

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



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

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заместитель генерального директора  
ФБУ «Ростест-Москва»**

**Е.В. Морин**

**« 26 » сентября 2016 г.**



**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Осциллографы цифровые серии DPO70000SX**

**Методика поверки  
РТ-МП-3530-441-2016**

**г. Москва  
2016**

Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы цифровые серии DPO7000SX, модели DPO72304SX, DPO73304SX, DPO75002SX, DPO75902SX (далее – приборы), изготавливаемые компанией “Tektronix, Inc.”, США, 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
2	3	4	5
Внешний осмотр и подготовка к поверке	6	да	да
Опробование (идентификация и диагностика)	7.2	да	да
Определение метрологических характеристик	7.3	да	да
Определение погрешности частоты опорного генератора	7.3.1	да	да
Определение погрешности входного сопротивления каналов TekConnect	7.3.2	да	да
Определение погрешности входного сопротивления канала АТІ	7.3.3	да	да
Определение погрешности установки напряжения смещения на каналах TekConnect	7.3.4	да	да
Определение погрешности установки напряжения смещения на канале АТІ	7.3.5	да	да
Определение погрешности измерения постоянного напряжения на каналах TekConnect	7.3.6	да	да
Определение погрешности измерения постоянного напряжения на канале АТІ	7.3.7	да	да
Проверка полосы пропускания каналов TekConnect	7.3.8	да	да
Проверка полосы пропускания канала АТІ	7.3.9	да	да

1.2 Операции 7.3.3, 7.3.5, 7.3.7, 7.3.9 выполняются для моделей DPO75002SX, DPO75902SX.

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Для проведения поверки рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

2.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь документы о поверке.

2.3 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых осциллографов с требуемой точностью.

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	Частотомер	7.3.1	внешняя синхронизация 10 МГц, разрешение по частоте 1 Нз	<u>Частотомер универсальный Tektronix FCA3000</u> внешняя синхронизация 10 МГц; разрешение по частоте 0,001 Нз
2	Стандарт частоты	7.3.1	относительная погрешность частоты 10 МГц не более $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ ; уровень сигнала от 0 до + 10 dBm	<u>Стандарт частоты рубидиевый Stanford Research Systems FS725</u> относительный дрейф частоты 10 МГц за один год при температуре $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$ не более $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ ; уровень сигнала + 7 dBm
3	Измеритель сопротивления	7.3.2 7.3.3	относительная погрешность измерения сопротивления 50 $\Omega$ не более $\pm 0.2 \%$	<u>Мультиметр Keithley 2000</u> относительная погрешность измерения сопротивления 50 $\Omega$ не более $\pm 0.02 \%$
4	Калибратор напряжения	7.3.4 7.3.5 7.3.6 7.3.7	относительная погрешность установки постоянного напряжения от 18 mV до 1.2 V не более $\pm (3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 1 \text{ mV})$ , от 1.2 до 6 V не более $\pm (3 \cdot 10^{-3} \cdot U + 5 \text{ mV})$	<u>Калибратор-мультиметр цифровой Keithley 2420</u> относительная погрешность установки постоянного напряжения на пределах 200 mV и 2 V не более $\pm (2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 0.6 \text{ mV})$ , на пределе 20 V не более $\pm (2 \cdot 10^{-4} \cdot U + 2.4 \text{ mV})$
5	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ	7.3.8	относительная погрешность измерения уровня мощности от – 30 до + 2 dBm в диапазоне частот от 50 МГц до 33 GHz не более $\pm 0.3 \text{ dB}$	<u>Преобразователь измерительный Rohde &amp; Schwarz NRP-Z56</u> относительная погрешность измерения уровня мощности от – 30 до + 20 dBm в диапазоне частот от 0 до 37.5 GHz не более $\pm 0.2 \text{ dB}$
		7.3.9	относительная погрешность измерения уровня мощности от – 25 до – 15 dBm в диапазоне частот от 50 МГц до 59 GHz не более $\pm 0.3 \text{ dB}$	<u>Преобразователь измерительный Rohde &amp; Schwarz NRP-Z57</u> относительная погрешность измерения уровня мощности от – 30 до + 20 dBm в диапазоне частот от 0 до 59 GHz не более $\pm 0.25 \text{ dB}$

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
5	Генератор сигналов СВЧ	7.3.8	диапазон частот от 50 MHz до 33 GHz; диапазон уровня мощности от - 30 до + 2 dBm	генератор сигналов Agilent E8257D с опциями 540 и 1E1 диапазон частот от 250 kHz до 40 GHz; диапазон уровня мощности от - 135 до + 9 dBm
		7.3.9	диапазон частот от 50 MHz до 59 GHz; диапазон уровня мощности от - 25 до - 15 dBm	генератор сигналов Agilent E8257D с опциями 567 и 1E1 диапазон частот от 250 kHz до 67 GHz; диапазон уровня мощности от - 110 до + 3 dBm

### 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 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;
- присоединения прибора и оборудования следует выполнять при отключенных входах и выходах (отсутствии напряжения на разъемах);
- 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  $23 \pm 5$  °C;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106.7 kPa.

