

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»
(ФБУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»)

У Т В Е Р Ж Д А Ю

Заместитель генерального директора

ФБУ «Ростест-Москва»

Е. В. Морин

«13» мая 2016 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Осциллографы цифровые запоминающие

**RTO2002, RTO2004, RTO2012, RTO2014, RTO2022, RTO2024, RTO2032,
RTO2034, RTO2044**

**Методика поверки
РТ-МП-3244-441-2016**

**г. Москва
2016**

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы цифровые запоминающие RTO2002, RTO2004, RTO2012, RTO2014, RTO2022, RTO2024, RTO2032, RTO2034, RTO2044 (далее – осциллографы) и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

1.2 Интервал между поверками – 12 месяцев.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование Операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периоди- ческой поверке
1 Внешний осмотр	8.1	+	+
2 Опробование	8.2	+	+
3 Подтверждение идентификационных данных ПО	8.3	+	+
4 Определение погрешности по частоте внутреннего опорного генератора	8.4	+	+
5 Определение диапазона и погрешности установки коэффициентов отклонения	8.5	+	+
6 Определение диапазона и погрешности установки смещения	8.6	+	+
7 Определение времени нарастания переходной характеристики	8.7	+	+
8 Определение минимального уровня синхронизации от входов каналов осциллографа	8.8	+	+

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 2.

Таблица 2

Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки
	Пределы измерений	Пределы допускаемой погрешности	
1	2	3	4
Стандарт частоты	Частота выходных сигналов 5 МГц, 10 МГц	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$ за 1 год	Стандарт частоты рубидиевый GPS -12RG

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Частотомер универсальный	Диапазон частот от 0,001 Гц до 40 ГГц	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$ с внешней опорной частотой за 1 год	Частотомер универсальный CNT-90XL
Калибратор осциллографов	Т: от 0,5 нс до 50 с Упост: от 1 мВ до 200 В Ускз: от 25 мВ до 2 В (от 10 Гц до 4000 МГц) $\tau_{фр}$: не более 25 пс	$\pm 2,5 \cdot 10^{-7}$ $\pm 0,025$ % $\pm (1,5 \dots 4)$ %	Калибратор осциллографов Fluke 9500B

3.2 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки разрешается применять другие аналогичные средства измерения, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

3.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах).

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки осциллографа допускаются лица, имеющие высшее или среднее специальное образование, квалификационную группу по электробезопасности не ниже 4 с напряжением до 1000 В, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электронным измерительно-испытательным оборудованием, и опыт практической работы.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в руководстве по эксплуатации на приборы, в технической документации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С 23 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) 100 ± 4 (750 ± 30);
- параметры питания от сети переменного тока:
 - напряжение, В $220 \pm 4,4$;
 - частота, Гц $50 \pm 0,5$.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать приборы в условиях, указанных в п. 6.1, в течение 1 ч;
- выполнить операции, оговоренные в руководстве по эксплуатации на поверяемый осциллограф по его подготовке к поверке;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима в течение 30 мин.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра установить соответствие осциллографа следующим требованиям:

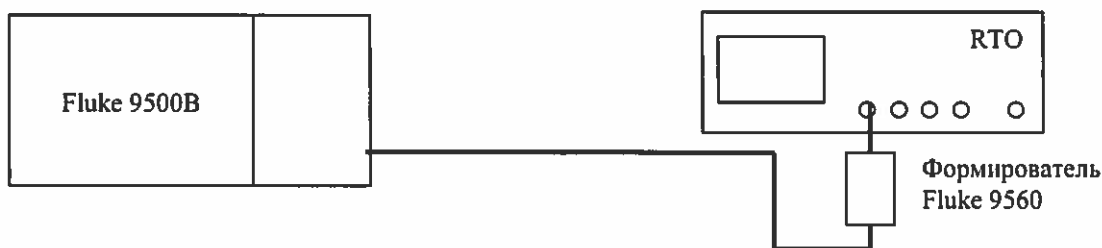
- наличие маркировки, подтверждающей тип и заводской номер;
- наружная поверхность не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу прибора и его органов управления;
- разъемы должны быть чистыми;
- соединительные провода должны быть исправными;
- комплектность осциллографа должна соответствовать указанной в технической документации фирмы-изготовителя.

