

**УТВЕРЖДАЮ**

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



**А.С. Евдокимов**

**01** 2014 г.

**Осциллографы-анализаторы спектра  
MDO4014B-3, MDO4034B-3, MDO4054B-3,  
MDO4054B-6, MDO4104B-3, MDO4104B-6**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
МП РТ 2037-2014**

**Начальник лаборатории  
441 ФБУ «Ростест-Москва»**

**С.Э. Баринов**

**Начальник сектора лаборатории  
441 ФБУ «Ростест-Москва»**

**Р.А. Осин**

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

**Д.Р. Васильев**

г. Москва  
2014

Настоящая методика поверки распространяется на осциллографы-анализаторы спектра MDO4014B-3, MDO4034B-3, MDO4054B-3, MDO4054B-6, MDO4104B-3, MDO4104B-6 (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 и функциональное тестирование	7.2	да	да
2.1	идентификация 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	да
2.5	проверка сигнала синхронизации на выходе AUX OUT	7.2.5	да	да
3	определение метрологических характеристик в режиме осциллографа и логического анализатора	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
3.7	определение погрешности установки порогов срабатывания логического анализатора	7.3.7	да	да
4	определение метрологических характеристик в режиме анализатора спектра	7.4	да	да
4.1	определение усредненного уровня собственных шумов	7.4.1	да	да
4.2	определение уровня фазовых шумов	7.4.2	да	да
4.3	определение погрешности измерения уровня мощности на частотах до 10 MHz	7.4.3	да	да

1	2	3	4	5
4.4	определение погрешности измерения уровня мощности на частотах выше 10MHz	7.4.4	да	да
4.5	определение уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка	7.4.5	да	да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Для проведения поверки должны применяться 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
<b>ЭТАЛОННЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ</b>				
1.1	калибратор осциллографов	7.3.1 7.3.3 7.3.4 7.3.5 7.3.6 7.3.7 7.4.3	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 $\pm 0.25 \cdot 10^{-6}$
1.2	генератор сигналов ВЧ (2 генератора для пункта 7.4.6)	7.4.2 7.4.4 7.4.5	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
1.3	ваттметр проходящей мощности СВЧ	7.4.4	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 $\pm 0.25$ 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 $\pm 0.1$ dB

1	2	3	4	5
<b>ПРИНАДЛЕЖНОСТИ</b>				
2.1	адаптер	7.3.7	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	-

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

2.3 Допускается выполнять операцию 7.3.3, используя калибратор Fluke 9100 с модулем для калибровки осциллографов (option 600) на синусоидальном сигнале частотой 1 kHz, измеряя поверяемым прибором амплитуду эталонного сигнала. Данная альтернативная методика, позволяющая существенно уменьшить трудоемкость операции, изложена в Приложении 1.

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

### **3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

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

### **4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

4.2 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения поверяемого прибора необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

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

### **5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ**

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха  $23 \pm 5$  °С;
- 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

6.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяются:

- чистота и исправность разъемов, отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов;
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положений;
- комплектность прибора.

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

### 6.2 Подготовка к поверке

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

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

6.2.3 Включить питание прибора и калибратора.

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

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Общие указания по проведению поверки

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 Операцию 7.3.3 можно выполнять на синусоидальном сигнале частотой 1 kHz, что существенно сокращает трудоемкость. Данная альтернативная методика с использованием калибратора Fluke 9100 изложена в Приложении 1.

### 7.2 Опробование и функциональное тестирование

#### 7.2.1 Идентификация программного обеспечения

7.2.1.1 Выполнить следующие действия:

- нажать клавишу **Utility**
- нажать нижнюю функциональную клавишу **Utility Page**, вращением ручки

**Multipurpose (a)** выбрать **Config**

- нажать нижнюю функциональную клавишу **About**

7.2.1.2 Записать в столбец 2 таблицы 7.2 результат проверки идентификационных данных программного обеспечения.

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

## 7.2.2 Диагностика (Self-Test)

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**.