## 6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

### 6.1 Внешний осмотр

#### 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 средства поверки к сети 220 V; 50 Hz.

6.2.3 Включить питание прибора и средств поверки.

6.2.4 Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик средства поверки и 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 (идентификация и 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 7.2 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 10.3.1
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 частоты опорного генератора

7.3.1.1 В меню **Help** прибора выбрать **Default Setup**.

7.3.1.2 Подготовить к работе стандарт частоты.

7.3.1.3 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.

7.3.1.4 Выполнить установки на частотомере:

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

[Settings]; Meas Time 1 s, Timebase Ref External

7.3.1.5 Записать отсчет частотомера в столбец 3 таблицы 7.3.1.

Таблица 7.3.1 – Погрешность частоты опорного генератора

Частота на выходе “Ref Out”, MHz	Нижний предел допускаемых значений, MHz	Измеренное значение частоты, MHz	Верхний предел допускаемых значений, MHz
1	2	3	4
10.000 000	Fmin		Fmax

7.3.1.6 Рассчитать нижний Fmin и верхний Fmax пределы допускаемых значений частоты по формулам ниже и записать их в столбцы 2 и 4 таблицы 7.3.1.

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

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

$$F = 10 \text{ MHz}; \delta_0 = 8 \cdot 10^{-7}, \delta_A = 3 \cdot 10^{-7}$$

Для первичной поверки принимается N = 1, при этом  $\Delta F = 11 \text{ Hz}$ .

### 7.3.2 Определение погрешности входного сопротивления каналов TekConnect

7.3.2.1 В меню **Help** прибора выбрать **Default Setup**.

7.3.2.2 Установить на мультиметре режим измерения сопротивления по двухпроводной схеме и предел измерения 100  $\Omega$ .

Используя адаптер BNC-“banana”, присоединить к клеммам HI, LO мультиметра кабель BNC(m).

7.3.2.3 Установить короткозамыкатель на выход BNC(m) кабеля, и ввести на мультиметре функцию “REL”. Убедиться в том, что отсчет сопротивления на мультиметре близок к нулю.

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

7.3.2.5 Нажать на приборе клавишу канала CH1.

7.3.2.6 Установить на канале коэффициент отклонения **Vertical Scale** 6.25 mV/div.

Зафиксировать измеренное мультиметром значение.

Отсоединить от клемм HI, LO мультиметра разъем “banana(2m)”, и установить его с противоположной полярностью контактов.

Зафиксировать измеренное мультиметром значение.

Вычислить средний результат по двум измеренным значениям сопротивления, и записать его в столбец 3 таблицы 7.3.2.

7.3.2.7 Выполнить действия по пункту 7.3.2.6, установив на канале коэффициент отклонения **Vertical Scale** 140 mV/div.

7.3.2.8 Выполнить действия по пунктам 7.3.2.4 – 7.3.2.7 для остальных каналов TekConnect.

Таблица 7.3.2 – Входное сопротивление каналов TekConnect

Ко (Vertical Scale)	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное значение входного сопротивления	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
6.25 mV/div	48.5 $\Omega$		51.5 $\Omega$
140 mV/div	47.8 $\Omega$		52.2 $\Omega$

### 7.3.3 Определение погрешности входного сопротивления канала AT1

7.3.3.1 В меню **Help** прибора выбрать **Default Setup**.

7.3.3.2 Установить на мультиметре режим измерения сопротивления по двухпроводной схеме и предел измерения 100  $\Omega$ .

Используя адаптер BNC-“banana”, присоединить к клеммам HI, LO мультиметра кабель BNC(m).

7.3.3.3 Установить короткозамыкатель на выход BNC(m) кабеля, и ввести на мультиметре функцию “REL”. Убедиться в том, что отсчет сопротивления на мультиметре близок к нулю.

7.3.3.4 Используя адаптеры для перехода с разъема BNC кабеля на входной разъем прибора 1.85 mm, присоединить выход кабеля к входу канала CH2.

7.3.3.5 Нажать на приборе клавишу канала CH2.

