

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 » мая 2016 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Осциллографы-анализаторы спектра серии MDO4000C  
(MDO4024C, MDO4034C, MDO4054C, MDO4104C)

Методика поверки  
РТ-МП-3249-441-2016

л.р 64556-16

г. Москва  
2016

Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы-анализаторы спектра серии MDO4000C, модели MDO4024C, MDO4034C, MDO4054C, MDO4104C (далее – приборы), изготавливаемые компанией “Tektronix (China) Co, Ltd.”, Китай, 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	2	3	4	5
1	Внешний осмотр и подготовка к поверке	6	да	да
2	Опробование (идентификация и функциональное тестирование)	7.2	да	да
2.1	Проверка идентификации программного обеспечения	7.2.1	да	да
2.2	Диагностика (Self-Test)	7.2.2	да	да
2.3	Компенсация сигнального тракта	7.2.3	да	да
2.4	Проверка уровней триггера на выходе AUX OUT	7.2.4	да	нет
2.5	Проверка сигнала синхронизации на выходе AUX OUT (опция SA3/SA6)	7.2.5	да	нет
3	Определение метрологических характеристик в режиме осциллографа	7.3	да	да
3.1	Проверка входного сопротивления	7.3.1	да	да
3.2	Определение остаточного смещения	7.3.2	да	да
3.3	Определение погрешности коэффициента отклонения	7.3.3	да	да
3.4	Определение погрешности установки напряжения смещения	7.3.4	да	да
3.5	Проверка полосы пропускания	7.3.5	да	да
3.6	Определение погрешности измерения временных интервалов	7.3.6	да	да
4	Определение метрологических характеристик в режиме вольтметра-частотомера	7.4	да	да
4.1	Определение погрешности измерения постоянного напряжения	7.4.1	да	да
4.2	Определение погрешности измерения переменного напряжения	7.4.2	да	да
4.3	Определение погрешности измерения частоты	7.4.3	да	да
5	Определение погрешности установки порогов срабатывания логического анализатора (опция MDO4MSO)	7.5	да	да

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
6	Определение метрологических характеристик в режиме анализатора спектра (опция SA3/SA6)	7.6	да	да
6.1	Определение усредненного уровня собственных шумов	7.6.1	да	да
6.2	Определение уровня фазовых шумов	7.6.2	да	да
6.3	Определение погрешности измерения уровня мощности на частотах до 10 MHz	7.6.3	да	да
6.4	Определение погрешности измерения уровня мощности на частотах выше 10MHz	7.6.4	да	да
6.5	Определение уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка	7.6.5	да	нет
7	Определение метрологических характеристик в режиме генератора сигналов произвольной формы (опция MDO4AFG)	7.7	да	да
7.1	Определение погрешности установки частоты	7.7.1	да	да
7.2	Определение погрешности воспроизведения амплитуды сигнала частотой 1 кГц	7.7.2	да	да
7.3	Определение погрешности установки напряжения смещения	7.7.3	да	да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

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 Эталоны и средства измерений				
1.1	Калибратор осциллографов	7.3.3 7.3.4 7.3.5 7.3.6 7.4.1 7.4.2 7.4.3 7.5	относительная погрешность установки постоянного напряжения U от 4 mV до 100 V не более $\pm (3 \cdot 10^{-3} U + 30 \mu V)$ ; относительная погрешность установки амплитуды переменного напряжения от 8 mV до 3 V на частотах от 50 kHz до 10 MHz не более $\pm 1.5 \%$ ; от 10 MHz до 1 GHz не более $\pm 5 \%$ ; относительная погрешность установки периода 80 ms не более $\pm 1 \cdot 10^{-6}$	<u>калибратор осциллографов Fluke 9500 с формирователем 9510</u> относительная погрешность установки постоянного напряжения U от 4 mV до 200 V не более $\pm (2.5 \cdot 10^{-3} U + 25 \mu V)$ ; относительная погрешность установки амплитуды переменного напряжения от 5 mV до 5 V на частотах от 50 kHz до 10 MHz не более $\pm 1.5 \%$ ; от 10 MHz до 1 GHz не более $\pm 5 \%$ ; относительная погрешность установки периода от 90 ns до 5.5 s не более $\pm 0.25 \cdot 10^{-6}$

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
1.2	Измеритель сопротивления	7.3.1	относительная погрешность измерения сопротивления 50 Ω, 1 МΩ не более 0.1 %	<u>мультиметр цифровой Keithley 2000</u> относительная погрешность измерения сопротивления 50 Ω, 1 МΩ не более 0.02 %
1.3	Генератор сигналов ВЧ для опции SA3/SA6 (2 генератора для пункта 7.6.5)	7.6.2 7.6.4 7.6.5	диапазон частот от 500 kHz до 6 GHz; диапазон уровня мощности от - 20 до + 10 dBm; уровень фазовых шумов на частоте 2 GHz при отстройке 10 kHz не более - 110 dBc/Hz	<u>генератор сигналов Agilent E8257D-520</u> диапазон частот от 250 kHz до 20 GHz; диапазон уровня мощности от - 20 до + 15 dBm; уровень фазовых шумов на частоте 2 GHz при отстройке 10 kHz не более - 130 dBc/Hz
1.4	Ваттметр проходящей мощности СВЧ	7.6.4	диапазон частот от 10 MHz до 18 GHz; относительная погрешность измерения уровня мощности от - 20 до 0 dBm в диапазоне частот от 10 MHz до 6 GHz не более ± 0.25 dB	<u>ваттметр проходящей мощности СВЧ Rohde &amp; Schwarz NRP-Z28</u> относительная погрешность измерения уровня мощности от - 50 до + 20 dBm в диапазоне частот от 10 MHz до 18 GHz не более ± 0.1 dB
1.5	Частотомер	7.7.1	внешняя синхронизация 10 MHz, разрешение по частоте 1 Hz	<u>частотомер универсальный Tektronix FCA3000</u> внешняя синхронизация 10 MHz, разрешение по частоте 0,001 Hz
1.6	Стандарт частоты	7.6.5 7.7.1	относительная погрешность частоты 10 MHz не более ± 1·10 <sup>-8</sup> ; уровень сигнала от 0 до + 10 dBm	<u>стандарт частоты рубидиевый Stanford Research Systems FS725</u> относительный дрейф частоты 10 MHz за один год при температуре (23 ± 3) °C не более ± 1·10 <sup>-10</sup> ; уровень сигнала + 7 dBm
1.7	Вольтметр переменного напряжения	7.7.2	относительная погрешность измерения переменного напряжения от 7 mV до 2 V (rms) на частоте 1 kHz не более ± 0.5 %	<u>мультиметр цифровой Keithley 2000</u> относительная погрешность измерения переменного напряжения от 7 mV до 2 V (rms) на частоте 1 kHz не более ± 0.5 %
1.8	Вольтметр постоянного напряжения	7.7.3	относительная погрешность измерения постоянного напряжения 20 mV и 1 V не более ± 0.2 %	<u>мультиметр цифровой Keithley 2000</u> относительная погрешность измерения постоянного напряжения 20 mV и 1 V не более ± 0.0225 %

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
<b>2 Принадлежности</b>				
2.1	Адаптер	7.5	BNC-0.1”	-
2.2	Нагрузка	7.4.1	тип N, 50 Ω	Agilent 909A
2.3	Делитель мощности	7.4.5	несимметричность не более ± 0.25 dB	Agilent 11667A
2.4	Кабели и адаптеры СВЧ	7.4	BNC, N	-

2.4 Применяемые средства поверки должны быть исправны, эталонные средства измерений поз. 1.1 – 1.3 таблицы 2 поверены и иметь документы о поверке.

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

### **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 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  $23 \pm 5$  °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 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 прибора;
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положений;
- комплектность прибора.

6.1.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации 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 оборудование (средства поверки) к сети 220 V; 50 Hz.

6.2.3 Включить питание прибора и оборудования (средств поверки).

6.2.4 Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик прибора 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

7.1 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 функциональное тестирование)

#### 7.2.1 Идентификация

7.2.1.1 Нажать клавишу **Utility**, затем нижнюю функциональную клавишу **About**.

Записать в столбец 2 таблицы 7.2 результат проверки идентификационных данных прибора (серийный номер, номер версии программного обеспечения).

7.2.1.2 Нажать правую функциональную клавишу **Instrument Options**.

Записать в столбец 2 таблицы 7.2 наименования установленных опций для определения необходимых операций поверки из перечня: MDO4AFG, MDO4DVM, MDO4MSO, SA3 (MDO4SA3), SA6 (MDO4SA6).

