

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ,
Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»

 А.С. Евдокимов

«12» 03 2014 г.

Осциллографы цифровые
DPO72304DX, DPO72504DX, DPO73304DX,
MSO72304DX, MSO72504DX, MSO73304DX

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП РТ 2064-2014

Начальник лаборатории
441 ФБУ «Ростест-Москва»



С.Э. Баринов

Начальник сектора лаборатории
441 ФБУ «Ростест-Москва»



Р.А. Осин

Заместитель генерального директора
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»



Д.Р. Васильев

г. Москва
2014

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы цифровые DPO72304DX, DPO72504DX, DPO73304DX, MSO72304DX, MSO72504DX, MSO73304DX (далее – приборы), изготавливаемые компанией “Tektronix, Inc.”, США, и устанавливает методы и средства их поверки. Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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
1	внешний осмотр и подготовка к поверке	6	да	да
2	опробование и функциональная диагностика	7.2	да	да
3	определение метрологических характеристик	7.3	да	да
3.1	определение погрешности входного сопротивления	7.3.1	да	да
3.1	определение погрешности частоты опорного генератора	7.3.2	да	да
3.2	определение погрешности установки напряжения смещения	7.3.3	да	да
3.3	определение погрешности измерения постоянного напряжения	7.3.4	да	да
3.4	проверка полосы пропускания	7.3.5	да	да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

2.2 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки разрешается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие требуемые технические характеристики.

Таблица 2. Средства поверки

№	наименование средства поверки	номер пункта методики	требуемые технические характеристики	рекомендуемый тип средства поверки и его технические характеристики
1	2	3	4	5
1	измеритель сопротивления	7.3.1	относительная погрешность измерения сопротивления 50 Ω не более $\pm 0.2\%$	мультиметр Keithley 2000 относительная погрешность измерения сопротивления 50 Ω не более $\pm 0.02\%$
2	стандарт частоты	7.3.2	относительная погрешность частоты 10 МГц не более $\pm 5 \cdot 10^{-9}$; уровень сигнала от 0 до +10 dBm	стандарт частоты рубидиевый Stanford Research Systems FS725 относительный дрейф частоты за один год не более $\pm 1 \cdot 10^{-10}$; уровень сигнала +7 dBm

1	2	3	4	5
3	частотомер	7.3.2	внешняя синхронизация сигналом частотой 10 МГц; разрешение не менее 8 разрядов	<u>частотомер универсальный Tektronix FCA3000</u> внешняя синхронизация сигналом частотой 10 МГц; разрешение не менее 10 разрядов
4	калибратор напряжения	7.3.3 7.3.4	относительная погрешность установки постоянного напряжения по 4-х проводной схеме от 18 mV до 1.2 V не более $\pm (3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 0.5 \text{ mV})$, от 1.2 до 6 V не более $\pm (3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 2.5 \text{ mV})$	<u>калибратор-измеритель напряжения и силы тока Keithley 2601A</u> относительная погрешность установки постоянного напряжения по 4-х проводной схеме на пределе 100 mV не более $\pm (2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0.25 \text{ mV})$, на пределе 1 V не более $\pm (2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0.4 \text{ mV})$, на пределе 6 V не более $\pm (2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 1.8 \text{ mV})$
5	генератор сигналов СВЧ	7.3.5	диапазон частот от 50 МГц до 35 GHz; диапазон установки уровня от - 30 до + 4 dBm	<u>генератор сигналов измерительный Anritsu MG3694C</u> с опциями 2, 4 диапазон частот от 8 МГц до 40 GHz; диапазон установки уровня от - 115 до + 6 dBm
6	ваттметр поглощаемой мощности СВЧ	7.3.5	диапазон частот от 50 МГц до 35 GHz; относительная погрешность измерения уровня мощности от - 30 до + 4 dBm не более $\pm 0.5 \text{ dB}$	<u>преобразователь измерительный Rohde & Schwarz NRP-Z55</u> относительная погрешность измерения уровня мощности от - 30 до + 20 dBm на частотах от 0 до 40 GHz не более $\pm 0.43 \text{ dB}$

2.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, эталонные средства измерений поз. 1 – 6 таблицы 2 поверены и иметь документы о поверке.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений, и аттестованные в соответствии с ПР50.2.012-94.

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 прибора необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение поверяемого прибора к сети должно производиться с помощью сетевого кабеля из комплекта прибора;

- заземление поверяемого прибора и средств поверки должно производиться посредством заземляющего провода сетевого кабеля;
- запрещается подавать на вход прибора сигнал с уровнем, превышающим максимально допустимое значение;
- запрещается работать с поверяемым прибором при снятых крышках или панелях;
- запрещается работать с прибором в условиях температуры и влажности, выходящих за пределы рабочего диапазона, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с прибором в случае обнаружения его повреждения.

