мВ
5 В/дел	+20 В			+(19.4...20.6) В
	-20 В			-(19.4...20.6) В

7.5 Проверка верхней частоты полосы пропускания

7.5.1 Нажать на осциллографе клавишу **Default Setup** для вызова заводской установки.

7.5.2 Используя кабель BNC и проходную нагрузку 50 Ом, соединить выход калибратора на его задней панели с входом канала «1» осциллографа.

7.5.3 Установить на калибраторе режим **AUX→Sine** (выход с задней панели), нагрузка 50 Ом, частота 50 кГц, амплитуда напряжения 3 Вп-п.

7.5.4 Нажать клавишу **Trigger Menu**, затем нажать боковую клавишу **Coupling**. Поворотом многофункциональной ручки выбрать режим запуска **Noise Reject (DC Low Sensitivity)**, нажать ручку.

7.5.5 Нажать боковую клавишу **Source**.

Поворотом многофункциональной ручки выбрать канал **CH1**, нажать ручку. Выйти из меню нажатием клавиши **Menu Off**.

7.5.6 Нажать клавишу меню канала «1». Нажать боковую клавишу **Probe Setup**. Поворотом многофункциональной ручки выбрать **Attenuation**, затем нажать ручку. Поворотом ручки установить значение «**1X**», нажать ручку.

7.5.7 Нажать клавишу **Measure**.

Выбрать соответствующей боковой клавишей канал «1».

Поворотом многофункциональной ручки выбрать **Peak-to-Peak**, нажать ручку.

Выйти из меню двойным нажатием клавиши **Menu Off**.

7.5.8 Установить ручкой **Vertical Scale** канала «1» коэффициент отклонения 500 мВ/дел.

7.5.9 Установить ручкой **Horizontal Scale** коэффициент развертки 10 мкс/дел.

7.5.10 Активировать выход калибратора.

Подстроить амплитуду напряжения на нем таким образом, чтобы отсчет амплитуды напряжения **Peak-to-Peak** на осциллографе был равен (3 ± 0.02) В.

7.5.11 Не меняя значение амплитуды, установить на калибраторе частоту, равную верхней частоты полосы пропускания поверяемого осциллографа:

- 50 МГц для модификации TBS1052C;
- 70 МГц для модификации TBS1072C;
- 100 МГц для модификации TBS1102C;
- 200 МГц для модификации TBS1202C

7.5.12 Установить ручкой **Horizontal Scale** коэффициент развертки 10 нс/дел.

Отсчет амплитуды напряжения **Peak-to-Peak** на осциллографе не должен превышать допускаемого значения, указанного в столбце 4 таблицы 7.5.

7.5.13 Отключить выход калибратора.

7.5.14 Выполнить пункты 7.5.2 – 7.5.13 для канала 2 осциллографа.

Таблица 7.5 – Верхняя частота полосы пропускания

Ко (Vertical Scale)	Отсчет амплитуды (Peak-to-peak), В		Нижний предел допускаемых значений, В	
	на частоте 50 кГц	на верхней частоте полосы пропускания		
		CH1		CH2
1	2	3		4
500 мВ/дел	3.00			2.12

7.6 Определение погрешности измерения временных интервалов

7.6.1 Нажать на осциллографе клавишу **Default Setup**.

7.6.2 Используя кабель BNC и проходную нагрузку 50 Ом, соединить выход на его задней панели с входом канала «1» осциллографа.

7.6.3 Установить на калибраторе режим **AUX→Time Marker** (выход с задней панели). Установить амплитуду 1 V_{p-p}, период 10 мс.

7.6.4 Нажать клавишу меню канала «1». Нажать боковую клавишу **Probe Setup**. Поворотом многофункциональной ручки выбрать **Attenuation**, затем нажать ручку. Поворотом ручки установить значение «1X», нажать ручку.

7.6.5 Установить ручкой **Vertical Scale** канала «1» коэффициент отклонения 500 мВ/дел .

7.6.6 Установить ручкой **Horizontal Scale** коэффициент развертки 1 мс/дел.

7.6.7 Активировать выход калибратора.

7.6.8 Нажать клавишу **Trigger Level** для установки триггера на 50 % и устойчивого изображения сигнала.

7.6.9 Ручкой **Vertical Position** канала «1» поместить изображение сигнала таким образом, чтобы он располагался симметрично относительно центра дисплейной сетки.

7.6.10 Если необходимо, вращением ручки **Horizontal Position** поместить фронт импульса на центр дисплея.

7.6.11 Вращением ручки **Horizontal Position** против часовой стрелки установить время задержки по индикатору на дисплее осциллографа (внизу посередине) равным 10 мс. Для установки точного значения времени задержки, если необходимо, уменьшать коэффициент развертки.

7.6.12 Установить ручкой **Horizontal Scale** коэффициент развертки 100 нс/дел.

7.6.13 Если необходимо, подстроить ручкой **Horizontal Position** время задержки по индикатору на дисплее осциллографа равным точно 10.000 мс.

7.6.14 Зафиксировать положение переднего фронта сигнала относительно центра дисплейной сетки, оно должно находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 3 таблицы 7.6.

ПРИМЕЧАНИЕ: пределы относительной погрешности составляют $\pm 25 \cdot 10^{-6}$, что при установленном времени задержки 10 мс соответствует допускаемому отклонению времени задержки ± 250 нс (± 2.5 деления для коэффициента развертки 100 нс/дел).

7.6.15 Деактивировать выход калибратора.
Отсоединить кабель от оборудования.

Таблица 7.6 – Погрешность измерения временных интервалов

Установленное время задержки	Измеренное значение положения фронта	Пределы допускаемых значений
1	2	3
10 мс		± 250 нс

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки представляются в соответствии с действующими правовыми нормативными документами.

При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с описанием типа средства измерений.

По завершении операций поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме (отдельным документом либо на обратной стороне свидетельства о поверке). В протоколе поверки допускается привести качественные результаты измерений с выводами о соответствии допускаемым значениям без указания измеренных числовых значений величин.

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причин непригодности.