Выйти из меню нажатием клавиши **Menu Off**.

## 7.2.2 Диагностика

7.2.2.1 Убедиться в том, что к каналам прибора ничего не подключено.

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

7.2.2.3 Нажать клавишу **Utility**, затем нижнюю функциональную клавишу **Utility Page**. Вращением ручки **Multipurpose (a)** выбрать **Self Test**, и нажать нижнюю функциональную клавишу **Self Test** (при этом боковая функциональная клавиша в меню **Loop X Times** должна быть установлена в положение **Loop 1 Times**). Нажать боковую функциональную клавишу **OK Run Self Test**.

7.2.2.4 Выждать до завершения процедуры диагностики (она занимает несколько минут), после чего должно появиться диалоговое окно с результатами тестирования. Записать в столбец 2 таблицы 7.2 результат диагностики.

## 7.2.3 Компенсация сигнального тракта

7.2.3.1 Вращением ручки **Multipurpose (a)** выбрать **Calibration**, и нажать нижнюю функциональную клавишу **Signal Path**.

Нажать боковую функциональную клавишу **OK Compensate Signal Path**.

7.2.3.2 Выждать до завершения процедуры компенсации сигнального тракта (процедура занимает от 5 до 15 минут), после чего должно появиться диалоговое окно с результатом компенсации.

Записать в столбец 2 таблицы 7.2 результат компенсации сигнального тракта.

Выйти из меню компенсации нажатием клавиши **Menu Off**.

## 7.2.4 Проверка уровней триггера на выходе AUX OUT

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

7.2.4.2 Соединить разъем “AUX OUT” на задней панели прибора с разъемом канала CH1, и нажать клавишу канала CH1.

7.2.4.3 Установить на канале входное сопротивление канала **Termination 1 M $\Omega$** , коэффициент отклонения **Vertical Scale 1 V/div**.

7.2.4.4 Нажать клавишу **Measure**, затем нижнюю функциональную клавишу **Add Measurement**.

При помощи ручки **Multipurpose (b)** выбрать **Low**, нажать боковую функциональную клавишу **OK Add Measurement**.

Проверить отсчет низкого уровня. Он должен быть не более 0.7 V.

Записать качественный результат проверки в таблицу 7.2.

7.2.4.5 При помощи ручки **Multipurpose (b)** выбрать **High**, нажать боковую функциональную клавишу **OK Add Measurement**.

Проверить отсчет высокого уровня. Он должен быть не менее 2.5 V.

Записать качественный результат проверки в таблицу 7.2.

7.2.4.6 Установить на канале входное сопротивление канала **Termination 50  $\Omega$** .

7.2.4.7 Выполнить действия по пунктам 7.2.4.4, 7.2.4.5 для входного сопротивления 50  $\Omega$ . Отсчет низкого уровня должен быть не более 0.25 V, высокого уровня – не менее 1.0 V.

Выйти из меню измерений, дважды нажав клавишу **Menu Off**.

## 7.2.5 Проверка сигнала синхронизации на выходе AUX OUT (опция SA3 или SA6)

7.2.5.1 Используя адаптер BNC(m)-N(f), соединить кабелем BNC(m,m) разъем “AUX OUT” на задней панели прибора с входом “RF” прибора.

7.2.5.2 Нажать клавишу канала CH1 (два раза) для отключения канала осциллографа, затем нажать клавишу **RF** для наблюдения спектрограммы в полноэкранном режиме.

7.2.5.3 Нажать на приборе клавишу **Ampl**, и установить **Ref Level + 10 dBm**.

7.2.5.4 Нажать клавишу **Freq/Span**, и установить клавишами наборного поля центральную частоту **Center Frequency 10 MHz** и полосу обзора **Span 10 kHz**.

7.2.5.5 Нажать клавишу **Utility**, затем нижнюю функциональную клавишу **Utility Page**. Вращением ручки **Multipurpose (a)** выбрать **Ext. Signals**, и нажать нижнюю функциональную клавишу **AUX OUT**, затем боковой функциональной клавишей **AUX OUT** выбрать **Reference Clock**.

7.2.5.6 Убедиться в том, что на дисплее наблюдается сигнал синхронизации.

Нажать на приборе клавишу **Markers**.

Проверить частотный отсчет маркера; он должен быть равен 10 MHz.

Записать качественный результат проверки в таблицу 7.2.

7.2.5.7 Отсоединить кабель и адаптер от прибора.

Таблица 7.2 – Опробование (идентификация и функциональное тестирование)

Содержание проверки	Результат проверки	Критерий проверки
1	2	3
1. Идентификация		номер версии ПО не ниже V1.02 установленные опции
2. Диагностика (Self Test)	PASS	сообщения об ошибках отсутствуют
3. Компенсация сигнального тракта (Signal Path Compensation)	PASS	сообщения об ошибках отсутствуют
4. Проверка уровня триггера на выходе AUX OUT	PASS	Termination 1 MΩ: Low ≤ 0.7 V; High ≥ 2.5 V
	PASS	Termination 50 Ω: Low ≤ 0.25 V; High ≥ 1.0 V
5. Проверка сигнала синхронизации на выходе AUX OUT	PASS	сигнал синхронизации частотой 10 MHz



## 7.3 Определение метрологических характеристик в режиме осциллографа

### 7.3.1 Проверка входного сопротивления

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

7.3.1.2 Установить на мультиметре Keithley 2000 режим измерения сопротивления по двухпроводной схеме и предел измерения 100  $\Omega$ .

Присоединить к клеммам HI, LO мультиметра кабель BNC с адаптером BNC-banana(2m).

7.3.1.3 Установить короткозамыкатель на выходной разъем кабеля BNC, и ввести на мультиметре функцию "REL".

Убедиться в том, что отсчет сопротивления на мультиметре близок к нулю.

7.3.1.4 Присоединить выход кабеля к входу канала CH1 прибора.

7.3.1.5 Нажать на приборе клавишу канала CH1.

Установить на приборе входное сопротивление канала **Termination 50  $\Omega$** .

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

Записать измеренное мультиметром значение сопротивления в столбец 3 таблицы 7.3.1.

7.3.1.7 Выполнить действия по пункту 7.3.1.6 для остальных значений коэффициента отклонения **Vertical Scale**, указанных в столбце 1 таблицы 7.3.1.

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

7.3.1.9 Выполнить действия по пунктам 7.3.1.4 – 7.3.1.8, выбрав на мультиметре Keithley 2000 предел измерения 10 М $\Omega$ , и устанавливая на каналах прибора входное сопротивление **Termination 1 М $\Omega$** .

7.3.1.10 Отсоединить кабель от прибора.

Таблица 7.3.1 – Входное сопротивление каналов осциллографа

Ко (Vertical Scale)	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное значение входного сопротивления				Верхний предел допускаемых значений
		CH1	CH2	CH3	CH4	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>				<i>4</i>
Termination 1 М $\Omega$						
10 mV/div	0.990 М $\Omega$					1.010 М $\Omega$
100 mV/div						
1 V/div						
Termination 50 $\Omega$						
10 mV/div	49.50 $\Omega$					50.50 $\Omega$
100 mV/div						

### 7.3.2 Определение остаточного смещения

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

7.3.2.2 Установить на вход канала CH1 прибора нагрузку BNC 50 Ω.

7.3.2.3 Нажать клавишу канала **CH1**, установить входное сопротивление **Termination 50 Ω**.

7.3.2.4 Установить на приборе коэффициент развертки **Horizontal Scale 1 ms/div**.

7.3.2.5 Нажать клавишу **Acquire**, затем функциональную клавишу **Average**, и установить количество усреднений **16**.

7.3.2.6 Нажать клавишу **Trigger**; в меню **Source** выбрать **AC Line** при помощи ручки **Multipurpose**.

7.3.2.7 Нажать клавишу **Measure**, затем нижнюю функциональную клавишу **Add Measurement**.

При помощи ручки **Multipurpose** выбрать **Mean**, нажать боковую функциональную клавишу **OK Add Measurement**, затем клавишу **Menu Off**.

7.3.2.8 Нажать функциональную клавишу **Bandwidth**, и выбрать опцию **20 MHz**.

7.3.2.9 Установить на канале коэффициент отклонения **Vertical Scale 1 mV/div**. Записать значение **Mean** на приборе в столбец 3 таблицы 7.3.2.

7.3.2.10 Выполнить действия по пункту 7.3.2.9 для остальных значений коэффициента отклонения, указанных в столбце 1 таблицы 7.3.2.