5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха 23 ± 5 °С;
- относительная влажность воздуха 30 ... 80 %;
- атмосферное давление 84 ... 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;
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положений;
- комплектность прибора.

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

6.2 Подготовка к поверке

6.2.1 Перед началом работы поверитель должен изучить руководство по эксплуатации поверяемого прибора, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2.3 Подсоединить прибор и калибратор к сети 220 V; 50 Hz.

6.2.3 Включить питание прибора и калибратора.

6.2.4 Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик прибора (разделы 7.3, 7.4) средства поверки и поверяемый прибор должны быть выдержаны во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации. Минимальное время прогрева прибора 30 min.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Общие указания по проведению поверки

В процессе выполнения операций результаты измерений заносятся в протокол поверки. Полученные 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 прибор следует направить в сервисный центр для проведения регулировки и/или ремонта.

7.2 Опробование и функциональная диагностика

7.2.1 Выполнить идентификацию версии программного обеспечения прибора, для чего кликнуть на клавише **Help**, выбрать **About Tek Scope**

Записать в столбец 2 таблицы 3.2 результат проверки идентификационных данных программного обеспечения (верхняя строка **Version**).

7.2.2 Выполнить процедуру диагностики (Self-Test):

- убедиться в том, что к каналам прибора ничего не подключено
- кликнуть на клавише **Utility**, выбрать **Instrument Diagnostics**
- в открывшейся панели **Diagnostics** кликнуть на клавише **Run**
- выждать до завершения процедуры диагностики (она занимает несколько минут), после в панели **Diagnostics** чего должны появиться результаты тестирования.

Записать в столбец 2 таблицы 7.2 результат диагностики.

7.2.3 Выполнить процедуру компенсации сигнального тракта:

- убедиться в том, что к каналам прибора ничего не подключено
- нажать клавишу **Utility**
- кликнуть на клавише **Utility**, выбрать **Instrument Calibration**
- после того, как в открывшейся панели **Calibration** окно **Temperature Status** будет указывать **Ready**, запустить процедуру кликом по клавише **Run SPC**
- выждать до завершения процедуры компенсации сигнального тракта (она занимает 10 – 15 минут), после чего в окне **SPC Status** должен появиться результат процедуры.

Записать в столбец 2 таблицы 7.2 результат компенсации сигнального тракта.

Таблица 7.2. Опробование и функциональная диагностика

содержание проверки	результат проверки	критерий проверки
1	2	3
проверка идентификации версии программного обеспечения		номер версии не ниже 7.1.1
диагностика (Self Test)		PASS сообщения об ошибках отсутствуют
компенсация сигнального тракта (Signal Path Compensation)		PASS сообщения об ошибках отсутствуют

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение погрешности входного сопротивления

7.3.1.1 Нажать на приборе клавишу **Default Setup**.

7.3.1.2 Установить на мультиметре режим измерения сопротивления по двухпроводной схеме и предел измерения 100 Ω .

Присоединить к клеммам HI, LO мультиметра кабель “banana(2m)” с переходом на разъем BNC(m).

7.3.1.3 Закоротить выходные контакты кабеля, и ввести на мультиметре функцию “REL”. Убедиться в том, что отсчет сопротивления на мультиметре близок к нулю.

7.3.1.4 Используя адаптер TCA-BNC, присоединить выход кабеля к входу канала CH1.

7.3.1.5 Нажать на приборе клавишу канала CH1.

7.3.1.6 Установить на канале коэффициент отклонения **Vertical Scale** 6.25 mV/div. Записать измеренное мультиметром значение сопротивления в столбец 3 таблицы 7.3 .1.

7.3.1.7 Выполнить действия по пунктам 7.3.1.4 – 7.3.1.6 для остальных каналов.

Таблица 7.3.1. Входное сопротивление

Ко (Vertical Scale)	нижний предел допускаемых значений	измеренное значение входного сопротивления	верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
6.25 mV/div	48.0 Ω		52.0 Ω

7.3.2 Определение погрешности частоты опорного генератора

7.3.2.1 Нажать на приборе клавишу **Default Setup**.

7.3.2.2 Подготовить к работе стандарт частоты.

7.3.2.3 Соединить кабелем BNC(m-m) разъем “10 MHz” стандарта частоты с разъемом “Ext Ref” частотомера.

Соединить кабелем BNC(m-m) разъем “Ref Out” прибора с разъемом “Channel A” частотомера.

7.3.2.4 Выполнить установки на частотомере:

[Meas]; Freq > Freq > A[Input A]; DC 1 MΩ

[Settings]; Meas Time 100 ms, Timebase Ref External

7.3.2.5 Записать отчет частотомера в столбец 3 таблицы 7.3.2.

