



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



А.Д. Меньшиков

«03» сентября 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ОСЦИЛЛОГРАФ ЦИФРОВОЙ TDS2022

Методика поверки

РТ-МП-1174-441-2025

г. Москва
2025 г.

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки осциллографа цифрового TDS2022 (далее - осциллограф), используемого в качестве рабочего средства измерений.

1.2 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается:

- передача единицы импульсного электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3463, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 182-2010;

- передача единицы времени в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого осциллографа используется метод прямых измерений.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Подтверждаемые метрологические требования

Наименование характеристики		Значение
Входное сопротивление каналов, МОм		1,0
Пределы допускаемой относительной погрешности входного сопротивления каналов, %		$\pm 2,0$
Полоса пропускания амплитудно-частотной характеристики, МГц		200
Диапазон значений коэффициента отклонения, В/дел		от $2 \cdot 10^{-3}$ до 5
Пределы допускаемой относительной погрешности установки коэффициента отклонения, %, в зависимости от установленного K_O ¹⁾	от 10 мВ/дел до 5 В/дел	$\pm 3,0$
	2 и 5 мВ/дел	$\pm 4,0$
Диапазон значений коэффициента развертки, с/дел		от $2,5 \cdot 10^{-9}$ до 50
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений временных интервалов, с, в зависимости от режима сбора данных: - запись одиночного сигнала (без усреднений) - режим усреднений (не менее 16 усреднений)		$\pm (0,004 \cdot K_P + 50 \cdot 10^{-6} \cdot T + 0,6 \cdot 10^{-9})^{2)}$ $\pm (0,004 \cdot K_P + 50 \cdot 10^{-6} \cdot T + 0,4 \cdot 10^{-9})$
¹⁾ K_O – коэффициент отклонения		
²⁾ где K_P – коэффициент развертки, с/дел; T – измеряемый временной интервал, с		

2. Перечень операций поверки средства измерений

2.1 Для поверки осциллографа должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - 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 средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение диапазона и относительной погрешности установки коэффициентов отклонения	Да	Да	10.1
Определение полосы пропускания	Да	Да	10.2
Определение диапазона установки коэффициентов развертки и погрешности измерений временных интервалов	Да	Да	10.3
Определение входного сопротивления каналов осциллографа	Да	Да	10.4

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки в лабораторных условиях должны соблюдаться нормальные условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающей среды, °С.....от 18 до 28
- относительная влажность воздуха, %.....от 30 до 80

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки осциллографа допускаются специалисты, имеющие необходимую квалификацию, освоившие работу с осциллографом, изучившие настоящую методику поверки.

Персонал, проводящий поверку, должен быть ознакомлен с руководством по эксплуатации осциллографа.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки осциллографа применяют средства поверки, указанные в таблице 3.

5.2 Средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с руководством по их эксплуатации.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от плюс 18 °С до плюс 28 °С с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ °С Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью $\pm 3,0$ %	Термогигрометры UNITESS THB 1, рег. № 70481-18
10.1 Определение диапазона и относительной погрешности установки коэффициентов отклонения	Эталоны единицы импульсного электрического напряжения и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам единицы импульсного электрического напряжения не ниже 2 разряда по Приказу Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 В диапазоне импульсного напряжения от 12 мВ до 30 В при нагрузке 1 МОм	Калибратор осциллографов 9500В с формирователем Fluke 9530, рег. № 30374-13
10.2 Определение полосы пропускания	Генератор (калибратор) импульсных сигналов с малым временем нарастания на нагрузке 1 МОм с длительностью времени нарастания/спада импульса не более 1 нс	Калибратор осциллографов 9500В с формирователем Fluke 9530, рег. № 30374-13
10.3 Определение диапазона установки коэффициентов развертки и погрешности измерений временных интервалов	Эталоны единицы временных интервалов и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам единиц времени и частоты не ниже 5 разряда по Приказу Росстандарта от 26.09.2022 № 2360 в диапазоне периода сигнала от 2,5 нс до 50 с	Калибратор осциллографов 9500В с формирователем Fluke 9530, рег. № 30374-13
10.4 Определение входного сопротивления каналов осциллографа	Эталоны единицы электрического сопротивления и средства измерений, соответствующие требованиям у рабочим эталонам единиц электрического сопротивления не ниже 4 разряда по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3456 Измерение сопротивления 1 МОм	Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03
Примечание – допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, обеспечивающие передачу единицы величины поверяемому средству измерений с точностью, удовлетворяющей требованиям государственных поверочных схем.		

6. Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями Межгосударственного стандарта ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации поверяемого анализатора и средств поверки.

6.2 К проведению поверки допускаются специалисты, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Межгосударственный стандарт. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия. с Изменением №1» и ГОСТ ИЕС 61010-1-2014 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», имеющие 3 группу допуска по электробезопасности и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

6.3 На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

6.4 Средства поверки должны иметь защитное заземление.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре осциллографа установить:

- внешний вид осциллографа должен соответствовать описанию, приведённому в руководстве по эксплуатации;
- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно руководству по эксплуатации;
- наружная поверхность осциллографа не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу осциллографа и его органов управления;
- разъемы осциллографа должны быть чистыми, без механических повреждений (вмятин, забоин, отслаивания покрытия и т. д.) и заусениц на контактных и токонесущих поверхностях;
- комплектность осциллографа должна соответствовать указанной в технической документации изготовителя.

7.2 Результаты операции поверки по разделу 7 считать положительными, если результаты внешнего осмотра удовлетворяют п.7.1.

Установленный факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке не является критерием неисправности средства измерения и носит информативный характер для производителя средства измерений и сервисных центров, осуществляющих ремонт.

Факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке фиксируется в протоколе поверки в соответствующем разделе.

7.3 При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с разделом 11 данной методики.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

Проверить соблюдение условий проведения поверки на соответствие разделу 3 настоящей методики поверки.

В противном случае поверка осциллографа приостанавливается до выполнения условий, указанных в разделе 3.

8.2 Подготовка к работе и опробование

После включения осциллографа в процессе загрузки программного обеспечения проверить отсутствие сообщений об ошибках. Кнопками управления проверить работоспособность ЖКИ, диапазон перемещения линии развертки по вертикали.

Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

Установить на выходе калибратора осциллографов 9500В сигнал амплитудой 1 В и частотой следования 1 кГц, число делений равное одному (1) и выходной импеданс 1 МОм.

На осциллографе нажать кнопку «AUTOSSET».

Уменьшая значение коэффициента развертки осциллографа, наблюдать увеличение ширины изображения импульсов на экране. Увеличивая значение коэффициента отклонения осциллографа, наблюдать уменьшение высоты изображения импульсов на экране.

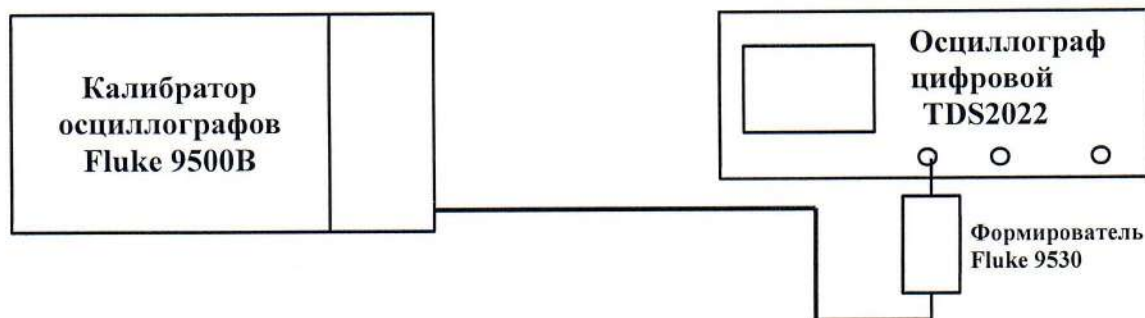


Рисунок 1 – Структурная схема определения работоспособности осциллографа, диапазона и относительной погрешности установки коэффициентов отклонения, полосы пропускания, диапазона установки коэффициентов развертки и погрешности измерений временных интервалов

Результаты опробования считать удовлетворительными, если - после включения осциллографа в процессе загрузки программного обеспечения отсутствуют сообщения об ошибках;

- на экране осциллографа наблюдается сигнал типа меандр амплитудой 1 В и частотой следования 1 кГц, органы управления исправно работают.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с разделом 11 данной методики.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 На передней панели нажать кнопку «UTILITY». При помощи пользовательского интерфейса осциллографа войти в меню «System Status» и проверить соответствие указанных идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО).