7.3.2.11 Нажать функциональную клавишу **Bandwidth**, и выбрать опцию **Full**.

Установить на канале коэффициент отклонения **Vertical Scale 20 mV/div**.

Записать значение **Mean** на приборе в столбец 3 таблицы 7.3.2.

Таблица 4 – Остаточное смещение каналов осциллографа

Ko (Vertical Scale)	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное значение остаточного смещения				Верхний предел допускаемых значений
		CH1	CH2	CH3	CH4	
1	2	3				4
Termination 50 Ω, BW 20 MHz						
1 mV/div	- 0.2 mV					+ 0.2 mV
2 mV/div	- 0.2 mV					+ 0.2 mV
5 mV/div	- 0.5 mV					+ 0.5 mV
10 mV/div	- 1.0 mV					+ 1.0 mV
20 mV/div	- 2.0 mV					+ 2.0 mV
49.8 mV/div	- 4.98 mV					+ 4.98 mV
50 mV/div	- 5 mV					+ 5 mV
100 mV/div	- 10 mV					+ 10 mV
200 mV/div	- 20 mV					+ 20 mV
500 mV/div	- 50 mV					+ 50 mV
1 V/div	- 100 mV					+ 100 mV
Termination 50 Ω, BW Full						
20 mV/div	- 2.0 mV					+ 2.0 mV

Продолжение таблицы 7.3.2

1	2	3			4
Termination 1 MΩ, BW 20 MHz					
1 mV/div	- 0.225 mV				+ 0.225 mV
2 mV/div	- 0.4 mV				+ 0.4 mV
5 mV/div	- 1.0 mV				+ 1.0 mV
10 mV/div	- 2.0 mV				+ 2.0 mV
20 mV/div	- 4.0 mV				+ 4.0 mV
50 mV/div	- 10 mV				+ 10 mV
100 mV/div	- 20 mV				+ 20 mV
500 mV/div	- 100 mV				+ 100 mV
1 V/div	- 200 mV				+ 200 mV
10 V/div	- 2 V				+ 2 V
Termination 1 MΩ, BW Full					
20 mV/div	- 4.0 mV				+ 4.0 mV

7.3.2.12 Выполнить действия по пунктам 7.3.2.3 – 7.3.2.11 для входного сопротивления канала **Termination 1 MΩ**.

7.3.2.13 Выполнить действия по пунктам 7.3.2.3 – 7.3.2.12 для остальных каналов.

7.3.2.14 Отсоединить от прибора проходную нагрузку BNC(m,f) 50 Ω.

### 7.3.3 Определение погрешности коэффициента отклонения

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

7.3.3.2 Установить на калибраторе сопротивление **1 MΩ**.

7.3.3.3 Установить на приборе входное сопротивление CH1 **Termination 1 MΩ**.

7.3.3.4 Нажать клавишу **Trigger**; в меню **Source** при помощи ручки **Multipurpose** выбрать канала CH1.

7.3.3.5 Соединить выходной разъем формирователя 9510 калибратора с разъемом канала CH1 прибора, и нажать клавишу канала **CH1**.

7.3.3.6 Установить на приборе коэффициент развертки **Horizontal Scale** 400 μs/div.

7.3.3.7 Нажать клавишу **Acquire**, затем функциональную клавишу **Average**, и установить количество усреднений **128**.

7.3.3.8 Нажать клавишу **Wave Inspector Measure**.

Нажать нижнюю функциональную клавишу **Add Measurement**.

Используя многофункциональную ручку **Multipurpose b**, выбрать **Peak-to-Peak** и нажать боковую клавишу **OK Add Measurement**.

7.3.3.9 Нажать функциональную клавишу **Bandwidth**, и выбрать опцию **20 MHz**.

7.3.3.10 Установить на канале коэффициент отклонения **Vertical Scale** 1 mV/div.

7.3.3.11 Установить на калибраторе значение амплитуды синусоидального напряжения частотой 1 kHz, указанное в первой строке столбца 2 таблицы 7.3.3.

Записать отсчет **Peak-to-Peak** на приборе в столбец 3 таблицы 7.3.3.

7.3.3.12 Выполнить действия по пунктам 7.3.3.10, 7.3.3.11 для остальных значений коэффициента отклонения, указанных в столбце 1 таблицы 7.3.3, устанавливая на калибраторе значения амплитуды напряжения, указанные столбце 2 таблицы 7.3.3. Для коэффициента отклонения 10 mV/div можно уменьшить количество усреднений до 16.

7.3.3.15 Нажать на приборе функциональную клавишу **Bandwidth**, выбрать опцию **Full**.  
 установить на канале коэффициент отклонения **Vertical Scale 20 mV/div**.  
 записать значение **Peak-to-Peak** на приборе в столбец 3 таблицы 7.3.3.

7.3.3.16 Выполнить действия по пунктам 7.3.3.3 – 7.3.3.15 для остальных каналов.

7.3.3.17 установить на калибраторе сопротивление **50 Ω**.

7.3.3.18 установить на приборе входное сопротивление CH1 **Termination 50 Ω**.

7.3.3.19 Выполнить действия по пунктам 7.3.3.4, 7.3.3.5, 7.3.3.10 – 7.3.3.16 для каналов прибора при входном сопротивлении **Termination 50 Ω**.

Таблица 7.3.3 – Коэффициент отклонения

Ко (Vertical Scale)	амплитуда напряжения калибратора	Измеренное значение амплитуды (Peak-to-Peak)				Пределы допускаемых значений
		CH1	CH2	CH3	CH4	
1	2	3				4
Termination 1 M $\Omega$ , BW 20 MHz						
1 mV/div	9 mV					8.82 ... 9.18
2 mV/div	18 mV					17.73 ... 18.27
5 mV/div	45 mV					44.325 ... 45.675
10 mV/div	90 mV					88.65 ... 91.35
20 mV/div	180 mV					177.3 ... 182.7
50 mV/div	450 mV					443.25 ... 456.75
63.5 mV/div	571.5 mV					554.35 ... 588.65
100 mV/div	900 mV					886.5 ... 913.5
200 mV/div	1.8 V					1.773 ... 1.827
500 mV/div	4.5 V					4.4325 ... 4.5675
1 V/div	9 V					8.865 ... 9.135
5 V/div	45 V					44.325 ... 45.675
Termination 1 M $\Omega$ , BW Full						
20 mV/div	180 mV					177.3 ... 182.7
Termination 50 $\Omega$ , BW 20 MHz						
1 mV/div	9 mV					8.82 ... 9.18
2 mV/div	18 mV					17.73 ... 18.27
5 mV/div	45 mV					44.325 ... 45.675
10 mV/div	90 mV					88.65 ... 91.35
20 mV/div	180 mV					177.3 ... 182.7
49.8 mV/div	448.2 mV					434.75 ... 461.65
50 mV/div	450 mV					443.25 ... 456.75
100 mV/div	900 mV					886.5 ... 913.5
200 mV/div	1.8 V					1.773 ... 1.827
500 mV/div	4.5 V					4.4325 ... 4.5675
Termination 50 $\Omega$ , BW Full						
20 mV/div	180 mV					177.3 ... 182.7

7.3.3.20 Отсоединить оборудование от входа прибора.

### 7.3.4 Определение погрешности установки напряжения смещения

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

7.3.4.2 Установить на калибраторе сопротивление **1 МΩ**.

7.3.4.3 Установить на приборе входное сопротивление канала CH1 **Termination 1 МΩ**.

7.3.4.4 Соединить выходной разъем формирователя 9510 калибратора с разъемом канала CH1 прибора, и нажать клавишу канала **CH1**.

7.3.4.5 Нажать функциональную клавишу **Bandwidth**, и выбрать опцию **20 MHz**.

7.3.4.6 Установить на приборе коэффициент развертки **Horizontal Scale 1 ms/div**.

7.3.4.7 Нажать клавишу **Acquire**, затем функциональную клавишу **Average**, и установить количество усреднений **16**.

7.3.4.8 Нажать клавишу **Wave Inspector Measure**.

Нажать нижнюю функциональную клавишу **Add Measurement**.

Используя многофункциональную ручку **Multipurpose b**, выбрать **Mean** и нажать боковую клавишу **OK Add Measurement**.

7.3.4.9 Нажать клавишу **Trigger**; в меню **Source** выбрать **AC Line** при помощи ручки **Multipurpose**.

7.3.4.10 Установить на канале коэффициент отклонения **Vertical Scale 1 mV/div**.