7.3.3.6 Установить на канале коэффициент отклонения **Vertical Scale** 10 mV/div.

Зафиксировать измеренное мультиметром значение.

Отсоединить от клемм HI, LO мультиметра разъем “banana(2m)”, и установить его с противоположной полярностью контактов.

Зафиксировать измеренное мультиметром значение.

Вычислить средний результат по двум измеренным значениям сопротивления, и записать его в столбец 3 таблицы 7.3.3.

7.3.3.7 Выполнить действия по пункту 7.3.3.6, устанавливая на канале коэффициент отклонения **Vertical Scale** 20 mV/div и 30 mV/div.

Таблица 7.3.3 – Входное сопротивление канала АТІ

Ко (Vertical Scale)	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное значение входного сопротивления	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
10 mV/div	48.5 Ω		51.5 Ω
20 mV/div	48.5 Ω		51.5 Ω
30 mV/div	48.5 Ω		51.5 Ω

#### 7.3.4 Определение погрешности установки напряжения смещения на каналах TekConnect

7.3.4.1 Собрать схему соединения оборудования следующим образом:

Установить на вход канала CH1 прибора адаптер TCA-BNC, и присоединить к выходу адаптера тройник BNC.

Используя кабель BNC(m) и адаптер BNC-“banana”, 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”.

Используя кабель BNC(m) и адаптер BNC-“banana”, соединить другой выход тройника с клеммами “SHI”, “SLO” калибратора так, чтобы центральный проводник тройника был подключен к клемме “SHI”, а экран к клемме “SLO”.

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

7.3.4.3 В меню **Help** прибора выбрать **Default Setup**.

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

- **Acquisition Mode: Hi Res**

- **Horiz/Acquisition Setup; Mode: Manual, Scale 1 ms/div, Record Length 5000**

Заккрыть меню **Horiz/Acq**

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

7.3.4.6 Нажать клавишу канала CH1.

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

7.3.4.7 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 7.3.4.

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 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 установки напряжения смещения на каналах TekConnect

Term. Voltage	Offset	Ucal	Нижний предел	Измеренное значение Mean	Верхний предел
1	2	3	4	5	6
Vertical Scale = 6.25 mV/div					
0 V	0 V	0 V	- 3.13 mV		+ 3.13 mV
+ 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					
0 V	0 V	0 V	- 3.50 mV		+ 3.50 mV
+ 3.5 V	+ 3.4 V	+ 3.4 V	+ 3.3827 V		+ 3.4173V
- 3.5 V	- 3.4 V	- 3.4 V	- 3.4173 V		- 3.3827 V
Vertical Scale = 20 mV/div					
0 V	0 V	0 V	- 4.50 mV		+ 4.50 mV
+ 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					
0 V	0 V	0 V	- 7.50 mV		+ 7.50 mV
+ 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					
0 V	0 V	0 V	- 12.5 mV		+ 12.5 mV
+ 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					
0 V	0 V	0 V	- 14.5 mV		+ 14.5 mV
+ 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	0 V	0 V	- 16.5 mV		+ 16.5 mV
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	0 V	0 V	- 22.5 mV		+ 22.5 mV
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	0 V	0 V	- 42.5 mV		+ 42.5 mV
0 V	+ 6 V	+ 6 V	+ 5.9215 V		+ 6.0785 V
0 V	- 6 V	- 6 V	- 6.0785 V		- 5.9215 V

7.3.4.8 Выполнить действия по пункту 7.3.4.7 для остальных значений коэффициента отклонения (**Vertical Scale**), напряжения сдвига (**Termination Voltage**) и напряжения смещения (**Offset**), указанных в таблице 7.3.4.

7.3.4.9 Отключить канал нажатием соответствующей клавиши.

7.3.4.10 Выполнить действия по пунктам 7.3.4.6 – 7.3.4.9 для остальных каналов.

### 7.3.5 Определение погрешности установки напряжения смещения на канале АТІ

7.3.5.1 Собрать схему соединения оборудования следующим образом:

Установить на вход канала CH2 прибора адаптеры для перехода с разъема 1.85 mm на разъем BNC, и присоединить к выходному адаптеру тройник BNC.

Используя кабель BNC(m) и адаптер BNC-“banana”, 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”.

Используя кабель BNC(m) и адаптер BNC-“banana”, соединить другой выход тройника с клеммами “SHI”, “SLO” калибратора так, чтобы центральный проводник тройника был подключен к клемме “SHI”, а экран к клемме “SLO”.

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

7.3.5.3 В меню **Help** прибора выбрать **Default Setup**.