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

## 7.2.3 Компенсация сигнального тракта

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

7.2.3.2 Нажать клавишу **Utility**, затем нижнюю функциональную клавишу **Utility Page**. Вращением ручки **Multipurpose (a)** выбрать **Calibration**, и нажать нижнюю функциональную клавишу **Signal Path**. Нажать боковую функциональную клавишу **OK Compensate Signal Path**.

7.2.3.3 Выждать до завершения процедуры диагностики (процедура занимает от 5 до 15 минут), после чего должно появиться диалоговое окно с результатом компенсации сигнального тракта. 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** 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** 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  $0.25 \text{ V}$ , высокого уровня – не менее  $1.0 \text{ V}$ .

## 7.2.5 Проверка сигнала синхронизации на выходе AUX OUT

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 полноэкранный 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 и функциональное тестирование

содержание проверки	результат проверки	критерий проверки
1	2	3
проверка идентификации программного обеспечения		номер версии не ниже V3.02
диагностика (Self Test)		сообщения об ошибках отсутствуют
компенсация сигнального тракта (Signal Path Compensation)		сообщения об ошибках отсутствуют
уровни триггера на выходе AUX OUT		Termination $1 \text{ M}\Omega$ : Low $\leq 0.7 \text{ V}$ ; High $\geq 2.5 \text{ V}$
		Termination $50 \Omega$ : Low $\leq 0.25 \text{ V}$ ; High $\geq 1.0 \text{ V}$
сигнал синхронизации на выходе AUX OUT		сигнал синхронизации частотой 10 MHz

### 7.3 Определение метрологических характеристик в режиме осциллографа и логического анализатора

#### 7.3.1 Проверка входного сопротивления

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

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

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

7.3.1.4 Установить на приборе входное сопротивление канала **Termination 1 MΩ**.

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

Записать измеренное калибратором значение сопротивления в столбец 3 таблицы 7.3.1.

7.3.1.6 Выполнить действия по пункту 7.3.1.5 для остальных значений коэффициента отклонения **Vertical Scale**, указанных в столбце 1 таблицы 7.3.1.

7.3.1.7 Выполнить действия по пунктам 7.3.1.2 – 7.3.1.6 для остальных каналов.

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

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

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

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

Записать измеренное калибратором сопротивление в столбец 3 таблицы 7.3.1.

7.3.1.12 Выполнить действия по пункту 7.3.1.11 для остальных значений коэффициента отклонения **Vertical Scale**, указанных в столбце 1 таблицы 7.3.1.

7.3.1.13 Выполнить действия по пунктам 7.3.1.8 – 7.3.1.12 для остальных каналов.

Таблица 7.3.1. Входное сопротивление

<b>Ko (Vertical Scale)</b>	<b>нижний предел допускаемых значений</b>	<b>измеренное значение входного сопротивления</b>	<b>верхний предел допускаемых значений</b>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<b>Termination 1 MΩ</b>			
<b>10 mV/div</b>	0.99 MΩ		1.01 MΩ
<b>100 mV/div</b>			
<b>1 V/div</b>			
<b>Termination 50 Ω</b>			
<b>10 mV/div</b>	49.5 Ω		50.5 Ω
<b>100 mV/div</b>			



### 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  $\Omega$ .

7.3.2.3 Нажать клавишу канала **CH1**, установить входное сопротивление **Termination 50  $\Omega$** .

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.

7.3.2.12 Выполнить действия по пунктам 7.3.2.3 – 7.3.2.11 для входного сопротивления канала **Termination 1 M $\Omega$** .

Таблица 7.3.2. Остаточное смещение

Ко (Vertical Scale)	нижний предел допускаемых значений	измеренное значение остаточного смещения	верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
<b>Termination 50 <math>\Omega</math>, BW 20 MHz</b>			
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

1	2	3	4
<b>Termination 50 <math>\Omega</math>, BW Full</b>			
20 mV/div	- 2.0 mV		+ 2.0 mV
<b>Termination 1 M<math>\Omega</math>, BW 20 MHz</b>			
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
<b>Termination 1 M<math>\Omega</math>, BW Full</b>			
20 mV/div	- 2.0 mV		+ 2.0 mV

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  $\Omega$ .

