

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



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

УТВЕРЖДАЮ

Зам. Генерального директора

ФБУ "Ростест-Москва"

Е. В. Морин

«21» сентября 2015 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Осциллографы цифровые запоминающие
RTM2022, RTM2024, RTM2102, RTM2104**

**Методика поверки
РТ-МП-2512-441-2015**

пр. 62942 - 15

**г. Москва
2015**

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы цифровые запоминающие RTM2022, RTM2024, RTM2102, RTM2104 (далее – осциллографы), изготавливаемые фирмой «Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG», Германия, 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 полосы пропускания	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	
Калибратор осциллографов	Т: от 0,5 нс до 50 с Упост: от 3 мВ до 40 В Ускз: от 5 мВ до 2 В (от 10 Гц до 1000 МГц) $\tau_{фр}$: не более 150 пс	$\pm 2,5 \cdot 10^{-7}$ $\pm 0,025 \%$ $\pm (1,5 \dots 3) \%$	Калибратор осциллографов Fluke 9500B

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

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, °C 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 наверяемый 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.

Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

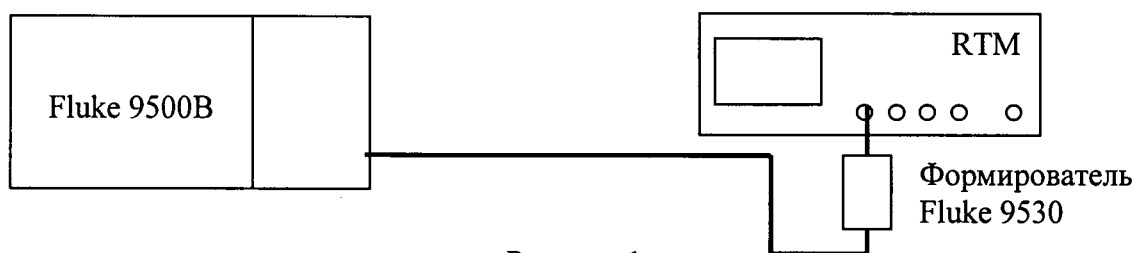


Рисунок 1

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 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 во время включения прибора, а также при нажатии SETUP-Device Information.

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

8.4 Определение погрешности по частоте внутреннего опорного генератора

Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

Установить на калибраторе синусоидальный сигнал с частотой 10 МГц и амплитудой 1 В. На осциллографе нажать кнопку AUTOSSET. Увеличивая коэффициент развертки осциллографа до 20 мс/дел, перевести его в строб-режим.

Измерить на осциллографе частоту сигнала биения между внешним сигналом и внутренним тактовым генератором осциллографа.

Результаты поверки считать положительными, если частота биений не превышает 35 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:

- [PRESET]
- [CH1 : Termination 1 MΩ : Bandwidth 20 MHz]
- [HORIZONTAL SCALE 1 ms/div]
- [ACQUISITION : Waveform Rate "Max. Sa. Rate" : Wfm. Arithmetic "Average" : No Of Averages 2 Wfm.]
- [VERTICAL POSITION 0 div]
- [MEAS : Meas. Type "Mean Value" : Measure 1 "On"].

Последовательно установить на выходе калибратора положительное и отрицательное напряжение постоянного тока в соответствии со вторым столбцом таблицы 8.1.

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

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, %
1 мВ/дел	± 3,6 мВ				± 2,0
2 мВ/дел	± 7,2 мВ				± 2,0
5 мВ/дел	± 18 мВ				± 2,0
10 мВ/дел	± 36 мВ				± 1,5
20 мВ/дел	± 72 мВ				± 1,5
50 мВ/дел	± 180 мВ				± 1,5
100 мВ/дел	± 360 мВ				± 1,5
200 мВ/дел	± 720 мВ				± 1,5
500 мВ/дел	± 1,8 В				± 1,5
1 В/дел	± 3,6 В				± 1,5
2 В/дел	± 7,2 В				± 1,5
5 В/дел*	± 18 В				± 1,5
10 В/дел*	± 36 В				± 1,5

* - Только для входного сопротивления 1 МОм

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 50 Ом, связь по постоянному току (DC).

