



**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

«АКТИ-Мастер» 28 » августа 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Осциллографы серии TBS2000B

**Методика поверки
TBS2000B/МП-2020**

**Заместитель руководителя
метрологической лаборатории**



А.П. Лисогор

**Москва
2020**

Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы серии TBS2000B (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 отдельных измерительных каналов осциллографа. При этом в свидетельстве о поверке должны быть указаны соответствующие каналы.

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)
Адаптер	7.3	BNC(f)-Banana(m,m)
Нагрузка проходная	7.5, 7.6	BNC(m-f) 50 Ω

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 V; 50 Hz.
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 min.

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 клавишу **Utility**, выбрать **Config**→**System Status**.

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

7.1.2 Выполнить процедуру тестирования (Self-Test):

- убедиться в том, что к каналам осциллографа ничего не подключено;
- нажать на осциллографе клавишу **Default Setup** для заводской установки;
- нажать клавишу **Utility**, выбрать **Diagnostics**→**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 клавишу **Utility**, выбрать **Calibration**;
- нажать многофункциональную ручку для выбора **Calibration Signal Path**;
- 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 v1.27.19
Диагностика (Self-Test)		PASS, сообщения об ошибках отсутствуют
Компенсация сигнального тракта (Signal Path Compensation)		Compensation Success

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 Ω.

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 двухканальной модели осциллографа, каналов 2, 3, 4 для четырехканальной модели осциллографа.

7.2.11 Отсоединить от осциллографа проходную нагрузку.

Таблица 7.2 – Остаточное смещение

Ko (Vertical Scale)	Измеренное значение остаточного смещения				Пределы допускаемых значений
	CH1	CH2	CH3	CH4	
1	2				3
2 mV/div					±1.2 mV
5 mV/div					±1.5 mV
10 mV/div					±2 mV
20 mV/div					±3 mV
50 mV/div					±6 mV
100 mV/div					±11 mV
200 mV/div					±21 mV
500 mV/div					±51 mV
1 V/div					±101 mV
2 V/div					±201 mV
5 V/div					±501 mV

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 ms/div.

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 MΩ, значение напряжения 5 mV.

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 mV/div.

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.

Установить на калибраторе положительное значение напряжения +17.5 mV, после завершения усреднений зафиксировать отсчет напряжения **Mean** на канале как U(+).

Установить на калибраторе отрицательное значение напряжения -17.5 mV, после завершения усреднений зафиксировать отсчет напряжения **Mean** на канале как U(-).

Вычислить разностное значение [U(+) – U(-)]. Оно должно находиться в пределах допускаемых значений, указанных в столбце 4 таблицы 7.3.

7.3.9 Устанавливать на осциллографе следующие 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 7.3.3

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 двухканальной модели осциллографа, каналов 2, 3, 4 для четырехканальной модели 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	CH3	CH4	
1	2	3				4
5 mV/div	±17.5 mV					34.30 ... 35.70
10 mV/div	±35 mV					68.60 ... 71.40
20 mV/div	±70 mV					137.2 ... 142.8
50 mV/div	±175 mV					343.0 ... 357.0
100 mV/div	±350 mV					686.0 ... 7.140
200 mV/div	±0.7 V					1.372 ... 1.428
500 mV/div	±1.75 V					3.430 ... 3.570
1 V/div	±3.5 V					6.860 ... 7.140
2 V/div	±7.0 V					13.72 ... 14.28
5 V/div	±17.5 V					34.30 ... 35.70

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 ms/div.

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 МΩ, значение напряжения 5 mV.

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 mV/div.

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 V/div.

7.4.15 Выполнить пункты 7.4.6 – 7.4.13 для коэффициента отклонения 5 V/div.

7.4.16 Выполнить пункты 7.4.4 – 7.4.15 для канала 2 двухканальной модели осциллографа, каналов 2, 3, 4 для четырехканальной модели осциллографа.

7.4.17 Отключить выход калибратора.

Таблица 7.3.4 – Погрешность напряжения смещения

Ko (Vertical Scale)	Напряжение смещения (Offset) и напряжение калибратора	Измеренное значение напряжения смещения				Пределы допускаемых значений
		CH1	CH2	CH3	CH4	
1	2	3				4
200 mV/div	+800 mV					+(771 ... 829)
	-800 mV					-(771 ... 829)
5 V/div	+20 V					+(19.45...20.55)
	-20 V					-(19.45...20.55)

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 Ω , 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 Ω , частота 1 kHz, амплитуда напряжения 3 V_{p-p}.

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 mV/div.

7.5.9 Установить ручкой **HORIZONTAL Scale** коэффициент развертки 400 μ s/div.

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 \pm 0.02) V.

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

- 70 MHz для моделей TBS2072B и TBS2074B;

- 100 MHz для моделей TBS2102B и TBS2104B.

- 200 MHz для моделей TBS2202B и TBS2204B.

7.5.12 Установить ручкой **HORIZONTAL Scale** коэффициент развертки 10 ns/div.

Отсчет амплитуды напряжения **Peak-to-Peak** на осциллографе не должен превышать допусковое значение, указанное 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 двухканальной модели осциллографа, каналов 2, 3, 4 для четырехканальной модели осциллографа.

Таблица 7.5 – Верхняя частота полосы пропускания

Ko (Vertical Scale)	Отсчет амплитуды (Peak-to-peak) V				Нижний предел допускаемых значений, V
	на частоте 1 kHz	на верхней частоте полосы пропускания			
		CH1	CH2	CH3	
1	2	3			4
500 mV/div	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 50Ω , 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 $1 V_p$, период $1 ms$.

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 $500 mV/div$.

7.6.6 Установить ручкой **HORIZONTAL Scale** коэффициент развертки $1 ms/div$.

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 $1.00 ms$.

7.6.12 Установить ручкой **HORIZONTAL Scale** коэффициент развертки $10 ns/div$.

7.6.13 Если необходимо, подстроить ручкой **HORIZONTAL Position** время задержки по индикатору на дисплее осциллографа равным точно $1.0000 ms$.

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 $1 ms$ соответствует допускаемому отклонению времени задержки $\pm 25 ns$ (± 2.5 деления для коэффициента развертки $10 ns/div$).

7.6.14 Деактивировать выход генератора импульсов.

Отсоединить кабель от оборудования.

Таблица 7.6 – Погрешность измерения временных интервалов

Установленное время задержки	Измеренное значение положения фронта	Пределы допускаемых значений
1	2	3
$1 ms$		$\pm 25 ns$

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.