### 7.3.3 Определение погрешности коэффициента отклонения

ПРИМЕЧАНИЕ: Альтернативная методика на синусоидальном сигнале частотой 1 kHz с использованием калибратора Fluke 9100 дана в Приложении 1.

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

7.3.3.2 Установить на калибраторе сопротивление **1 M $\Omega$** .

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

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

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 1 ms/div**.

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

7.3.3.8 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**.

7.3.3.9 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 положительное значение напряжения, указанное в первой строке столбца 2 таблицы 7.3.3.

Записать отсчет **Mean** как значение **U+** в столбец 3 таблицы 7.3.3.

7.3.3.12 Установить на калибраторе отрицательное значение напряжения, указанное во второй строке столбца 2 таблицы 7.3.3.

Записать отсчет **Mean** как значение  $U_-$  в столбец 3 таблицы 7.3.3.

7.3.3.13 Вычислить разностное значение  $U = [(U+) - (U_-)]$ , и записать его в столбец 4 таблицы 7.3.3.

7.3.3.14 Выполнить действия по пунктам 7.3.3.11 – 7.3.3.13 для остальных значений коэффициента отклонения, указанных в столбце 1 таблицы 7.3.3, устанавливая на калибраторе положительное и отрицательное значения напряжения, указанные столбце 2 таблицы 7.3.3.

7.3.3.15 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 4 таблицы 7.3.3.

7.3.3.16 Выполнить действия по пунктам 7.3.3.5 – 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 канала CH1 **Termination 50 Ω**.

7.3.3.19 Выполнить действия по пунктам 7.3.3.5 – 7.3.3.16 для каналов прибора при входном сопротивлении 50 Ω.

Таблица 7.3.3. Коэффициент отклонения

Кo (Vertical Scale)	установленное напряжение на калибраторе	измеренное значение (Mean)	разностное значение $U = [(U+) - (U_-)]$	пределы допускаемых значений
1	2	3	4	5
<b>Termination 1 MΩ, BW 20 MHz</b>				
1 mV/div	+ 4.5 mV	$U+ =$		8.82 ... 9.18 mV
	- 4.5 mV	$U_- =$		
2 mV/div	+ 9 mV	$U+ =$		17.73 ... 18.27 mV
	- 9 mV	$U_- =$		
5 mV/div	+ 22.5 mV	$U+ =$		44.325 ... 45.675 mV
	- 22.5 mV	$U_- =$		
10 mV/div	+ 45 mV	$U+ =$		88.65 ... 91.35 mV
	- 45 mV	$U_- =$		
20 mV/div	+ 90 mV	$U+ =$		177.3 ... 182.7 mV
	- 90 mV	$U_- =$		
50 mV/div	+ 225 mV	$U+ =$		443.25 ... 456.75 mV
	- 225 mV	$U_- =$		
63.5 mV/div	+ 285.75 mV	$U+ =$		554.35 ... 588.65 mV
	- 285.75 mV	$U_- =$		
100 mV/div	+ 450 mV	$U+ =$		886.5 ... 913.5 mV
	- 450 mV	$U_- =$		
200 mV/div	+ 900 mV	$U+ =$		1.773 ... 1.827 V
	- 900 mV	$U_- =$		
500 mV/div	+ 2.45 V	$U+ =$		4.826 ... 4.974 V
	- 2.45 V	$U_- =$		
1 V/div	+ 4.5 V	$U+ =$		8.865 ... 9.135 V
	- 4.5 V	$U_- =$		
5 V/div	+ 22.5 V	$U+ =$		44.325 ... 45.675 V
	- 22.5 V	$U_- =$		