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

- **Acquisition Mode: Hi Res**

- **Horiz/Acquisition Setup; Mode: Manual, Scale 1 ms/div, Record Length 5000**

Заккрыть меню **Horiz/Acq**

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

7.3.5.6 Нажать клавишу канала **CH2**.

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

7.3.5.7 Установить на приборе коэффициент отклонения **Vertical Scale 10 mV/div**.

В меню **Vertical, Vertical Setup** устанавливается напряжение смещения **Offset**, как указано в столбце 1 таблицы 7.3.5.

Устанавливаются на калибраторе значения **Ucal**, указанные в столбце 2 таблицы 7.3.5.

Записываются отсчеты **Mean** на приборе в столбец 4 таблицы 7.3.5. Количество записываемых разрядов должно соответствовать разрядам пределов, указанных в столбцах 3 и 5 таблицы.

Таблица 7.3.5 – Погрешность установки напряжения смещения на канале АТІ

Offset	Ucal	Нижний предел	Измеренное значение Mean	Верхний предел
1	2	3	4	5
Vertical Scale = 10 mV/div				
0 V	0 V	- 3.50 mV		+ 3.50 mV
+ 0.2 V	+ 0.24 V	+ 0.2354 V		+ 0.2446 V
- 0.2 V	- 0.24 V	- 0.2446 V		- 0.2354 V
Vertical Scale = 20 mV/div				
0 V	0 V	- 4.50 mV		+ 4.50 mV
+ 0.1 V	+ 0.18 V	+ 0.1749 V		+ 0.1851 V
- 0.1 V	- 0.18 V	- 0.1851 V		- 0.1749 V
Vertical Scale = 30 mV/div				
0 V	0 V	- 5.50 mV		+ 5.50 mV

7.3.5.8 Выполнить действия по пункту 7.3.5.7 для остальных значений коэффициента отклонения (**Vertical Scale**) и напряжения смещения (**Offset**), указанных в таблице 7.3.5.

### 7.3.6 Определение измерения постоянного напряжения на каналах TekConnect

7.3.6.1 Выполнить схему соединения оборудования и установку режимов по операции 7.3.4 (пункты 7.3.4.1 – 7.3.4.6).

7.3.6.2 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 7.3.6.

Устанавливать на калибраторе значения **Ucal**, указанные в столбце 3 таблицы 7.3.6.

Записывать отсчеты **Mean** на приборе в столбец 5 таблицы 7.3.6. 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 7.3.6 – Погрешность измерения постоянного напряжения на каналах TekConnect

Term. Voltage	Offset	Ucal	Нижний предел	Измеренное значение Mean	Верхний предел
1	2	3	4	5	6
<b>Vertical Scale = 6.25 mV/div</b>					
+ 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	+ 18.75 mV	+ 15.0 mV		+ 22.5 mV
	0 V	- 18.75 mV	- 22.5 mV		- 15.0 mV
	- 1 V	- 0.981 V	- 0.991 V		- 0.971 V
	+ 1 V	+ 1.019 V	+ 1.009 V		+ 1.029 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
<b>Vertical Scale = 10 mV/div</b>					
+ 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
	0 V	- 30 mV	- 34.50 mV		- 25.50 mV
	- 1 V	- 0.97 V	- 0.9805 V		- 0.9595 V
	+ 1 V	+ 1.03 V	+ 1.0195 V		+ 1.0405 V
- 3.5 V	- 3.4 V	- 3.43 V	- 3.4483 V		- 3.4117 V
	- 2.4 V	- 2.43 V	- 2.4463 V		- 2.4137 V
- 1.5 V	- 2.5 V	- 2.515 V	- 2.5312 V		- 2.4988 V
	- 1.5 V	- 1.530 V	- 1.5405 V		- 1.5195 V
	- 0.5 V	- 0.530 V	- 0.5385 V		- 0.5215 V