8.2 Опробование

Подготовить осциллограф к работе в соответствии с технической документацией фирмы-изготовителя. Проверить отсутствие сообщений о неисправности в процессе загрузки осциллографа. Проверить работоспособность ЖКИ, диапазон перемещения линии развертки по вертикали.

Запустить внутреннюю самокалибровку, нажав File – SelfAlignment – Start Alignment.

После окончания самокалибровки собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.



Установить на выходе калибратора последовательность прямоугольных импульсов с амплитудой 1 В и частотой следования 1 кГц. 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.

Результаты опробования считать положительными, если самокалибровка осциллографа проходит без ошибок; на экране осциллографа наблюдается меандр амплитудой 1 В и частотой следования 1 кГц, органы управления исправно работают.

8.3 Подтверждение идентификационных данных ПО

Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения осциллографа отображаются на дисплее прибора при нажатии кнопки SETUP.

Наименование и номер версии ПО должны соответствовать описанию ПО в технической документации на осциллограф.

8.4 Определение погрешности по частоте внутреннего опорного генератора

Выход осциллографа AUX OUT подключить к входу частотомера, работающего в режиме внешней опорной частоты от стандарта частоты.

На осциллографе нажать:

- [PRESET]

- [HORIZONTAL : Time Base : Reference: AUX Out : '1 GHz Reference On']

Измерить по частотомеру номинальную выходную частоту 1 ГГц.

Результаты поверки считать положительными, если действительное значение частоты отличается от номинального не более чем, на 10 кГц (для опции В4 – на 200 Гц).

8.5 Определение диапазона и погрешности установки коэффициентов отклонения

Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1, калибратор подключить к входу канала 1 осциллографа.

Выполнить следующие установки осциллографа:

1. [PRESET]

2. [HORIZONTAL: 10 ms / div]

3. [ACQUISITION: Ch1: Decimation "High res": "Resolution" tab: Record length 1kSa]

4. [MEAS: Setup : Main Measurement "Mean" : State On : Source "CH1"]

5. [CH1 1 MΩ DC]

Последовательно установить на выходе калибратора положительное и отрицательное напряжение постоянного тока при соответствующем коэффициенте отклонения осциллографа по таблице 8.1.

Таблица 8.1

Установленный коэффициент отклонения	Напряжение на выходе калибратора, V_{K+}/V_{K-}	Показания осциллографа, $V_{ОСЦ+}$	Показания осциллографа, $V_{ОСЦ-}$	Погрешность коэффициента отклонения $\delta K_{откл}, \%$	Пределы погрешности, %
3 мВ/дел	$\pm 13,5$ мВ				$\pm 2,0$
10 мВ/дел	± 45 мВ				$\pm 2,0$
30 мВ/дел	± 135 мВ				$\pm 2,0$
100 мВ/дел	$\pm 0,45$ В				$\pm 2,0$
300 мВ/дел	$\pm 1,35$ В				$\pm 2,0$
1 В/дел	$\pm 4,5$ В				$\pm 2,0$
3 В/дел	$\pm 13,5$ В				$\pm 2,0$
10 В/дел	± 40 В				$\pm 2,0$

Показания осциллографа при измерении положительного и отрицательного напряжения записать как $V_{осц+}$ и $V_{осц-}$ соответственно.

Рассчитать погрешность коэффициента отклонения $\delta K_{откл}$, используя следующее соотношение:

$$\delta K_{откл} = \left(\frac{V_{осц+} - V_{осц-}}{V_{K+} - V_{K-}} - 1 \right) \cdot 100,$$

где $V_{осц+}$, $V_{осц-}$ - показания осциллографа при измерении положительного и отрицательного напряжения;

V_{K+} , V_{K-} - установленное на выходе калибратора положительное и отрицательное напряжение постоянного тока.

Повторить процедуру для остальных каналов осциллографа, при этом выключать уже проверенный канал.

Установить входное сопротивление осциллографа 50 Ом, связь по постоянному току (DC).

Последовательно установить на выходе калибратора положительное и отрицательное напряжение постоянного тока на нагрузку 50 Ом в соответствии со вторым столбцом таблицы 8.2.