1	2	3	4	5
<b>Termination 1 MΩ, BW Full</b>				
20 mV/div	+ 90 mV	U+ =		177.3 ... 182.7 mV
	- 90 mV	U- =		
<b>Termination 50 Ω, BW 20 MHz</b>				
1 mV/div	+ 4.5 mV	U+ =		8.82 ... 9.18 mV
	- 4.5 mV	U- =		
2 mV/div	+ 9 mV	U+ =		17.73 ... 18.27 mV
	- 9 mV	U- =		
5 mV/div	+ 22.5 mV	U+ =		44.325 ... 45.675 mV
	- 22.5 mV	U- =		
10 mV/div	+ 45 mV	U+ =		88.65 ... 91.35 mV
	- 45 mV	U- =		
20 mV/div	+ 90 mV	U+ =		177.3 ... 182.7 mV
	- 90 mV	U- =		
49.8 mV/div	+ 224.1 mV	U+ =		434.75 ... 461.65 mV
	- 224.1 mV	U- =		
50 mV/div	+ 225 mV	U+ =		443.25 ... 456.75 mV
	- 225 mV	U- =		
100 mV/div	+ 450 mV	U+ =		886.5 ... 913.5 mV
	- 450 mV	U- =		
200 mV/div	+ 900 mV	U+ =		1.773 ... 1.827 V
	- 900 mV	U- =		
500 mV/div	+ 2.45 V	U+ =		4.826 ... 4.974 V
	- 2.45 V	U- =		
1 V/div	+ 4.5 V	U+ =		8.865 ... 9.135 V
	- 4.5 V	U- =		
<b>Termination 50 Ω, BW Full</b>				
20 mV/div	+ 90 mV	U+ =		177.3 ... 182.7 mV
	- 90 mV	U- =		

### 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 MΩ**.

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

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

Кo (Vertical Scale)	напряжение смещения	нижний предел допускаемых значений	измеренное значение напряжения смещения	верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
<b>Termination 1 MΩ, BW 20 MHz</b>				
<b>1 mV/div</b>	+ 900 mV	+ 895.3 mV		+ 904.7 mV
	– 900 mV	– 904.7 mV		– 895.3 mV
<b>100 mV/div</b>	+ 9.00 V	+ 8.935 V		+ 9.065 V
	– 9.00 V	– 9.065 V		– 8.935 V
<b>500 mV/div</b>	+ 9.00 V	+ 8.855 V		+ 9.145 V
	– 9.00 V	– 9.145 V		– 8.855 V
<b>1.01 V/div</b>	+ 99.5 V	+ 98.8 V		+ 100.2 V
	– 99.5 V	– 100.2 V		– 98.8 V
<b>5 V/div</b>	+ 99.5 V	+ 98.0 V		+ 101.0 V
	– 99.5 V	– 101.0 V		– 98.0 V
<b>Termination 50 Ω, BW 20 MHz</b>				
<b>1 mV/div</b>	+ 900 mV	+ 895.3 mV		+ 904.7 mV
	– 900 mV	– 904.7 mV		– 895.3 mV
<b>100 mV/div</b>	+ 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 Ω**, синусоидальный сигнал частотой 50 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 Ω**.

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** 10 μs/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 50 kHz.

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

Установить на приборе коэффициент развертки **Horizontal Scale** 4 ns/div.

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.

7.3.5.14 Установить на калибраторе сопротивление **1 MΩ**, синусоидальный сигнал частотой 50 kHz.

Таблица 7.3.5. Полоса пропускания

коэффициент отклонения (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

	Ко (Vertical Scale)	входное сопротивление	
		50 Ω	1 MΩ
MDO4014B-3	1 mV/div ... 1 V/div	100 MHz	100 MHz
MDO4034B-3	1 ... 1.99 mV/div	175 MHz	175 MHz
	2 mV/div ... 1 V/div	350 MHz	350 MHz
MDO4054B-3, MDO4054B-6	1 ... 1.99 mV/div	175 MHz	175 MHz
	2 ... 4.98 mV/div	350 MHz	350 MHz
	5 mV/div ... 1 V/div	500 MHz	500 MHz
MDO4104B-3, MDO4104B-6	1 ... 1.99 mV/div	175 MHz	175 MHz
	2 ... 4.98 mV/div	350 MHz	350 MHz
	5 mV/div ... 500 mV/div	1 GHz	500 MHz

7.3.5.15 Выполнить действия по пунктам 7.3.5.3 – 7.3.5.14 для входного сопротивления каналов прибора **Termination 1 MΩ**.

### 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.

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**.