1	2	3	4	5	6
Vertical Scale = 20 mV/div					
+ 3.5 V	+ 3.4 V	+ 3.46 V	+ 3.4397 V		+ 3.4803 V
	+ 2.4 V	+ 2.46 V	+ 2.4417 V		+ 2.4783 V
+ 1.5 V	+ 2.5 V	+ 2.56 V	+ 2.5415 V		+ 2.5785 V
	+ 1.5 V	+ 1.56 V	+ 1.5475 V		+ 1.5725 V
	+ 0.5 V	+ 0.56 V	+ 0.5495 V		+ 0.5705 V
0 V	0 V	+ 60 mV	+ 53.5 mV		+ 66.5 mV
	0 V	- 60 mV	- 66.5 mV		- 53.5 mV
	- 1 V	- 0.94 V	- 0.9525 V		- 0.9275 V
	+ 1 V	+ 1.06 V	+ 1.0475 V		+ 1.0725 V
- 3.5 V	- 3.4 V	- 3.46 V	- 3.4803 V		- 3.4397 V
	- 2.4 V	- 2.46 V	- 2.4783 V		- 2.4417 V
- 1.5 V	- 2.5 V	- 2.56 V	- 2.5785 V		- 2.5415 V
	- 1.5 V	- 1.56 V	- 1.5725 V		- 1.5475 V
	- 0.5 V	- 0.56 V	- 0.5705 V		- 0.5495 V
Vertical Scale = 50 mV/div					
+ 3.5 V	+ 3.4 V	+ 3.55 V	+ 3.5237 V		+ 3.5763 V
	+ 2.4 V	+ 2.55 V	+ 2.5257 V		+ 2.5743 V
+ 1.5 V	+ 2.5 V	+ 2.65 V	+ 2.6255 V		+ 2.6745 V
	+ 1.5 V	+ 1.65 V	+ 1.6315 V		+ 1.6685 V
	+ 0.5 V	+ 0.65 V	+ 0.6355 V		+ 0.6665 V
0 V	0 V	+ 150 mV	+ 137.5 mV		+ 162.5 mV
	0 V	- 150 mV	- 162.5 mV		- 137.5 mV
	- 1 V	- 0.85 V	- 0.8685 V		- 0.8315 V
	+ 1 V	+ 1.15 V	+ 1.1315 V		+ 1.1685 V
- 3.5 V	- 3.4 V	- 3.55 V	- 3.5763 V		- 3.5237 V
	- 2.4 V	- 2.55 V	- 2.5743 V		- 2.5257 V
- 1.5 V	- 2.5 V	- 2.65 V	- 2.6745 V		- 2.6255 V
	- 1.5 V	- 1.65 V	- 1.6685 V		- 1.6315 V
	- 0.5 V	- 0.65 V	- 0.6665 V		- 0.6335 V
Vertical Scale = 100 mV/div					
+ 3.5 V	+ 3.4 V	+ 3.7 V	+ 3.6637 V		+ 3.7363 V
	+ 2.4 V	+ 2.7 V	+ 2.6657 V		+ 2.7343 V
1.5 V <sup>+</sup>	+ 2.5 V	+ 2.8 V	+ 2.7655 V		+ 2.8385 V
	+ 1.5 V	+ 1.8 V	+ 1.7715 V		+ 1.8285 V
	+ 0.5 V	+ 0.8 V	+ 0.7735 V		+ 0.8265 V
0 V	0 V	+ 300 mV	+ 277.5 mV		+ 322.5 mV
	0 V	- 300 mV	- 322.5 mV		- 277.5 mV
	- 1 V	- 0.7 V	- 0.7285 V		- 0.6715 V
	+ 1 V	+ 1.3 V	+ 1.2715 V		+ 1.3285 V
- 3.5 V	- 3.4 V	- 3.7 V	- 3.7363 V		- 3.6637 V
	- 2.4 V	- 2.7 V	- 2.7343 V		- 2.6657 V
- 1.5 V	- 2.5 V	- 2.8 V	- 2.8385 V		- 2.7655 V
	- 1.5 V	- 1.8 V	- 1.8285 V		- 1.7715 V
	- 0.5 V	- 0.8 V	- 0.8265 V		- 0.7735 V