7.3.4.11 Установить на приборе положительное значение напряжения смещения, указанное в первой строке столбца 2 таблицы 7.3.4.

Установить такое же значение напряжения на калибраторе.

Записать отсчет **Mean** на приборе в столбец 4 таблицы 7.3.4.

7.3.4.12 Установить на приборе отрицательное значение напряжения смещения, указанное во второй строке столбца 2 таблицы 7.3.4.

Установить такое же значение напряжения на калибраторе.

Записать отсчет **Mean** на приборе в столбец 4 таблицы 7.3.4.

7.3.4.13 Выполнить действия по пунктам 7.3.4.11 – 7.3.4.12 для остальных значений коэффициента отклонения и напряжения смещения, указанных в столбцах 1 и 2 таблицы 7.3.4.

7.3.4.14 Выполнить действия по пунктам 7.3.4.4 – 7.3.4.13 для остальных каналов.

7.3.4.15 Установить на калибраторе сопротивление **50 Ω**.

7.3.4.16 Установить на приборе входное сопротивление канала CH1 **Termination 50 Ω**.

7.3.3.17 Выполнить действия по пунктам 7.3.3.4, 7.3.4.10 – 7.3.4.14 для каналов прибора при входном сопротивлении **50 Ω**.

Таблица 7.3.4 – Напряжение смещения каналов осциллографа

Ко (Vertical Scale)	Напряжение смещения	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное значение напряжения смещения	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
Termination 1 M $\Omega$ , BW 20 MHz				
1 mV/div	+ 900 mV	+ 895.3 mV		+ 904.7 mV
	- 900 mV	- 904.7 mV		- 895.3 mV
100 mV/div	+ 9.00 V	+ 8.935 V		+ 9.065 V
	- 9.00 V	- 9.065 V		- 8.935 V
500 mV/div	+ 9.00 V	+ 8.855 V		+ 9.145 V
	- 9.00 V	- 9.145 V		- 8.855 V
1.01 V/div	+ 99.5 V	+ 98.8 V		+ 100.2 V
	- 99.5 V	- 100.2 V		- 98.8 V
5 V/div	+ 99.5 V	+ 98.0 V		+ 101.0 V
	- 99.5 V	- 101.0 V		- 98.0 V
Termination 50 $\Omega$ , BW 20 MHz				
1 mV/div	+ 900 mV	+ 895.3 mV		+ 904.7 mV
	- 900 mV	- 904.7 mV		- 895.3 mV
100 mV/div	+ 5.00 V	+ 4.965 V		+ 5.035 V
	- 5.00 V	- 5.035 V		- 4.965 V

### 7.3.5 Проверка полосы пропускания

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

7.3.5.2 Установить на калибраторе сопротивление **50  $\Omega$** , синусоидальный сигнал частотой 250 kHz.

7.3.5.3 Соединить выходной разъем формирователя 9510 калибратора с разъемом канала CH1 прибора, и нажать клавишу канала **CH1**.

7.3.5.4 Установить на приборе входное сопротивление канала **Termination 50  $\Omega$** .

Нажать клавишу **Trigger**; в меню **Source** при помощи ручки **Multipurpose** выбрать соответствующий номер канала.

7.3.5.5 Нажать на приборе клавишу **Acquire**, затем нижнюю функциональную клавишу **Mode**, и боковую клавишу **Sample**.

7.3.5.6 Установить на приборе коэффициент развертки **Horizontal Scale 2  $\mu$ s/div**.

7.3.5.7 Нажать клавишу **Wave Inspector Measure**.

Нажать нижнюю функциональную клавишу **Add Measurement**.

Используя многофункциональную ручку **Multipurpose b**, выбрать **Peak-to-Peak**, и нажать боковую клавишу **OK Add Measurement**.

7.3.5.8 Установить на канале коэффициент отклонения **Vertical Scale 1 mV/div**.

7.3.5.9 Установить на калибраторе амплитуду напряжения (p-p) таким образом, чтобы отсчет амплитуды (p-p) на приборе был равен значению, указанному в первой строке столбца 2 таблицы 7.3.5 для частоты 250 kHz.

7.3.5.10 Не изменяя уровень, установить на калибраторе граничную частоту, значение которой указано в таблице 7.3.5а.

Установить на приборе коэффициент развертки **Horizontal Scale** так, чтобы наблюдалось несколько периодов сигнала..

7.3.5.11 Записать отсчет амплитуды **Peak-to-peak** на приборе в столбец 3 таблицы 7.3.5.

7.3.5.12 Выполнить действия по пунктам 7.3.5.9 – 7.3.5.11 для остальных значений коэффициента отклонения, указанных в столбце 1 таблицы 7.3.5.

7.3.5.13 Выполнить действия по пунктам 7.3.5.3 – 7.3.5.12 для остальных каналов.

Таблица 7.3.5 – Полоса пропускания каналов осциллографа

Ко (Vertical Scale)	Отсчет амплитуды (Peak-to-peak)		Нижний предел допускаемых значений
	на частоте 50 kHz	на граничной частоте	
1	2	3	4
1 mV/div	8 mV		5.66 mV
2 mV/div	16 mV		11.31 mV
5 mV/div	40 mV		28.28 mV
10 mV/div	80 mV		56.57 mV
50 mV/div	400 mV		282.8 mV
100 mV/div	800 mV		565.7 mV
500 mV/div	3 V		2.121 V

Таблица 7.3.5а – Граничная частота полосы пропускания (входное сопротивление 50 Ω)

Модель, Ко	Верхняя частота полосы пропускания
Все модели, 1 mV/div	175 MHz
MDO4024C, 2 ... 500 mV/div	200 MHz
MDO4034C, 2 ... 500 mV/div	350 MHz
MDO4054C, 2 mV/div	350 MHz
MDO4054C, 5 ... 500 mV/div	500 MHz
MDO4104C, 2 mV/div	350 MHz
MDO4104C, 5 ... 500 mV/div	1000 MHz

### 7.3.6 Определение погрешности измерения временных интервалов

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

7.3.6.2 Соединить выходной разъем формирователя 9510 калибратора с разъемом канала CH1 прибора, и нажать клавишу канала **CH1**.

7.3.6.3 Установить на калибраторе **Time Marker** с амплитудой **1 Vp-p**, период **400 ms**.

7.3.6.4 Установить на приборе входное сопротивление канала **Termination 50 Ω**.

7.3.6.5 Установить на приборе:

- коэффициент отклонения **Vertical Scale** 500 mV/div;
- коэффициент развертки **Horizontal Scale** 20 ms/div.

7.3.6.6 Подстроить ручкой **Vertical POSITION** положение переднего фронта сигнала по вертикали таким образом, чтобы передний фронт импульса располагался симметрично относительно центра горизонтальной сетки.

7.3.6.7 Нажать клавишу **Trigger Level**, и установить уровень триггера **50 %**.

7.3.6.8 Нажать клавишу **Acquire**, затем нижнюю функциональную клавишу **Delay**. Вращением ручки **Horizontal POSITION** по часовой стрелке установить время задержки по индикатору на дисплее прибора равным **400 ms**.

7.3.6.9 Установить коэффициент развертки **Horizontal SCALE** **100 ns/div** или подстроить его так, чтобы было удобно произвести отсчет положения переднего фронта импульса.

7.3.6.10 Наблюдая положение переднего фронта сигнала относительно центра дисплейной сетки, записать в столбец 2 таблицы 7.3.6 отсчет положения фронта. Если наблюдается неустойчивый сигнал, запустить однократную развертку клавишей **Single**.

Таблица 7.3.6 – Измерение временных интервалов осциллографом

Установленное время задержки	Измеренное значение положения фронта	Пределы допускаемых значений
1	2	3
400 ms		$\pm \Delta$

$\Delta = [640 + 400 \cdot (N - 1)]$  ns для прибора с опцией SA3/SA6 (анализатор спектра);

$\Delta = [2 + 0,4 \cdot (N - 1)]$   $\mu$ s для прибора без опции SA3/SA6.

ПРИМЕР: пределы относительной погрешности для прибора с опцией SA3/SA6 при первичной поверке (в течение одного года после выпуска из производства) составляют по спецификации  $\pm 1,6 \cdot 10^{-6}$ , что при установленном времени задержки 400 ms соответствует допускаемому смещению фронта  $\pm 640$  ns, или  $\pm 6,4$  деления для установленного коэффициента развертки 100 ns/div.

## 7.4 Определение метрологических характеристик в режиме вольтметра-частотомера

### 7.4.1 Определение погрешности измерения постоянного напряжения

7.4.1.1 Установить на калибраторе Fluke 9500 сопротивление **1 M $\Omega$** .