ПРИМЕЧАНИЕ: пределы относительной погрешности временной базы составляют  $\pm 1.6 \cdot 10^{-6}$ , что при установленном времени задержки 400 ms соответствует  $\pm 640$  ns, или  $\pm 6.4$  деления для коэффициента развертки 100 ns/div.

Таблица 7.3.6. Измерение временных интервалов

установленное время задержки	измеренное значение положения фронта	пределы допускаемых значений
1	2	3
400 ms		$\pm 640$ ns

### 7.3.7 Определение погрешности установки порогов срабатывания логического анализатора

7.3.7.1 Присоединить к прибору пробник P6316 из комплекта прибора.

7.3.7.2 Используя адаптер BNC-0.1", соединить выходной разъем формирователя 9510 калибратора с разъемами канала D0 пробника P6316, соблюдая полярность.

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

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

7.3.7.5 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.

7.3.7.6 Нажать нижнюю функциональную клавишу **Threshold**.

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

7.3.7.7 Используя ручку **Multipurpose (b)**, установить значение порога срабатывания, указанное в столбце 1 таблицы 7.3.7.

7.3.7.8 Установить на калибраторе напряжение, значение которого на 500 mV ниже порога срабатывания, указанного в столбце 1 таблицы 7.3.7.

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

7.3.7.9 Увеличивать напряжение на калибраторе степенями 10 mV.

Зафиксировать напряжение на калибраторе  $U \uparrow$ , при котором происходит переход состояния на верхний логический уровень, и записать его в столбец 2 таблицы 7.3.7.

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

7.3.7.11 Уменьшать напряжение на калибраторе степенями 10 mV.

Зафиксировать напряжение на калибраторе  $U \downarrow$ , при котором происходит переход состояния на нижний логический уровень, и записать его в столбец 3 таблицы 7.3.7.

7.3.7.12 Выполнить действия по пунктам 7.3.7.2, 7.3.7.7 – 7.3.7.11 для порога срабатывания 4 V.

7.3.7.13 Выполнить действия по пунктам 7.3.7.2, 7.3.7.7 – 7.3.7.12 для остальных каналов прибора D1 – D15.

Таблица 7.3.7. Установка порогов срабатывания логического анализатора

значение порога срабатывания, V	измеренное значение порога срабатывания, V		пределы допускаемых значений, V
	$U \uparrow$	$U \downarrow$	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
0 V			$\pm 0.100$
4 V			3.780 ... 4.220



## 7.4 Определение метрологических характеристик в режиме анализатора спектра

### 7.4.1 Определение усредненного уровня собственных шумов

7.4.1.1 Установить на вход “RF” прибора согласованную нагрузку N(m) 50 Ω.

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

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

7.4.1.4 Нажать нижнюю функциональную клавишу **Spectrum Traces** (для отображения нижних функциональных клавиш может потребоваться повторное нажатие клавиши **RF**)

В боковом окне выбрать **Normal Off; Average On**, и установить с помощью многофункциональной ручки **Multipurpose a** количество усреднений **64**.

7.4.1.5 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**.

7.4.1.6 Нажать клавишу **Ampl**, и с помощью многофункциональной ручки **Multipurpose a** установить Ref Level – 25.0 dBm.

7.4.1.7 Нажать клавишу **Markers**, и в боковом окне выбрать **Manual Markers On**.

7.4.1.8 Нажать клавишу **Freq/Span**, и установить клавишами наборного поля значения конечной и начальной частоты обзора **Stop 50 kHz, Start 9 kHz**.

7.4.1.9 Нажать клавишу **Menu Off**.

Выждать завершения достаточного количества усреднений, когда будет наблюдаться явно выраженная шумовая дорожка с отдельными выбросами.

7.4.1.10 Игнорируя отдельные выбросы, установить маркер на максимальный уровень шумовой дорожки (в первых диапазонах он наблюдается вблизи начальной частоты).

Записать отсчет маркера [dBm/Hz] в столбец 3 таблицы 7.4.1.