1	2	3	4	5	6
<b>Vertical Scale = 120 mV/div</b>					
+ 3.5 V	+ 3.4 V	+ 3.76 V	+ 3.7197 V		+ 3.8003 V
	+ 2.4 V	+ 2.76 V	+ 2.7217 V		+ 2.7983 V
+ 1.5 V	+ 2.5 V	+ 2.86 V	+ 2.8215 V		+ 2.8985 V
	+ 1.5 V	+ 1.86 V	+ 1.8275 V		+ 1.8925 V
	+ 0.5 V	+ 0.86 V	+ 0.8295 V		+ 0.8905 V
0 V	0 V	+ 360 mV	+ 333.5 mV		+ 386.5 mV
	0 V	- 360 mV	- 386.5 mV		- 333.5 mV
	- 1 V	- 0.64 V	- 0.6725 V		- 0.6075 V
	+ 1 V	+ 1.36 V	+ 1.3275 V		+ 1.3925 V
- 3.5 V	- 3.4 V	- 3.76 V	- 3.8003 V		- 3.7197 V
	- 2.4 V	- 2.76 V	- 2.7983 V		- 2.7217 V
- 1.5 V	- 2.5 V	- 2.86 V	- 2.8985 V		- 2.8215 V
	- 1.5 V	- 1.86 V	- 1.8925 V		- 1.8275 V
	- 0.5 V	- 0.86 V	- 0.8905 V		- 0.8295 V
<b>Vertical Scale = 140 mV/div</b>					
0 V	0 V	+ 420 mV	+ 379.5 mV		+ 460.5 mV
	- 1 V	- 580 mV	- 624.5 mV		- 535.5 mV
	+ 1 V	+ 1.42 V	+ 1.3755 V		+ 1.4645 V
<b>Vertical Scale = 200 mV/div</b>					
0 V	0 V	+ 600 mV	+ 547.5 mV		+ 652.5 mV
	- 1 V	- 400 mV	- 456.5 mV		- 343.5 mV
	+ 1 V	+ 1.6 V	+ 1.5435 V		+ 1.6565 V
<b>Vertical Scale = 400 mV/div</b>					
0 V	0 V	+ 1.2 V	+ 1.1075 V		+ 1.2925 V
	- 1 V	+ 200 mV	+ 103.5 mV		+ 296.5 mV
	+ 1 V	+ 2.2 V	+ 2.1035 V		+ 2.2965 V

7.3.6.3 Выполнить действия по пункту 7.3.6.2 для остальных значений коэффициента отклонения (**Vertical Scale**), напряжения сдвига (**Termination Voltage**) и напряжения смещения (**Offset**).

7.3.6.4 Отключить канал нажатием соответствующей клавиши.

7.3.6.5 Выполнить действия по пунктам 7.3.6.1 – 7.3.6.4 для остальных каналов TekConnect.

### 7.3.7 Определение погрешности измерения постоянного напряжения на канале АТІ

7.3.7.1 Выполнить схему соединения оборудования и установку режимов по операции 7.3.5 (пункты 7.3.5.1 – 7.3.5.6).

7.3.7.2 Установить на приборе коэффициент отклонения **Vertical Scale** 10 mV/div.

В меню **Vertical**, **Vertical Setup** устанавливать напряжение смещения **Offset**, как указано в столбце 1 таблицы 7.3.7.

Устанавливать на калибраторе значения **Ucal**, указанные в столбце 2 таблицы 7.3.7.

Записывать отсчеты **Mean** на приборе в столбец 5 таблицы 7.3.7. Количество записываемых разрядов должно соответствовать разрядам пределов, указанных в столбцах 3 и 5 таблицы.

7.3.7.3 Выполнить действия по пункту 7.3.7.2 для остальных значений коэффициента отклонения (**Vertical Scale**) и напряжения смещения (**Offset**).

Таблица 7.3.7 – Погрешность измерения постоянного напряжения на канале АТ1

Offset	Ucal	Нижний предел	Измеренное значение Mean	Верхний предел
1	2	3	4	5
Vertical Scale = 10 mV/div				
0 V	+ 30 mV	+ 25.5 mV		+ 34.5 mV
0 V	- 30 mV	- 34.5 mV		- 25.5 mV
+ 0.2 V	+ 0.23 V	+ 0.2243 V		+ 0.2357 V
- 0.2 V	- 0.23 V	- 0.2357 V		- 0.2243 V
Vertical Scale = 20 mV/div				
0 V	+ 60 mV	+ 53.5 mV		+ 66.5 mV
0 V	- 60 mV	- 66.5 mV		- 53.5 mV
+ 0.1 V	+ 0.16 V	+ 0.1529 V		+ 0.1671 V
- 0.1 V	- 0.16 V	- 0.1671 V		- 0.1529 V
Vertical Scale = 30 mV/div				
0 V	+ 90 mV	+ 81.5 mV		+ 98.5 mV
0 V	- 90 mV	- 98.5 mV		- 81.5 mV

### 7.3.8 Проверка полосы пропускания каналов TekConnect

7.3.8.1 Установить на входы каналов прибора адаптеры TCA-292 из комплекта прибора.

7.3.8.2 В меню **Help** прибора выбрать **Default Setup**.

7.3.8.3 Сделать следующие установки на приборе для канала CH1:

- **Trigger: Source Line**

- **Vertical, Vertical Setup:**

**Bandwidth Maximum (Full)**

**Digital Filters: Enabled**

**Force Constant Sample Rate: On; Apply to all Channels**

- **Horiz/Acq; Horiz/Acquisition Setup,**

**Acquisition; Acquisition Mode: Sample; Interpolate IT**

**Horizontal; Sample Rate 200 (250) GS/s, Scale 40 ns**

7.3.8.4 Активировать канал CH1 прибора нажатием соответствующей клавиши.