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

7.4.1.3 Соединить выходной разъем формирователя 9510 калибратора с разъемом канала CH1 прибора, и нажать клавишу канала **CH1**.

7.4.1.4 Установить на приборе входное сопротивление канала CH1 **Termination 1 M $\Omega$** .

7.4.1.5 Установить коэффициент развертки **Horizontal Scale** **1 ms/div**.

7.4.1.6 Нажать функциональную клавишу **Bandwidth**, и выбрать **20 MHz**.

7.4.1.7 Установить на канале коэффициент отклонения, как указано в столбце 1 таблицы 7.4.1.

7.4.1.8 Нажимая (несколько раз) нижнюю функциональную клавишу **More**, установить напряжение смещения **Vertical Offset**, как указано в столбце 2 таблицы 7.4.1.

Нажать клавишу **More**, и убедиться в том, что положение по вертикали **Vertical Position** установлено на **0.00 div**. Если это не так, нажать боковую клавишу **Set to 0 divs**.

7.4.1.9 Нажать на приборе клавишу **Trigger Menu**, затем нижнюю функциональную клавишу **Source**, и при помощи ручки **Multipurpose a** выбрать **AC Line**.



7.4.1.10 Нажать клавишу **Acquire**, затем нижнюю функциональную клавишу **Mode**, выбрать функцию **Average**, и с помощью ручки **Multipurpose a** установить количество усреднений **32**.

7.4.1.11 Нажать клавишу **Measure**, затем нижнюю функциональную клавишу **DVM**. Ручкой **Multipurpose a** установить **Mode DC**.

Ручкой **Multipurpose b** выбрать номер канала **Source 1**.

Нажать клавишу **Menu Off**.

7.4.1.12 Устанавливать на приборе значения коэффициента отклонения **Vertical Scale** и напряжения смещения **Vertical Offset** (как описано в пункте 7.4.1.8), указанные в столбцах 1 и 2 таблицы 7.4.1.

Вводить на калибраторе значения постоянного напряжения, указанные в столбце 3 таблицы 7.4.1.

Записывать измеренные прибором значения в столбец 5 таблицы 7.4.1.

Отключить канал CH1 прибора.

7.4.1.13 Выполнить действия по пунктам 7.4.1.3, 7.4.1.4, 7.4.1.6 – 7.4.1.8, 7.4.11, 7.4.12 для остальных каналов.

Таблица 7.4.1 – Погрешность измерения постоянного напряжения вольтметром-частотомером

Ко (Vertical Scale)	Смещение Vertical Offset	Напряжение калибратора	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5	6
10 mV/div	0 V	+ 2 mV	+ 0.97 mV		+ 3.03 mV
200 mV/div	+ 0.5 V	+ 0.5 V	+ 477.5 mV		+ 522.5 mV
	- 0.5 V	- 0.5 V	- 522.5 mV		- 477.5 mV
500 mV/div	+ 0.5 V	+ 1 V	+ 940 mV		+ 1.060 V
	- 0.5 V	- 1 V	- 1.060 V		- 940 mV
500 mV/div	+ 2 V	+ 2 V	+ 1.940 V		+ 2.060 V
	- 2 V	- 2 V	- 2.060 V		- 1.940 V
1 V/div	+ 5 V	+ 5 V	+ 4.875 V		+ 5.125 V
	- 5 V	- 5 V	- 5.125 V		- 4.875 V

## 7.4.2 Определение погрешности измерения переменного напряжения

7.4.2.1 Соединить выходной разъем формирователя 9510 калибратора с разъемом канала CH1 прибора, и нажать клавишу канала **CH1**.

7.4.2.2 Нажимая (несколько раз) нижнюю функциональную клавишу **More**, установить нулевое напряжение смещения **Vertical Offset (Set to 0 V)**.

Нажать клавишу **More**, и убедиться в том, что положение по вертикали **Vertical Position** установлено на 0.00 div. Если это не так, нажать боковую клавишу **Set to 0 divs**.

7.4.2.3 Нажать на приборе клавишу **Trigger Menu**, затем нижнюю функциональную клавишу **Source**, и при помощи ручки **Multipurpose a** выбрать **CH1**.

7.4.2.4 Нажать клавишу **Measure**, затем нижнюю функциональную клавишу **DVM**. Ручкой **Multipurpose a** установить **Mode AC RMS**.

Ручкой **Multipurpose b** выбрать номер канала **Source 1**.

Нажать клавишу **Menu Off**.

7.4.2.5 Устанавливать на приборе значения коэффициента отклонения **Vertical Scale**, указанные в столбце 1 таблицы 7.4.2.

Вводить на калибраторе значения напряжения, указанные в столбце 2 таблицы 7.4.2.

Записывать измеренные прибором значения в столбец 4 таблицы 7.4.2.

Отключить канал CH1 прибора.

7.4.2.6 Выполнить действия по пунктам 7.4.2.1 – 7.4.2.5 для остальных каналов.

Таблица 7.4.2 – Погрешность измерения переменного напряжения

Ko (Vertical Scale)	Установленное значение на калибраторе		Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение	Верхний предел допускаемых значений
	амплитуда	RMS			
1	2		3	4	5
5 mV/div	28.28 mV	10 mV	9.800 mV		10.200 mV
10 mV/div	70.71 mV	25 mV	24.500 mV		25.500 mV
100 mV/div	0.7071 V	250 mV	245.00 mV		255.00 mV
200 mV/div	1.414 V	500 mV	0.4900 V		0.5100 V
1 V/div	7.071 V	2.5 V	2.450 V		2.550 V

### 7.4.3 Определение погрешности измерения частоты

7.4.3.1 Соединить выходной разъем формирователя 9510 калибратора с разъемом канала CH1 прибора, и нажать клавишу канала **CH1**.

7.4.3.2 Установить на калибраторе амплитуду синусоидального сигнала 1 V<sub>p-p</sub>.

7.4.3.3 Нажать функциональную клавишу **Bandwidth**, и выбрать **Full**.

7.4.3.4 Нажать на приборе клавишу **Trigger Menu**, затем нижнюю функциональную клавишу **Source**, и при помощи ручки **Multipurpose a** выбрать **CH1**.

7.4.3.5 Ввести на приборе функцию **Autoset**.

7.4.3.6 Нажать клавишу **Measure**, затем нижнюю функциональную клавишу **DVM**. Ручкой **Multipurpose a** установить **Mode Frequency**.

Ручкой **Multipurpose b** выбрать номер канала **Source 1**.

Нажать клавишу **Menu Off**.

7.4.3.6 Вводить на калибраторе значения частоты, указанные в столбце 1 таблицы 7.4.3.

Записывать отсчеты **Frequency Avg.**, которые индицируются в правом верхнем углу дисплея, в столбец 3 таблицы 7.4.3.

Таблица 7.4.3 – Погрешность измерения частоты

Установленное значение частоты	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное прибором значение Avg	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
99 Hz	98.998		99.002
99 kHz	98.998		99.002
99 MHz	98.998		99.002

## 7.5 Определение погрешности установки порогов срабатывания логического анализатора (опция MDO4MSO)

7.5.1 Присоединить к прибору пробник P6616 из комплекта прибора.

7.5.2 Используя адаптер “BNC-0.1”, соединить выходной разъем формирователя 9510 калибратора с разъемами канала **D0** пробника P6616, соблюдая полярность.

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

7.5.4 Установить на приборе коэффициент развертки **Horizontal SCALE**  $4 \mu\text{s}/\text{div}$ .

7.5.5 Нажать клавишу **D15-D0**, и затем

- нижнюю функциональную клавишу **D15-D0 On/Off**

- боковые функциональные клавиши **Turn On D7 - D0** и **Turn On D15 - D8**.

При этом на дисплее прибора должны отобразиться 16 цифровых каналов.

7.5.6 Нажать нижнюю функциональную клавишу **Threshold**.

При помощи ручки **Multipurpose (a)** выбрать тестируемый канал (D0).

7.5.7 Используя ручку **Multipurpose (b)**, установить значение порога срабатывания, указанное в столбце 1 таблицы 7.5.

7.5.8 Установить на калибраторе напряжение, значение которого на 500 mV ниже порога срабатывания, указанного в столбце 1 таблицы 7.5.

При этом на соответствующем канале прибора должен индицироваться нижний логический уровень.

7.5.9 Увеличивать напряжение на калибраторе ступенями 10 mV.