7.4.1.11 Выполнить действия по пунктам 7.4.1.8 – 7.4.1.10 для остальных значений конечной и начальной частоты, указанных в столбцах 1 и 2 таблицы 7.4.1

Таблица 7.4.1. Усредненный уровень собственных шумов

начальная частота	конечная частота	измеренное значение уровня шумов, dBm/Hz	верхний предел допускаемых значений уровня шумов, dBm/Hz
1	2	3	4
9 kHz	50 kHz		– 116
50 kHz	5 MHz		– 130
5 MHz	400 MHz		– 146
400 MHz	1 GHz		– 147
1 GHz	2 GHz		
2 GHz	3 GHz		
следующие значения для моделей MDO4054-6, MDO4104-6			
3 GHz	4 GHz		– 148
4 GHz	5 GHz		– 140
5 GHz	6 GHz		

7.4.1.12 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 7.4.1.13.

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

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

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

7.4.1.16 Выполнить действия по пунктам 7.4.1.7 – 7.4.1.11, записывая измеренные значения уровня собственных шумов (отсчеты маркера) в столбец 3 таблицы 7.4.1а.

Таблица 7.4.1а. Усредненный уровень собственных шумов с предварительным усилителем TPA-N-PRE

начальная частота	конечная частота	измеренное значение уровня шумов, 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		
2 GHz	3 GHz		
следующие значения для моделей MDO4054B-6, MDO4104B-6			
3 GHz	4 GHz		– 158
4 GHz	5 GHz		– 157
5 GHz	6 GHz		

## 7.4.2 Определение уровня фазовых шумов

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

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

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

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

7.4.2.5 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**.

7.4.2.6 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**.

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

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

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

7.4.2.10 Нажать клавишу **BW**.

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

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

7.4.2.12 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 7.4.2.

7.4.2.13 Выполнить действия по пунктам 7.4.2.8, 7.4.2.10, 7.4.2.12 для остальных значений полосы обзора, полосы пропускания и отстройки, указанных в столбцах 1 – 3 таблицы 7.4.2.

Таблица 7.4.2. 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

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

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

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

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

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

7.4.3.5 Нажать клавишу **Ampl**.

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

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

7.4.3.7 Нажать на приборе клавишу **Markers**.

Записать отсчет маркера прибора в столбец 4 таблицы 7.4.3.

7.4.3.8 Устанавливать на калибраторе частоту и уровень, как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.4.3.

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 7.4.3.

Записывать отсчеты маркера прибора в столбец 4 таблицы 7.4.3.

Таблица 7.4.3. Погрешность измерения уровня мощности на частотах до 10 MHz

частота	уровень сигнала		опорный уровень, dBm	измеренное значение уровня (отсчет маркера)	пределы допускаемых значений
	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)

7.4.3.9. Отсоединить оборудование от входа прибора.

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

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

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

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

7.4.4.4 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.

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

7.4.4.6 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 7.4.4.

7.4.4.7 Устанавливать на генераторе ВЧ частоту, как указано в столбце 1 таблицы 7.4.4.

Подстраивать уровень генератора ВЧ таким образом, чтобы отсчет ваттметра СВЧ был равен значению, указанному в столбце 2 таблицы 7.4.4.

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 7.4.4.

Записывать отсчеты маркера прибора в столбец 4 таблицы 7.4.4.

7.4.4.8 Отсоединить оборудование от входа прибора.

Таблица 7.4.4. Погрешность измерения уровня мощности на частотах более 10 MHz

частота	уровень сигнала, dBm	опорный уровень, dBm	измеренное значение уровня (отсчет маркера)	пределы допускаемых значений
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 моделей MDO4054B-6, MDO4104B-6				
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)

## 7.4.5 Определение уровня интермодуляционных искажений 3-го порядка

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

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

7.4.5.3 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.

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

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

7.4.5.6 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**.

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

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

7.4.5.9 Нажать клавишу **BW**.

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

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

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

7.4.5.12 Найти пики интермодуляционных сигналов (см. рисунок 7.4.5) на частотах:  
- 20 MHz ниже частоты левого сигнала (частотой 2.735 GHz)  
- 20 MHz выше частоты правого сигнала (частотой 2.755 GHz)

Таблица 7.4.5. 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
следующие значения для моделей MDO4054-6, MDO4104-6				
4.5 GHz	4.49 GHz	4.51 GHz		- 62

7.4.5.13 Для моделей MDO4014-3, MDO4034-3, MDO4054-3, MDO4104-3 перейти к пункту 7.4.5.15.