Таблица 7.3.2. Погрешность частоты опорного генератора

частота на выходе “Ref Out”	нижний предел допускаемых значений	измеренное значение частоты	верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
10.000 000	Fmin		Fmax

7.3.2.6 Рассчитать нижний Fmin и верхний Fmax пределы допускаемых значений частоты по формулам ниже и записать их в столбцы 2 и 4 таблицы 7.3.2.

$$F_{\min} = F - \Delta F; F_{\max} = F + \Delta F;$$

$\Delta F = \pm F \cdot (\delta_0 + N \cdot \delta_A)$; N – количество лет с даты выпуска или последней заводской подстройки;

$$F = 10 \text{ MHz}; \delta_0 = 1.5 \cdot 10^{-6}, \delta_A = 1 \cdot 10^{-6}$$

7.3.3 Определение погрешности установки напряжения смещения

7.3.3.1 Собрать схему соединения оборудования следующим образом:

Установить на вход канала CH1 прибора адаптер TCA-BNC, и присоединить к выходу адаптера тройник BNC(m,f,f)

Соединить один из выходов тройника с клеммами “HI”, “LO” калибратора так, чтобы центральный проводник тройника был подключен к клемме “HI”, а экран к клемме “LO”.

Соединить другой выход тройника с клеммами “SHI”, “SLO” калибратора так, чтобы центральный проводник тройника был подключен к клемме “SHI”, а экран к клемме “SLO”.

7.3.3.2 Установить на калибраторе воспроизведение напряжения по 4-х проводной схеме.

7.3.3.3 Нажать на приборе клавишу **Default Setup**.

7.3.3.4 В меню **Horiz/Acq** прибора выбрать:

- **Acquisition Mode: Hi Res**

- **Horiz/Acquisition Setup; Mode: Manual, Scale 800 μ s/div, Record Length 100000**

Заккрыть меню **Horiz/Acq**

7.3.3.5 Установить в меню **Trigger: Source Line**

7.3.3.6 Нажать клавишу канала **CH1**.

В меню **Measure** выбрать **Amplitude, Mean**

7.3.3.7 Установить на приборе коэффициент отклонения (**Vertical Scale**) **6.25 mV/div**.

В меню **Vertical, Vertical Setup** устанавливать входное напряжение сдвига (**Termination Voltage**) и напряжение смещения (**Offset**), как указано в столбцах 1, 2 таблицы 7.3.3.

Устанавливать на калибраторе значения **Ucal**, указанные в столбце 3 таблицы 7.3.3.

Записывать отсчеты **Mean** на приборе в столбец 5 таблицы 7.3.3. Количество записываемых разрядов должно соответствовать разрядам пределов, указанных в столбцах 4 и 6 таблицы.

*ПРИМЕЧАНИЕ: после новых установок **Termination Voltage** и **Offset** возможен переход входа канала в состояние "GND" из-за несоответствия уровня входного напряжения. В таком случае после ввода соответствующего значения напряжения **Ucal** следует в меню **Vertical Setup** кликнуть на клавише **Coupling: DC**.*

Таблица 7.3.3. Погрешность установки напряжения смещения

Term. Voltage	Offset	Ucal	нижний предел	измеренное значение Mean	верхний предел
1	2	3	4	5	6
Vertical Scale = 6.25 mV/div					
+ 3.5 V	+ 3.4 V	+ 3.4 V	+ 3.3831 V		+ 3.4169 V
- 3.5 V	- 3.4 V	- 3.4 V	- 3.4169 V		- 3.3831 V
Vertical Scale = 10 mV/div					
+ 3.5 V	+ 3.4 V	+ 3.4 V	+ 3.3827 V		+ 3.4173 V
- 3.5 V	- 3.4 V	- 3.4 V	- 3.4173 V		- 3.3827 V
Vertical Scale = 20 mV/div					
+ 3.5 V	+ 3.4 V	+ 3.4 V	+ 3.3817 V		+ 3.4183 V
- 3.5 V	- 3.4 V	- 3.4 V	- 3.4183 V		- 3.3817 V
Vertical Scale = 50 mV/div					
+ 3.5 V	+ 3.4 V	+ 3.4 V	+ 3.3787 V		+ 3.4213 V
- 3.5 V	- 3.4 V	- 3.4 V	- 3.4213 V		- 3.3787 V
Vertical Scale = 100 mV/div					
+ 3.5 V	+ 3.4 V	+ 3.4 V	+ 3.3737 V		+ 3.4263 V
- 3.5 V	- 3.4 V	- 3.4 V	- 3.4263 V		- 3.3737 V
Vertical Scale = 120 mV/div					
+ 3.5 V	+ 3.4 V	+ 3.4 V	+ 3.3717 V		+ 3.4283 V
- 3.5 V	- 3.4 V	- 3.4 V	- 3.4283 V		- 3.3717 V
Vertical Scale = 140 mV/div					
0 V	+ 6 V	+ 6 V	+ 5.9475 V		+ 6.0525 V
0 V	- 6 V	- 6 V	- 6.0525 V		- 5.9475 V
Vertical Scale = 200 mV/div					
0 V	+ 6 V	+ 6 V	+ 5.9415 V		+ 6.0585 V
0 V	- 6 V	- 6 V	- 6.0585 V		- 5.9415 V
Vertical Scale = 400 mV/div					
0 V	+ 6 V	+ 6 V	+ 5.9215 V		+ 6.0785 V
0 V	- 6 V	- 6 V	- 6.0785 V		- 5.9215 V