Последовательно установить на выходе калибратора положительное и отрицательное напряжение постоянного тока в соответствии со вторым столбцом таблицы 8.1 до уровня $\pm 7,2$ В (коэффициент отклонения 2 В/дел). 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 таблице 8.1.

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:

- [PRESET]
- [CH1 : Termination 1 M Ω : Bandwidth 20 MHz]
- [HORIZONTAL SCALE 1 ms/div]
- [ACQUISITION : Waveform Rate "Max. Sa. Rate" : Wfm. Arithmetic "Average" : No Of Averages 2 Wfm.]
- [VERTICAL POSITION 0 div]
- [MEAS : Meas. Type "Mean Value" : Measure 1 "On"].

Последовательно установить на выходе калибратора положительное и отрицательное напряжение постоянного тока в соответствии со вторым столбцом таблицы 8.2, а также соответствующее смещение на осциллографе $U_{см}$.

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

Таблица 8.2

Установленный коэффициент отклонения	Напряжение на выходе калибратора, $V_{к+}/V_{к-}(U_{см})$	Показания осциллографа, $V_{осц+}$	Показания осциллографа, $V_{осц-}$	Погрешность коэффициента отклонения $\delta K_{откл}, \%$	Пределы погрешности
5 мВ/дел	$\pm 0,975$ В				$\pm 5,63$ мВ
100 мВ/дел	$\pm 9,5$ В				$\pm 62,5$ мВ
1 В/дел	± 40 В				± 350 мВ

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.

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

Таблица 8.3

Установленный коэффициент отклонения	Напряжение на выходе калибратора, $V_{K+}/V_{K-}(U_{см})$	Показания осциллографа, $V_{осц+}$	Показания осциллографа, $V_{осц-}$	Погрешность коэффициента отклонения $\delta K_{откл}, \%$	Пределы погрешности
5 мВ/дел	$\pm 0,975$ В				$\pm 5,63$ мВ
500 мВ/дел	± 5 В				± 100 мВ

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 8.2 и 8.3.

8.7 Определение полосы пропускания

Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

Выполнить следующие установки осциллографа:

- [PRESET]
- [CH1 : Termination 50 Ω]
- [HORIZONTAL SCALE 10 ns/div]
- [ACQUISITION : Waveform Rate "Max. Sa. Rate" : Wfm. Arithmetic "Average" : No Of Averages 32 Wfm.]
- [TRIGGER SOURCE : Channel 1]
- [VERTICAL POSITION 0 div]
- [MEAS : Meas. Type "Rise Time" : Measure 1 "On"]

Включить на калибраторе режим проверки ПХ, импульс положительной полярности уровень 2 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.

Рассчитать полосу пропускания осциллографа как:

$$f_{в.гр.}[ГГц] = \frac{0,35}{\tau_{фр}[нс]}$$

Результаты поверки считать положительными, если значение верхней граничной частоты полосы пропускания не менее:

RTM2022, RTM2024	200 МГц
RTM2102, RTM2104	1000 МГц

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.

Осциллографы цифровые запоминающие RTM2022, RTM2024, RTM2102, RTM2104

лист 7

Методика Поверки РТ-МП-2512-441-2015

листов 8

Выполнить следующие установки осциллографа:

- [PRESET]
- [CH1 : Termination 50 Ω : Y-Scale 20 mV/div]
- [VERTICAL POSITION 0 div]
- [TRIGGER SOURCE : Channel 1]
- [TRIGGER LEVEL : 0 V]
- [TRIGGER SETUP : Setup : Slope "Both"]

На калибраторе включить режим проверки АЧХ и установить сигнал со следующей частотой в зависимости от модели осциллографа:

RTM2022, RTM2024	200 МГц
RTM2102, RTM2104	1000 МГц

Уровень сигнала с выхода калибратора установить по осциллографу так, чтобы размах сигнала занимал не менее 3 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.

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 2 дел.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

9.2 При положительных результатах поверки на прибор выдается "Свидетельство о поверке" установленного образца.

9.3 При отрицательных результатах поверки на прибор выдается "Извещение о непригодности" установленного образца с указанием причин непригодности.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»

С. Э. Баринов

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

Р. А. Осин