7.3.8.5 В меню **Measure** выбрать **Amplitude** (из списка или из меню **Ampl Tab**).

7.3.8.6 Установить на генераторе СВЧ синусоидальный сигнал с частотой 50 MHz и уровнем примерно – 30 dBm.

7.3.8.7 Соединить кабелем 2.92 mm (используя при необходимости адаптеры) разъем “RF Out” генератора СВЧ с входом канала CH1 прибора.

7.3.8.8 Установить на канале прибора коэффициент отклонения **Vertical Scale** 6.25 mV/div.

7.3.8.9 Подстроить на генераторе СВЧ уровень сигнала таким образом, чтобы отсчет **Amplitude** на приборе был равен значению, указанному в столбце 2 таблицы 7.3.8.

ПРИМЕЧАНИЕ: В режиме **Trigger Source Line** наблюдаемый на дисплее прибора сигнал перемещается по горизонтали.

7.3.8.10 Отсоединить кабель от канала прибора.

Присоединить к концу кабеля (используя адаптер 2.92 mm / 2.4 mm), преобразователь ваттметра поглощаемой мощности СВЧ.

7.3.8.11 Измерить уровень сигнала на конце кабеля ваттметром поглощаемой мощности СВЧ, и зафиксировать значение уровня P(50) на частоте 50 MHz для данного значения коэффициента отклонения.

7.3.8.12 Выполнить действия по пунктам 7.3.8.8 – 7.3.8.11 для остальных значений коэффициента отклонения, указанных в столбце 1 таблицы 7.3.8, фиксируя значение уровня P(50) на частоте 50 MHz для данного значения коэффициента отклонения.

7.3.8.13 Установить на генераторе СВЧ частоту в соответствии с верхней частотой полосы пропускания прибора:

23 GHz для DPO72304SX;

33 GHz для DPO73304SX, DPO75002SX, DPO75902SX.

7.3.8.14 Установить на генераторе СВЧ уровень сигнала таким образом, чтобы отсчет ваттметра поглощаемой мощности СВЧ на данной частоте был равен значению P(50), зафиксированному в пункте 7.3.8.11 для коэффициента отклонения 6.25 mV/div.

7.3.8.15 Отсоединить преобразователь ваттметра поглощаемой мощности СВЧ с адаптером от кабеля 2.92 mm.

Присоединить кабель 2.92 mm (используя при необходимости адаптеры) к входу канала CH1 прибора.

7.3.8.16 Установить на приборе коэффициент развертки **Horiz Scale** так, чтобы на дисплее наблюдалось несколько периодов сигнала.

Записать отсчет **Amplitude** на верхней частоте полосы пропускания для данного коэффициента отклонения в столбец 3 таблицы 7.3.8.

7.3.8.17 Отсоединить кабель 2.92 mm от канала прибора.

7.3.8.18 Присоединить к концу кабеля (используя адаптер 2.92 mm / 2.4 mm) преобразователь ваттметра поглощаемой мощности СВЧ.

7.3.8.19 Выполнить действия по пунктам 7.3.8.14 – 7.3.8.17 для остальных значений коэффициента отклонения, указанных в столбце 1 таблицы 7.3.8.

7.3.8.20 Выполнить действия по пунктам 7.3.8.4 – 7.3.8.19 для остальных каналов TekConnect.

Таблица 7.3.8 – Полоса пропускания каналов TekConnect

Коэффициент отклонения (Vertical Scale)	Отсчет амплитуды сигнала Amplitude, mV		Нижний предел допускаемых значений, mV
	на частоте 50 MHz	на верхней частоте полосы пропускания	
1	2	3	4
6.25 mV/div	22		15.5
10 mV/div	35		24.7
20 mV/div	70		49.5
50 mV/div	175		124
100 mV/div	350		248
120 mV/div	420		297
140 mV/div	490		346
200 mV/div	700		495

### 7.3.9 Проверка полосы пропускания канала АТ1

7.3.9.1 В меню **Help** прибора выбрать **Default Setup**.

7.3.9.2 Сделать следующие установки на приборе для канала CH2:

- **Trigger: Source Line**

- **Vertical, Vertical Setup:**

**Bandwidth Maximum (Full)**

**Digital Filters: Enabled**

**Force Constant Sample Rate: On; Apply to all Channels**

- **Horiz/Acq; Horiz/Acquisition Setup,**

**Acquisition; Acquisition Mode: Sample; Interpolate IT**

**Horizontal; Sample Rate 200 (250) GS/s, Scale 40 ns**

7.3.9.3 Активировать канал CH1 прибора нажатием соответствующей клавиши.