Зафиксировать напряжение на калибраторе  $U\uparrow$ , при котором происходит переход состояния на верхний логический уровень, и записать его в столбец 2 таблицы 7.5.

7.5.10 Установить на приборе нижнюю функциональную клавишу **Slope** в положение **Falling**.

7.5.11 Уменьшать напряжение на калибраторе ступенями 10 mV.

Зафиксировать напряжение на калибраторе  $U\downarrow$ , при котором происходит переход состояния на нижний логический уровень, и записать его в столбец 3 таблицы 7.5.

7.5.12 Выполнить действия по пунктам 7.5.2, 7.5.7 – 7.5.11 для порога срабатывания 4 V.

7.5.13 Выполнить действия по пунктам 7.5.2, 7.5.7 – 7.5.12 для остальных каналов прибора D1 – D15.

Таблица 7.5 – Пороги срабатывания логического анализатора

Значение порога срабатывания, V	Измеренное значение порога срабатывания, V		Пределы допускаемых значений, V
	$U\uparrow$	$U\downarrow$	
1	2	3	4
0 V			$\pm 0.100$
4 V			3.780 ... 4.220

## 7.6 Определение метрологических характеристик в режиме анализатора спектра (опция SA3/SA6)

### 7.6.1 Определение усредненного уровня собственных шумов

7.6.1.1 **стан** **ит** **на** **од** "RF" **при** **оре** **согласо** **анн** **нагр** **з**  $N(m) 50$  .

7.6.1.2 **а** **ат** **на** **при** **оре** **ла** **иш** **Default Setup**.

7.6.1.3 **а** **ат** **ла** **иш** **анала** CH1 (**д** **а** **раза**) **для** **от** **л** **чения** **анала** **ос** **иллогра** **а**, **затем** **на** **ат** **ла** **иш** **RF** **для** **на** **л** **дения** **спе** **трограммы** **полно** **ранном** **ре** **име**.

7.6.1.4 **а** **ат** **ни** **н** **ни** **ионал** **н** **ла** **иш** **Spectrum Traces** (**для** **ото** **ра** **ения** **ни** **ни** **ионал** **ны** **ла** **иш** **мо** **ет** **потре** **о** **ат** **ся** **по** **торное** **на** **атие** **ла** **иш** **RF**) **о** **о** **ом** **о** **не** **ы** **рат** **Normal Off; Average On**, **и** **стан** **ит** **с** **помо** **мног** **о** **ни** **ионал** **но** **р** **ч** **и** **Multipurpose** **а** **о** **личест** **о** **среднени** **64**.

7.6.1.5 **а** **ат** **ни** **н** **ни** **ионал** **н** **ла** **иш** **Detection Method**. **о** **о** **ом** **о** **не** **ы** **рат** **Manual**. **о** **о** **ом** **о** **не** **на** **ат** **ла** **иш** **Average Trace**, **и** **с** **помо** **мног** **о** **ни** **ионал** **но** **р** **ч** **и** **Multipurpose** **а** **ы** **рат** **Average**.

7.6.1.6 **а** **ат** **ла** **иш** **Ampl**, **и** **с** **помо** **мног** **о** **ни** **ионал** **но** **р** **ч** **и** **Multipurpose** **а** **стан** **ит** **Ref Level – 25.0 dBm**.

7.6.1.7 **а** **ат** **ла** **иш** **Markers**, **и** **о** **о** **ом** **о** **не** **ы** **рат** **Manual Markers On**.

7.6.1.8 **а** **ат** **ла** **иш** **Freq/Span**, **и** **стан** **ит** **ла** **иш** **ами** **на** **орного** **поля** **значения** **онечно** **и** **начал** **но** **частоты** **о** **зора** **Stop 50 kHz, Start 9 kHz**.

7.6.1.9 **а** **ат** **ла** **иш** **Menu Off**.

**ы** **дат** **за** **ершения** **достаточного** **оличест** **а** **среднени** , **огда** **дет** **на** **л** **дат** **ся** **я** **но** **ыра** **енная** **ш** **мо** **ая** **доро** **а** **с** **отдел** **ными** **ы** **росами**.

7.6.1.10 **гнорир** **я** **отдел** **ные** **ы** **росы**, **стан** **ит** **мар** **ер** **на** **ма** **симал** **ны** **ро** **ен** **ш** **мо** **о** **доро** **и** (**пер** **ы** **диапазона** **он** **на** **л** **дается** **лизи** **начал** **но** **частоты**).

**а** **писат** **отсчет** **мар** **ера** [dBm/Hz] **стол** **е** **3** **та** **ли** **ы** 7.6.1.

**а** **ли** **а** 7.6.1 – **среднени** **ро** **ен** **со** **ст** **енны** **ш** **мо** **анализатора** **спе** **тра**

ачал ная частота (Start Freq)	онечная частота (Stop Freq)	змеренное значение ро ня ш мо (Marker), dBm/Hz	ер ни предел доп с аемы значени ро ня ш мо , dBm/Hz
1	2	3	4
9 kHz	50 kHz	- 124	- 116
50 kHz	5 MHz	- 142	- 130
5 MHz	400 MHz	- 154	- 146
400 MHz	1 GHz	- 155	- 147
1 GHz	2 GHz	- 158	- 147
2 GHz	3 GHz	- 153	- 147
<b>след</b> <b>ие</b> <b>значения</b> <b>для</b> <b>оп</b> <b>ии</b> <b>SA6</b>			
3 GHz	4 GHz	- 155	- 148
4 GHz	5 GHz	- 152	- 140
5 GHz	6 GHz	- 147	- 140

7.6.1.11 Выполнить действия по пунктам 7.6.1.8 – 7.6.1.10 для остальных значений конечной и начальной частоты, указанных в столбцах 1 и 2 таблицы 7.6.1.

7.6.1.12 Для прибора, неукомплектованного предварительным усилителем TPA-N-PRE, перейти к выполнению следующей операции.

Для прибора с опцией предварительного усилителя TPA-N-PRE перейти к пункту 7.6.1.13.

7.6.1.13 Используя адаптер SMA(m)-N(f), присоединить выход предварительного усилителя TPA-N-PRE к входному разъему “RF” прибора.

7.6.1.14 Используя адаптер SMA(m)-N(f), установить на входной разъем предварительного усилителя TPA-N-PRE N(m) 50 Ω.

7.6.1.15 Нажать клавишу **Ampl**, и с помощью многофункциональной ручки **Multipurpose a** установить Ref Level – 40.0 dBm.

7.6.1.16 Выполнить действия по пунктам 7.6.1.7 – 7.6.1.11, записывая измеренные значения уровня собственных шумов (отсчеты маркера) в столбец 3 таблицы 7.6.1а.

Таблица 7.6.1а – Усредненный уровень собственных шумов анализатора спектра с предварительным усилителем TPA-N-PRE

Начальная частота (Start Freq)	Конечная частота (Stop Freq)	Измеренное значение уровня шумов (Marker), dBm/Hz	Верхний предел допускаемых значений уровня шумов, dBm/Hz
1	2	3	4
9 kHz	50 kHz		– 119
50 kHz	5 MHz		– 140
5 MHz	400 MHz		– 156
400 MHz	1 GHz		– 157
1 GHz	2 GHz		– 157
2 GHz	3 GHz		– 157
следующие значения для опции SA6			
3 GHz	4 GHz		– 158
4 GHz	5 GHz		– 150
5 GHz	6 GHz		– 150

## 7.6.2 Определение уровня фазовых шумов

7.6.2.1 Соединить кабелем N(m,m) выход “RF OUT” генератора сигналов ВЧ с входом “RF” прибора.

7.6.2.2 Установить на генераторе ВЧ частоту 1 GHz, уровень 0 dBm.

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

7.6.2.4 Нажать клавишу канала CH1 (дважды) для отключения канала осциллографа, затем нажать клавишу **RF** для наблюдения спектрограммы в полноэкранном режиме.

7.6.2.5 Нажать нижнюю функциональную клавишу **Spectrum Traces** (для отображения нижних функциональных клавиш может потребоваться повторное нажатие клавиши **RF**)  
В боковом окне выбрать **Normal Off; Average Traces On**.

7.6.2.6 Нажать нижнюю функциональную клавишу **Detection Method**.

В боковом окне выбрать **Manual**.

В боковом окне нажать клавишу **Average Trace**, и с помощью многофункциональной ручки **Multipurpose a** выбрать **Average**.

7.6.2.7 Нажать клавишу **Freq/Span**, и установить клавишами наборного поля центральную частоту **Center Frequency** 1 GHz.