9.2 Результаты проверки по данному пункту считать положительными, если идентификационные данные соответствуют указанным в таблице 4.

При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с разделом 11 данной методики.

Таблица 4 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	TDS2022
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v2.12
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение диапазона и относительной погрешности установки коэффициентов отклонения

10.1.1 Определение диапазона и относительной погрешности установки коэффициентов отклонения проводят методом прямых измерений с помощью калибратора осциллографов 9500В (далее – калибратор) с использованием формирователя Fluke 9530.

Включить и подготовить к работе осциллограф и калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации.

Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

На осциллографе на канале CH1 установить коэффициент отклонения равным 2 мВ/дел, коэффициент развертки 500 мкс/дел, усреднение 64, синхронизацию внутреннюю, режим работы развертки - внутренний.

Подключить формирователь Fluke 9530 к каналу CH1 осциллографа. Подать с калибратора периодический сигнал прямоугольной формы типа меандр с частотой 1 кГц, амплитудой 0,012 В, а далее устанавливать значения амплитуды сигнала калибратора, соответствующие номинальному значению $6 \cdot K_o$, В, где K_o – коэффициент отклонения, равный следующим фиксированным значениям: 2 мВ/дел, 5 мВ/дел, 10 мВ/дел, 20 мВ/дел, 50 мВ/дел, 100 мВ/дел, 200 мВ/дел, 500 мВ/дел, 1 В/дел, 2 В/дел, 5 В/дел; выходное сопротивление 1 МОм. Нажать на осциллографе кнопку «AUTOSSET», нажать кнопку «MEASURE» для измерения амплитуды импульсного сигнала (размах).

Установленные коэффициенты отклонения на осциллографе и калибраторе совпадают.

Изменяя кнопкой калибратора «Deviation» значения выходного напряжения калибратора, добиться, чтобы измеренная на осциллографе амплитуда сигнала была наиболее близка к 0,012 В, и далее аналогично остальным номинальным значениям $6 \cdot K_o$, В.

Повторить для канала CH2 осциллографа.

Зафиксировать результаты измерений относительной погрешности установки коэффициента отклонения для каждого фиксированного значения коэффициента отклонения K_o .

10.1.2. Результаты поверки по 10.1 считать положительными, если диапазон установки K_o от $2 \cdot 10^{-3}$ до 5 В/дел а значения относительной погрешности установки K_o для всех фиксированных значений K_o в диапазоне от 10 мВ/дел до 5 В/дел в пределах $\pm 3,0 \%$, и для значений коэффициента отклонения равных 2 мВ/дел и 5 мВ/дел в пределах $\pm 4,0 \%$.

10.1.3. При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с разделом 11 данной методики.

10.2 Определение полосы пропускания.

10.2.1 Определение полосы пропускания проводят методом прямых измерений времени нарастания переходной характеристики с помощью калибратора с использованием формирователя Fluke 9530.

Включить и подготовить к работе осциллограф и калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации.

Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

Подключить формирователь Fluke 9530 к каналу CH1 осциллографа.

На выходе калибратора установить режим формирования сигнала « $\sqrt{500ps}$ », амплитуду импульса 1,0 В с частотой 1 МГц, выходное сопротивление 1 МОм.

На осциллографе нажать кнопку «AUTOSSET», дождаться появления на экране изображения прямоугольного импульса. Установить задержку в ноль и, уменьшая коэффициент развертки, добиться на экране изображения фронта импульса с амплитудой не менее 4 (четырёх) делений цифровой шкалы по вертикали. Определить на осциллографе значение времени нарастания переходной характеристики t_r , нс, с помощью встроенных автоматических измерений.

Рассчитать полосу пропускания амплитудно-частотной характеристики по формуле

$$F_{\text{в}} = \frac{350}{t_r}, \quad (1)$$

где $F_{\text{в}}$ – верхняя граничная частота полосы пропускания, МГц;

t_r – время нарастания переходной характеристики, измеренное осциллографом, нс.

10.2.2. Результаты поверки по 10.2 считать положительными, если значения верхней граничной частоты полосы пропускания не менее 200 МГц.

10.2.3 При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с разделом 11 данной методики.

10.3 Определение диапазона установки коэффициентов развертки и погрешности измерений временных интервалов.

10.3.1 Определение диапазона установки коэффициентов развертки и погрешности измерений временных интервалов проводят методом прямых с помощью калибратора с использованием формирователя Fluke 9530.