Таблица 8.2

Установленный коэффициент отклонения	Напряжение на выходе калибратора, V_{K+}/V_{K-}	Показания осциллографа, $V_{осц+}$	Показания осциллографа, $V_{осц-}$	Погрешность коэффициента отклонения $\delta K_{откл}$, %	Пределы погрешности, %
3 мВ/дел	$\pm 13,5$ мВ				$\pm 2,0$
10 мВ/дел	± 45 мВ				$\pm 1,5$
30 мВ/дел	± 135 мВ				$\pm 1,5$
100 мВ/дел	$\pm 0,45$ В				$\pm 1,5$
300 мВ/дел	$\pm 1,35$ В				$\pm 1,5$
1 В/дел	$\pm 4,5$ В				$\pm 1,5$

Показания осциллографа при измерении положительного и отрицательного напряжения записать как $V_{осц+}$ и $V_{осц-}$ соответственно.

Рассчитать погрешность коэффициента отклонения $\delta K_{откл}$.

Повторить процедуру для остальных каналов осциллографа, при этом, выключать уже проверенный канал.

Результаты поверки считать положительными, если диапазон установки коэффициентов отклонения соответствует всем позициям, погрешность коэффициентов отклонения находится в пределах, указанных в таблицах 8.1 и 8.2.

8.6 Определение диапазона и погрешности установки смещения

Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1, калибратор подключить к входу канала 1 осциллографа.

Выполнить следующие установки осциллографа:

1. [PRESET]
2. [HORIZONTAL: 10 ms / div]
3. [ACQUISITION: Ch1: Decimation "High res": "Resolution" tab: Record length 1kSa]
4. [MEAS: Setup : Main Measurement "Mean" : State On : Source "CH1"]

5. [СН1 1 МΩ DC]

Последовательно установить на выходе калибратора положительное и отрицательное напряжение постоянного тока в соответствии со вторым столбцом таблицы 8.3, а также соответствующее смещение на осциллографе $U_{см}$.

Показания осциллографа при измерении положительного и отрицательного напряжения записать как $V_{осц+}$ и $V_{осц-}$ соответственно.

Рассчитать погрешность установки смещения $\Delta U_{см}$, используя следующее соотношение:

$$\Delta U_{см} = V_{осц+/-} - V_{к+/-},$$

где $V_{осц+}$, $V_{осц-}$ - показания осциллографа при измерении положительного и отрицательного напряжения;

$V_{к+}$, $V_{к-}$ - установленное на выходе калибратора положительное и отрицательное напряжение постоянного тока.

Таблица 8.3

Установленный коэффициент отклонения	Напряжение на выходе калибратора, $V_{к+}/ V_{к-}(U_{см})$	Показания осциллографа, $V_{осц+}$	Показания осциллографа, $V_{осц-}$	Погрешность установки смещения $\Delta U_{см}$, мВ	Пределы погрешности, мВ
3 мВ/дел	± 1 В				$\pm 6,3$
300 мВ/дел	± 5 В				± 50
3 В/дел	± 40 В				$\pm 442,5$

Повторить процедуру для остальных каналов осциллографа, при этом выключать уже проверенный канал.

Установить входное сопротивление 50 Ом, связь по постоянному току (DC).

Последовательно установить на выходе калибратора положительное и отрицательное напряжение постоянного тока на нагрузке 50 Ом в соответствии со вторым столбцом таблицы 8.4. Показания осциллографа при измерении положительного и отрицательного напряжения записать как $V_{осц+}$ и $V_{осц-}$ соответственно.

Рассчитать погрешность установки смещения $\Delta U_{см}$.

Повторить процедуру для остальных каналов осциллографа, при этом, выключать уже проверенный канал.

Результаты поверки считать положительными, если диапазон установки смещения соответствует всем позициям, погрешность установки смещения находится в пределах, указанных в таблицах 8.3 и 8.4.

Таблица 8.4

Установленный коэффициент отклонения	Напряжение на выходе калибратора, $V_{к+}/ V_{к-}(U_{см})$	Показания осциллографа, $V_{осц+}$	Показания осциллографа, $V_{осц-}$	Погрешность установки смещения $\Delta U_{см}$, мВ	Пределы погрешности, мВ
3 мВ/дел	± 1 В				$\pm 6,3$
300 мВ/дел	± 3 В				± 43
1 В/дел	± 5 В				± 120

8.7 Определение времени нарастания переходной характеристики

Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1. Для осциллографов RTO2032, RTO2034, RTO2044 использовать формирователь 9550.