7.3.3.8 Выполнить действия по пункту 7.3.3.7 для остальных значений коэффициента отклонения (**Vertical Scale**), напряжения сдвига (**Termination Voltage**) и напряжения смещения (**Offset**), указанных в таблице 7.3.3.

7.3.3.9 Отключить канал нажатием соответствующей клавиши.

7.3.3.10 Выполнить действия по пунктам 7.3.3.6 – 7.3.3.9 для остальных трех каналов.

7.3.4 Определение погрешности измерения постоянного напряжения

Схема соединения оборудования и установки режимов – по предыдущей операции.

7.3.4.1 Нажать клавишу канала CH1.

7.3.4.2 Установить на приборе коэффициент отклонения (**Vertical Scale**) **6.25 mV/div**.

В меню **Vertical, Vertical Setup** устанавливать входное напряжение сдвига (**Termination Voltage**) и напряжение смещения (**Offset**), как указано в столбцах 1, 2 таблицы 7.3.4.

Устанавливать на калибраторе значения **Ucal**, указанные в столбце 3 таблицы 7.3.4.

Записывать отсчеты **Mean** на приборе в столбец 5 таблицы 7.3.4. Количество записываемых разрядов должно соответствовать разрядам пределов, указанных в столбцах 4 и 6 таблицы.

*ПРИМЕЧАНИЕ: после новых установок **Termination Voltage** и **Offset** возможен переход входа канала в состояние "GND" из-за несоответствия уровня входного напряжения. В таком случае после ввода соответствующего значения напряжения **Ucal** следует в меню **Vertical Setup** кликнуть на клавише **Coupling: DC**.*

Таблица 7.3.4. Погрешность измерения постоянного напряжения

Term. Voltage	Offset	Ucal	нижний предел	измеренное значение Mean	верхний предел
1	2	3	4	5	6
Vertical Scale = 6.25 mV/div					
+ 3.5 V	+ 3.4 V	+ 3.419 V	+ 3.4012 V		+ 3.4363 V
	+ 2.4 V	+ 2.419 V	+ 2.4032 V		+ 2.4343 V
+ 1.5 V	+ 2.5 V	+ 2.509 V	+ 2.4934 V		+ 2.5246 V
	+ 1.5 V	+ 1.509 V	+ 1.4994 V		+ 1.5186 V
	+ 0.5 V	+ 0.509 V	+ 0.5014 V		+ 0.5166 V
0 V	0 V	+ 18.5 mV	+ 14.76 mV		+ 22.25 mV
	- 1 V	- 0.991 V	- 1.0006 V		- 0.9814 V
	+ 1 V	+ 1.009 V	+ 0.9994 V		+ 1.0186 V
- 3.5 V	- 3.4 V	- 3.419 V	- 3.4363 V		- 3.4012 V
	- 2.4 V	- 2.419 V	- 2.4343 V		- 2.4032 V
- 1.5 V	- 2.5 V	- 2.509 V	- 2.5246 V		- 2.4934 V
	- 1.5 V	- 1.509 V	- 1.5186 V		- 1.4994 V
	- 0.5 V	- 0.509 V	- 0.5166 V		- 0.5014 V
Vertical Scale = 10 mV/div					
+ 3.5 V	+ 3.4 V	+ 3.43 V	+ 3.4117 V		+ 3.4483 V
	+ 2.4 V	+ 2.43 V	+ 2.4137 V		+ 2.4463 V
+ 1.5 V	+ 2.5 V	+ 2.515 V	+ 2.4988 V		+ 2.5312 V
	+ 1.5 V	+ 1.53 V	+ 1.5195 V		+ 1.5405 V
	+ 0.5 V	+ 0.53 V	+ 0.5215 V		+ 0.5385 V
0 V	0 V	+ 30 mV	+ 25.50 mV		+ 34.50 mV
	- 1 V	- 0.97 V	- 0.9805 V		- 0.9595 V
	+ 1 V	+ 1.03 V	+ 1.0195 V		+ 1.0405 V