Включить и подготовить к работе осциллограф и калибратор в соответствии с руководством по эксплуатации.

Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

Подключить формирователь Fluke 9530 к каналу CH1 осциллографа.

На калибраторе последовательно устанавливать период сигнала из ряда значений: 50; 25; 10; 5; 2,5; 1 с; 500; 250; 100; 50; 25; 10; 5; 2,5; 1 мс; 500; 100; 250; 50; 25; 10; 5; 2,5; 1 мкс; 500; 250; 100; 50; 25; 10; 5; 2,5 нс.

На осциллографе нажать кнопку «AUTOSET», на экране получить устойчивое изображение временных меток в режиме записи одиночного сигнала (без усреднений) и в режиме усреднений (не менее 16 усреднений). С помощью встроенных автоматических измерений произвести измерение периода сигнала.

Рассчитать погрешности измерения временных интервалов ΔT , с, по формуле

$$\Delta T = T_{\text{изм}} - T_{\text{уст}}, \quad (2)$$

где $T_{\text{изм}}$ – измеренное на осциллографе значение периода сигнала, с;

$T_{\text{уст}}$ – действительное значение периода сигнала, установленное на калибраторе, с.

Зафиксировать результаты измерений погрешности измерений временных интервалов для всех фиксированных значений коэффициента развертки.

10.3.2. Результаты поверки по 10.3 считать положительными, если диапазон установки коэффициента развертки от $2,5 \cdot 10^{-9}$ до 50 с/дел, значения погрешности измерения временных интервалов в пределах $\pm(0,004 \cdot K_p + 50 \cdot 10^{-6} \cdot T + 0,6 \cdot 10^{-9})$ с в режиме записи одиночного сигнала (без усреднений) и в пределах $\pm(0,004 \cdot K_p + 50 \cdot 10^{-6} \cdot T + 0,4 \cdot 10^{-9})$ с в режиме усреднений (не менее 16 усреднений), где K_p – установленный коэффициент развертки, с/дел, T – измеряемый временной интервал, с.

10.3.3 При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с разделом 11 данной методики.

10.4 Определение входного сопротивления каналов осциллографа.

10.4.1 Определение входного сопротивления каналов осциллографа проводят методом прямых измерений с помощью мультиметра 3458A.

Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2.

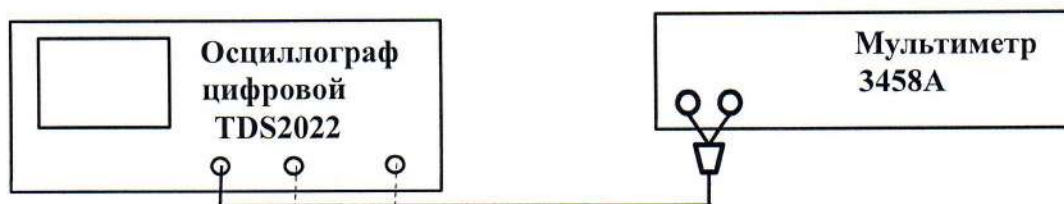


Рисунок 2 – Структурна схема определения входного сопротивления осциллографа

Измерить входное сопротивление всех каналов осциллографа и входа внешней синхронизации.

Зафиксировать результаты измерений входного сопротивления.

10.4.2. Результаты поверки по 10.4 считать положительными, если значения входного сопротивления каждого из каналов находятся в пределах от 0,98 до 1,02 МОм, что соответствует пределам относительной погрешности $\pm 2,0\%$.

10.4.3 При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с разделом 11 данной методики.

11 Оформление результатов поверки

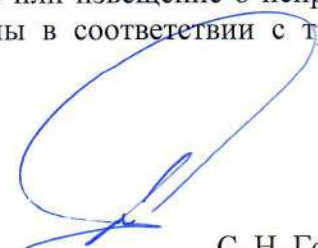
11.1 Результаты проверки внешнего осмотра, опробования, идентификации ПО, условий поверки и окончательные результаты измерений (расчетов), полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки произвольной формы.

11.2 Сведения о результатах и объеме проведенной поверки средства измерений в целях ее подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений. При оформлении свидетельства о поверке знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

11.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, при отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности к применению средства измерений. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

Инженер по метрологии II категории
лаборатории № 441 ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»


С. Н. Гольшак


И. С. Медведева