7.6.2.8 Установить клавишами наборного поля полосу обзора **Span** 50 kHz.

7.6.2.9 Поместить пик сигнала точно на центр, для чего нажать клавишу **Markers**, и в боковом окне выбрать **R To Center**.

7.6.2.10 Нажать клавишу **BW**.

В боковом окне установить полосу пропускания **RBW mode Manual**, 250 Hz.

7.6.2.11 Установить режим дельта-маркера, для чего нажать клавишу **Markers**, и в боковом окне выбрать **Manual Markers On, Readout Delta**.

7.6.2.12 Выполнить измерение уровня фазовых шумов при отстройке 10 kHz следующим образом:

- установить **Marker a** на пик сигнала;
- установить **Marker b** на частоту отстройки 10 kHz вправо от центральной частоты.
- записать отсчет дельта-маркера **Marker b** [dBc/Hz] в столбец 4 таблицы 7.6.2.

7.6.2.13 Выполнить действия по пунктам 7.6.2.8, 7.6.2.10, 7.6.2.12 для остальных значений полосы обзора, полосы пропускания и отстройки, указанных в столбцах 1 – 3 таблицы 7.6.2.

Таблица 7.6.2 – Уровень фазовых шумов

Полоса обзора (Span)	Полоса пропускания (RBW)	Отстройка от центральной частоты	Отсчет дельта-маркера, dBc/Hz	Верхний предел допускаемых значений, dBc/Hz
1	2	3	4	5
50 kHz	250 Hz	+ 10 kHz		- 108
500 kHz	1 kHz	+ 100 kHz		- 110
5 MHz	50 kHz	+ 1 MHz		- 120

### 7.6.3 Определение погрешности измерения уровня мощности на частотах до 10 MHz

7.6.3.1 Используя адаптер BNC(m)-N(f), соединить выходной разъем формирователя 9510 калибратора с входом “RF” прибора.

7.6.3.2 Установить на калибраторе сопротивление **50 Ω**, частоту 55 kHz, уровень сигнала 0 dBm (223.6 mV rms, 632.3 mV p-p).

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

7.6.3.4 Нажать клавишу канала CH1 (дважды) для отключения канала осциллографа, затем нажать клавишу **RF** для наблюдения спектрограммы в полноэкранном режиме.

7.6.3.5 Нажать клавишу **Ampl**.

В боковом окне установить уровень **Ref Level** + 10 dBm.

7.6.3.6 Нажать клавишу **Freq/Span**, и установить клавишами наборного поля центральную частоту **Center Frequency** 55 kHz и полосу обзора **Span** 100 kHz.

7.6.3.7 Нажать на приборе клавишу **Markers**.

Записать отсчет маркера прибора в столбец 4 таблицы 7.6.3.

7.6.3.8 Устанавливать на калибраторе частоту и уровень, как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.6.3.

Устанавливать на приборе соответствующее значение центральной частоты **Center Frequency**, клавишей **Ampl** и боковой клавишей **Ref Level** вводить значения опорного уровня, указанные в столбце 3 таблицы 7.6.3.

Записывать отсчеты маркера прибора в столбец 4 таблицы 7.6.3.

7.6.3.9. Отсоединить оборудование от входа прибора.

Таблица 7.6.3 – Погрешность измерения уровня мощности на частотах до 10 MHz

Частота	Уровень сигнала		Опорный уровень, dBm	Измеренное значение уровня (Marker), dBm	Пределы допускаемых значений, dB
	dBm	V p-p			
1	2		3	4	5
55 kHz	0	632.3 mV	+ 10		± 1.0 dB
55 kHz	- 10	200.0 mV	0		- (9.0 ... 11.0)
55 kHz	- 20	63.23 mV	- 15		- (21.0 ... 19.0)
200 kHz	0	632.3 mV	+ 10		± 1.0 dB
200 kHz	- 10	200.0 mV	0		- (9.0 ... 11.0)
200 kHz	- 20	63.23 mV	- 15		- (21.0 ... 19.0)
500 kHz	0	632.3 mV	+ 10		± 1.0 dB
500 kHz	- 10	200.0 mV	0		- (9.0 ... 11.0)
500 kHz	- 20	63.23 mV	- 15		- (21.0 ... 19.0)
2 MHz	0	632.3 mV	+ 10		± 1.0 dB
2 MHz	- 10	200.0 mV	0		- (9.0 ... 11.0)
2 MHz	- 20	63.23 mV	- 15		- (21.0 ... 19.0)
5 MHz	0	632.3 mV	+ 10		± 1.0 dB
5 MHz	- 10	200.0 mV	0		- (9.0 ... 11.0)
5 MHz	- 20	63.23 mV	- 15		- (21.0 ... 19.0)
10 MHz	0	632.3 mV	+ 10		± 1.0 dB
10 MHz	- 10	200.0 mV	0		- (9.0 ... 11.0)
10 MHz	- 20	63.23 mV	- 15		- (21.0 ... 19.0)

#### 7.6.4 Определение погрешности измерения уровня мощности на частотах выше 10 MHz

7.6.4.1 Подготовить к работе ваттметр проходящей мощности СВЧ в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации.

7.6.4.2 Присоединить входной разъем кабеля ваттметра к выходу "RF OUT" генератора ВЧ, соединить выходной разъем ваттметра с входом "RF" прибора.

7.6.4.3 Нажать на приборе нижнюю функциональную клавишу **Spectrum Traces**. В боковом окне выбрать **Normal Off; Average On**.

7.6.4.4 Установить на генераторе ВЧ частоту 11 MHz, уровень сигнала + 6 dBm. Подстроить уровень на генераторе таким образом, чтобы отсчет ваттметра СВЧ был равен  $(0 \pm 0.03)$  dBm.

7.6.4.5 Нажать на приборе клавишу **Ampl**, и установить **Ref Level** + 10 dBm.

7.6.4.6 Нажать клавишу **Freq/Span**, и установить клавишами наборного поля центральную частоту **Center Frequency** 11 MHz и полосу обзора **Span** 10 MHz.

Записать отсчет маркера прибора в столбец 6 таблицы 7.6.4.

7.6.4.7 Устанавливать на генераторе ВЧ частоту, как указано в столбце 1 таблицы 7.6.4.

Подстраивать уровень генератора ВЧ таким образом, чтобы отсчет ваттметра СВЧ был равен значению, указанному в столбце 2 таблицы 7.6.4.

Устанавливать на приборе соответствующее значение центральной частоты **Center Frequency**, клавишей **Ampl** и боковой клавишей **Ref Level** вводить значения опорного уровня, указанные в столбце 3 таблицы 7.6.4.

Записывать отсчеты маркера прибора в столбец 4 таблицы 7.6.4.

7.6.4.8 Отсоединить оборудование от входа прибора.

Таблица 7.6.4 – Погрешность измерения уровня мощности на частотах выше 10 MHz

Частота	Уровень сигнала, dBm	Опорный уровень, dBm	Измеренное значение уровня (Marker), dBm	Пределы допускаемых значений, dB
1	2	3	4	5
11 MHz	0	+ 10		± 1.0 dB
11 MHz	- 10	0		- (9.0 ... 11.0)
11 MHz	- 20	- 15		- (21.0 ... 19.0)
30 MHz	0	+ 10		± 1.0 dB
30 MHz	- 10	0		- (9.0 ... 11.0)
30 MHz	- 20	- 15		- (21.0 ... 19.0)
100 MHz	0	+ 10		± 1.0 dB
100 MHz	- 10	0		- (9.0 ... 11.0)
100 MHz	- 20	- 15		- (21.0 ... 19.0)
300 MHz	0	+ 10		± 1.0 dB
300 MHz	- 10	0		- (9.0 ... 11.0)
300 MHz	- 20	- 15		- (21.0 ... 19.0)
1 GHz	0	+ 10		± 1.0 dB
1 GHz	- 10	0		- (9.0 ... 11.0)
1 GHz	- 20	- 15		- (21.0 ... 19.0)
2 GHz	0	+ 10		± 1.0 dB
2 GHz	- 10	0		- (9.0 ... 11.0)
2 GHz	- 20	- 15		- (21.0 ... 19.0)
2.9 GHz	0	+ 10		± 1.0 dB
2.9 GHz	- 10	0		- (9.0 ... 11.0)
2.9 GHz	- 20	- 15		- (21.0 ... 19.0)
следующие значения для опции SA6				
4 GHz	0	+ 10		± 1.0 dB
4 GHz	- 10	0		- (9.0 ... 11.0)
4 GHz	- 20	- 15		- (21.0 ... 19.0)
5 GHz	0	+ 10		± 1.0 dB
5 GHz	- 10	0		- (9.0 ... 11.0)
5 GHz	- 20	- 15		- (21.0 ... 19.0)
5.9 GHz	0	+ 10		± 1.0 dB
5.9 GHz	- 10	0		- (9.0 ... 11.0)
5.9 GHz	- 20	- 15		- (21.0 ... 19.0)



## 7.6.5 Определение уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка

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

7.6.5.2 Нажать клавишу канала CH1 (дважды) для отключения канала осциллографа, затем нажать клавишу **RF** для наблюдения спектрограммы в полноэкранном режиме

7.6.5.3 Используя адаптер N(m)-N(m), присоединить входное плечо делителя мощности к входу "RF" прибора. Соединить кабелем N(m,m) выход первого генератора ВЧ с одним из выходных плеч делителя мощности.