7.3.9.4 В меню **Measure** выбрать **Amplitude** (из списка или из меню **Ampl Tab**).

7.3.9.5 Установить на генераторе СВЧ синусоидальный сигнал с частотой 50 MHz и уровнем примерно – 25 dBm.

7.3.9.6 Соединить кабелем 1.85 mm (используя при необходимости адаптер) разъем “RF Out” генератора СВЧ с входом канала CH2 прибора.

7.3.9.7 Установить на канале прибора коэффициент отклонения **Vertical Scale 10 mV/div**.

7.3.9.8 Подстроить на генераторе СВЧ уровень сигнала таким образом, чтобы отсчет **Amplitude** на приборе был равен значению, указанному в столбце 2 таблицы 7.3.9.

*ПРИМЕЧАНИЕ: В режиме **Trigger Source Line** наблюдаемый на дисплее прибора сигнал перемещается по горизонтали.*

7.3.9.9 Отсоединить кабель от канала прибора.

Присоединить к концу кабеля (используя при необходимости адаптер), преобразователь ваттметра поглощаемой мощности СВЧ.

7.3.9.10 Измерить уровень сигнала на конце кабеля ваттметром поглощаемой мощности СВЧ, и зафиксировать значение уровня P(50) на частоте 50 MHz для данного значения коэффициента отклонения.

7.3.9.11 Выполнить действия по пунктам 7.3.9.7 – 7.3.9.10 для остальных значений коэффициента отклонения, фиксируя значение уровня P(50) на частоте 50 MHz для данного значения коэффициента отклонения.

7.3.9.12 Установить на генераторе СВЧ частоту в соответствии с верхней частотой полосы пропускания прибора:

50 GHz для DPO75002SX;

59 GHz для DPO75902SX.

7.3.9.13 Установить на генераторе СВЧ уровень сигнала таким образом, чтобы отсчет ваттметра поглощаемой мощности СВЧ на данной частоте был равен значению P(50), зафиксированному в пункте 7.3.9.10 для коэффициента отклонения 10 mV/div.

7.3.9.14 Отсоединить преобразователь ваттметра поглощаемой мощности СВЧ с адаптером от кабеля 2.92 mm.

Присоединить кабель 1.85 mm (используя при необходимости адаптер) к входу канала CH2 прибора.

7.3.9.15 Установить на приборе коэффициент развертки **Horiz Scale** так, чтобы на дисплее наблюдалось несколько периодов сигнала.

Записать отсчет **Amplitude** на верхней частоте полосы пропускания для данного коэффициента отклонения в столбец 3 таблицы 7.3.9.

7.3.9.16 Отсоединить кабель 1.85 mm от канала прибора.

7.3.9.17 Присоединить к концу кабеля (используя при необходимости адаптер) преобразователь ваттметра поглощаемой мощности СВЧ.

7.3.9.18 Выполнить действия по пунктам 7.3.9.13 – 7.3.9.15 для остальных значений коэффициента отклонения, указанных в столбце 1 таблицы 7.3.9.

Таблица 7.3.9 – Полоса пропускания канала АТІ

Коэффициент отклонения (Vertical Scale)	Отсчет амплитуды сигнала Amplitude, mV		Нижний предел допускаемых значений, mV
	на частоте 50 MHz	на верхней частоте полосы пропускания	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
10 mV/div	35		24.7
20 mV/div	70		49.5
30 mV/div	105		74.2

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

### 8.1 Протокол поверки

По завершении операций поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки
- наименование и обозначение поверенного средства измерения
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств измерений, сведения об их последней поверке;
- температура и влажность в помещении;
- фамилия лица, проводившего поверку;
- результаты определения метрологических характеристик по форме таблиц раздела 7 или метрологические характеристики в обобщенном виде по форме раздела «Метрологические и технические характеристики» описания типа.

### 8.2 Свидетельство о поверке и знак поверки

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

### 8.3 Извещение о непригодности

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании, или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г.

**Начальник лаборатории  
№ 441 ФБУ «Ростест-Москва»**

**С.Э. Баринов**

**Начальник сектора лаборатории  
№ 441 ФБУ «Ростест-Москва»**

**Р.А. Осин**

**СОГЛАСОВАНО:**

**Заместитель генерального директора  
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»**

**Д.Р. Васильев**