Осциллографы цифровые запоминающие
RTO2002, RTO2004, RTO2012, RTO2014, RTO2022, RTO2024, RTO2032, RTO2034, RTO2044

лист 7

Методика поверки РТ-МП-3244-441-2016

листов 9

Выполнить следующие установки осциллографа:

1. [PRESET]
2. [HORIZONTAL: 100 ps / div]
3. [MEAS: Setup : Main Measurement "Rise Time" : State On : Source Ch1]
4. [CH1: 50 Ω DC:Scale 100 mV/ div: ACQUISITION: "Average": Average Count 10]
5. [TRIGGER: Source: Ch1]

Включить на калибраторе режим проверки ПХ, импульс положительной полярности уровень 0,5 В, режим работы на нагрузку 50 Ом.

Регулируя уровень запуска, постоянное смещение, коэффициенты развертки и отклонения, добиться устойчивого отображения на экране осциллографа перепада напряжения положительной полярности. Записать измеренное значение в протокол как $\tau_{фр}$ [нс].

Повторить процедуру для остальных каналов осциллографа, при этом, выключать уже проверенный канал.

Результаты поверки считать положительными, если время нарастания переходной характеристики не превышает значений, указанных в таблице 8.5.

Таблица 8.5

Модель осциллографа	Время нарастания переходной характеристики, не более
RTO2002, RTO2004	600 пс
RTO2012, RTO2012	350 пс
RTO2022, RTO2024	175 пс
RTO2032, RTO2034	120 пс
RTO2044	100 пс

8.8 Определение минимального уровня синхронизации от входов каналов осциллографа

Для проверки минимального уровня синхронизации от каналов осциллографа собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

Выполнить следующие установки осциллографа:

1. [PRESET]
2. [HORIZONTAL: Time scale 300 ps / div: Reference point 50%]
3. [CH1: 50 Ω DC: Scale 100 mV/div]
4. [TRIGGER: Source "CH1" : Coupling. 50 Ω DC : Level 0 V : Positive Slope]
5. [TRIGGER: NOISE REJECT: Hysteresis Mode "Manual": Absolut Hysteresis 0V]
6. [TRIGGER: MODE: "Normal"]

На калибраторе включить режим проверки АЧХ и установить частоту сигнала в соответствии с таблицей 8.6 в зависимости от модели осциллографа.

Таблица 8.6

Модель осциллографа	Частота, МГц
RTO2002, RTO2004	600
RTO2012, RTO2012	1000
RTO2022, RTO2024	2000
RTO2032, RTO2034	3000
RTO2044	4000

Уровень сигнала с выхода калибратора установить по осциллографу таким, чтобы размах сигнала занимал не менее 4 делений. Регулируя уровень запуска на осциллографе LEVEL добиться устойчивой синхронизации сигнала.

Уменьшая амплитуду сигнала на выходе калибратора и одновременно регулируя уровень запуска определить уровень сигнала (в делениях вертикальной шкалы), ниже которого запуск не выполняется. При необходимости визуальной идентификации наличия синхронизированного сигнала на экране использовать функцию масштабирования осциллографа.

Примечание - кнопка «TRIG`d» имеет зеленую подсветку в процессе непрерывной синхронизации и красную подсветку при остановке сбора данных.

Повторить процедуру для остальных каналов осциллографа, при этом, выключать уже проверенный канал.

Результаты поверки считать положительными, если во всех каналах обеспечивается синхронизация по сигналу с размахом не более 0,1 дел.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы.

9.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015.

Поверительное клеймо наносится на заднюю панель осциллографов цифровых запоминающих RTO2002, RTO2004, RTO2012, RTO2014, RTO2022, RTO2024, RTO2032, RTO2034, RTO2044 в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации № 1815 от 02.07.2015.

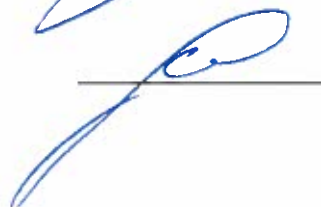
9.3 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании, или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации № 1815 от 02.07.2015.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»



С. Э. Баринов

Нач. сектора № 1 лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»



Р. А. Осин