Соединить кабелем N(m,m) выход второго генератора ВЧ с другим выходным плечом делителя мощности.

7.6.5.4 Установить на первом генераторе ВЧ уровень 0 dBm, частоту 2.735 GHz.

7.6.5.5 Установить на втором генераторе ВЧ уровень 0 dBm, частоту 2.755 GHz.

7.6.5.6 Нажать нижнюю функциональную клавишу **Spectrum Traces**.

В боковом окне выбрать **Normal Off; Average Traces On**, и установить с помощью многофункциональной ручки **Multipurpose a** количество усреднений **256**.

7.6.5.7 Нажать клавишу **Freq/Span**, и установить клавишами наборного поля центральную частоту **Center Frequency 2.745 GHz**.

7.6.5.8 Установить клавишами наборного поля полосу обзора **Span 100 MHz**.

7.6.5.9 Нажать клавишу **BW**.

В боковом окне установить полосу пропускания **RBW mode Manual, 100 kHz**.

7.6.5.10 Нажать клавишу **Markers**, в боковом окне выбрать **Manual Markers On, Readout Delta**.

7.6.5.11 Установить **Marker a** на пик левого сигнала (частотой 2.735 GHz).

7.6.5.12 Найти пики интермодуляционных сигналов (рисунок 7.6.5) на частотах:

- 20 MHz ниже частоты левого сигнала (частотой 2.735 GHz)

- 20 MHz выше частоты правого сигнала (частотой 2.755 GHz)

Записать большее из найденных значений в столбец 4 таблицы 7.6.5.

Таблица 7.6.5 – Уровень интермодуляционных искажений 3-го порядка

Центральная частота	Частота 1-го сигнала	Частота 2-го сигнала	Отсчет дельта-маркера, dBc	Верхний предел допускаемых значений, dBc
1	2	3	4	5
2.745 GHz	2.735 GHz	2.755 GHz		- 62

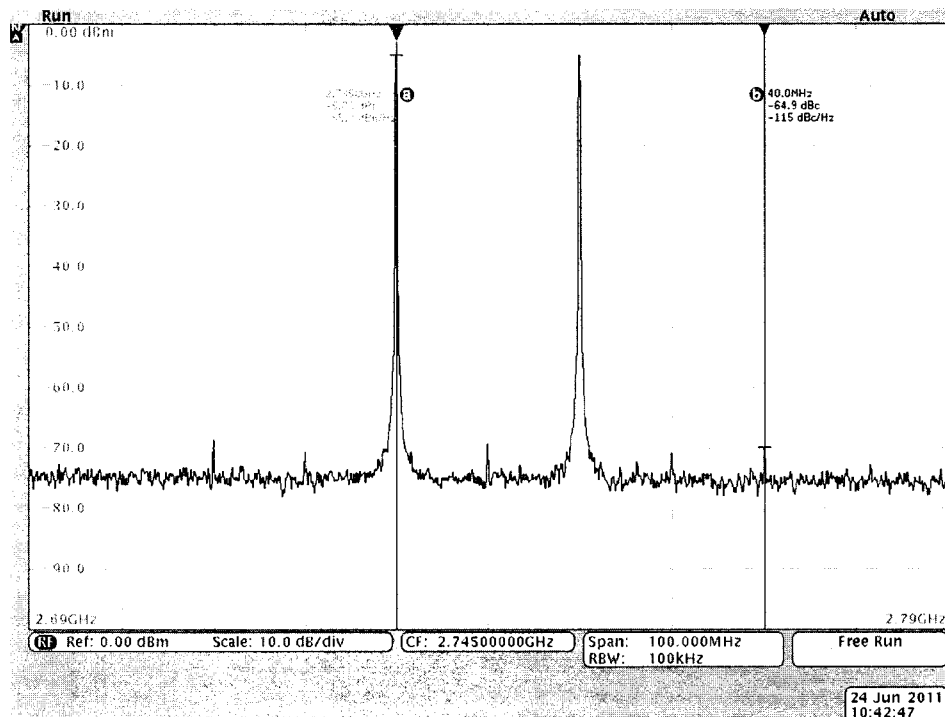


Рисунок 7.6.5 – Интермодуляционные искажения

7.6.5.13 Отсоединить оборудование от входа прибора.

## 7.7. Определение метрологических характеристик в режиме генератора сигналов произвольной формы (опция MDO4AFG)

### 7.7.1 Определение погрешности установки частоты

7.7.1.1 Соединить кабелем BNC(m,m) выход “10 MHz” стандарта частоты с разъемом “Ref In” на задней панели частотомера.

Соединить кабелем BNC(m,m) разъем “AFG OUT” на задней панели прибора с входным разъемом “ChA” частотомера.

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

7.7.1.3 Нажать клавишу **AFG** для перехода в режим генератора.

7.7.1.4 Установить нижними функциональными клавишами на приборе

**Waveform: Sine**

**Waveform Settings:**

Frequency 10 kHz

Amplitude 2.5 Vpp

7.7.1.5 Установить частотомер в режим измерения частоты с автоматическим выбором.

7.7.1.6 Записать отсчет частотомера в столбец 3 таблицы 7.7.1.

7.7.1.7 Установить частоту генератора 50 MHz.

Записать отсчет частотомера в столбец 3 таблицы 7.7.1.

7.7.1.8 Отсоединить кабели от прибора.

Таблица 7.7.1. Погрешность установки частоты

Установленное значение частоты	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное частотомером значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
10 kHz	9.998 700		10.001 300
50 MHz	49.997 500		50.002 500

### 7.7.2 Определение погрешности воспроизведения амплитуды сигнала частотой 1 кГц

7.7.2.1 При помощи адаптера BNC(f)-banana(2m) соединить разъем “AFG OUT” прибора с гнездами мультиметра таким образом, чтобы центральный проводник кабеля BNC был соединен с гнездом “HI”, а экранированный проводник – с гнездом “LO”.

7.7.2.2 Установить мультиметр в режим ACV с автоматическим выбором предела.

7.7.2.3 Установить нижними функциональными клавишами на приборе

**Output Settings; Load Impedance: High Z**

**Waveform Settings:**

Frequency 1 kHz

Amplitude (как указано в таблице 7.5.2)

7.7.2.4 Устанавливать на приборе значения амплитуды сигнала (Amplitude), как указано в столбце 1 таблицы 7.7.2.

Записывать отсчеты мультиметра в столбец 3 таблицы 7.7.2.

Таблица 7.7.2 – Погрешность воспроизведения амплитуды сигнала частотой 1 кГц

Установленное значение амплитуды	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное мультиметром значение (rms)	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
20 mV	6.611 mV		7.530 mV
1 V	0.3479 V		0.3592 V
5 V	1.7409 V		1.7946 V

### 7.7.3 Определение погрешности установки напряжения смещения

Схема соединения оборудования и установки на приборе – по предыдущей операции.

7.7.3.1 Установить мультиметр в режим DCV с автоматическим выбором предела измерения.

7.7.3.2 Установить нижними функциональными клавишами на приборе

**Waveform: DC**

**Waveform Settings: Offset** (как указано в таблице 7.5.3)

7.7.3.3 Устанавливать на приборе значения напряжения смещения **Offset**, как указано в столбце 1 таблицы 7.7.3.

Записывать отсчеты мультиметра в столбец 3 таблицы 7.7.3.

7.7.3.4 Отсоединить кабель и адаптер от оборудования.

Таблица 7.7.3 – Погрешность установки напряжения смещения

Установленное значение напряжения	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное мультиметром значение	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
20 mV	19.70 mV		21.30 mV
1 V	0.984 V		1.016 V

## 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 в 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