Для моделей MDO4054-6, MDO4104-6 выполнить действия по пунктам 7.4.5.7, 7.4.5.4, 7.4.5.5, 7.4.5.11 – 7.4.5.13, устанавливая значения частоты, указанные в столбцах 1 – 3 таблицы 7.4.5.

7.4.5.14 Отсоединить оборудование от входа прибора.

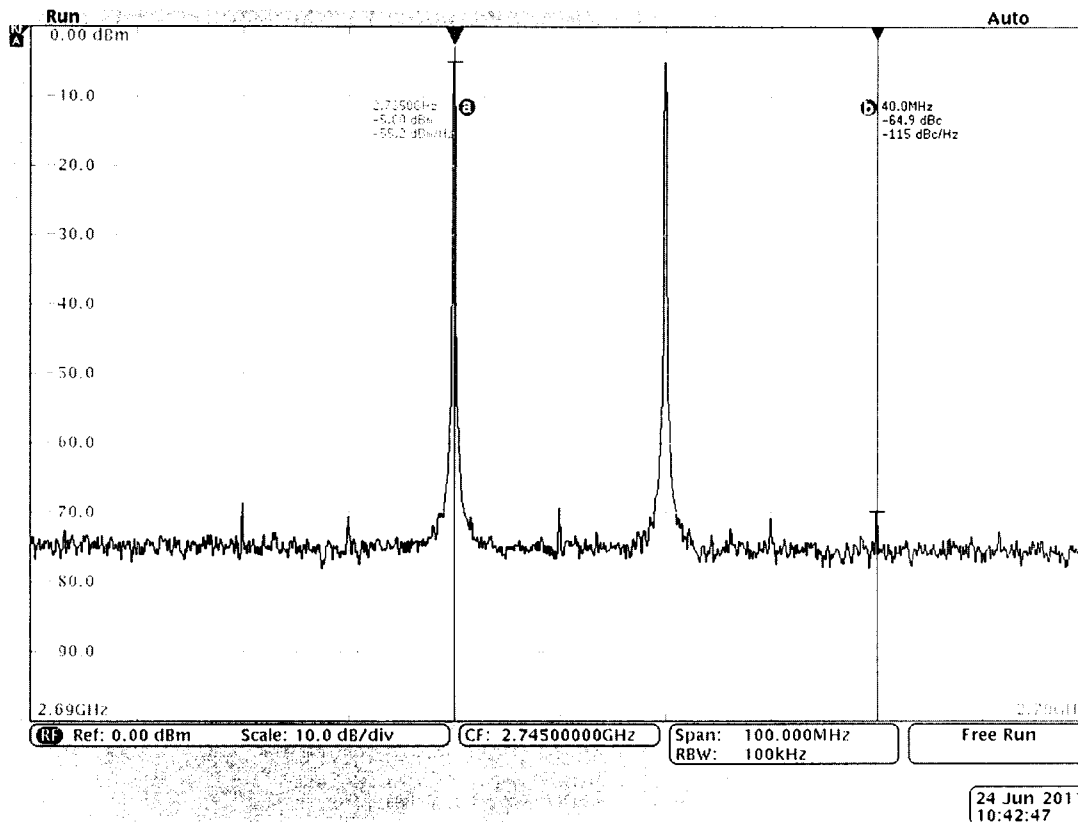


Рисунок 7.4.5. Интермодуляционные искажения

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

### 8.1 Протокол поверки

При выполнении операций поверки оформляется протокол 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, установленные опции;
- 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;
- полученные значения метрологических характеристик;
- фамилия лица, проводившего поверку.

### 8.2 Свидетельство о поверке

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с ПР50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.

Поверительное клеймо наносится в соответствии с ПР50.2.007-2001.

### 8.3 Извещение о непригодности

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности с указанием причины непригодности в соответствии с ПР50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Определение коэффициента отклонения на синусоидальном сигнале частотой 1 kHz

Средства измерений, рекомендуемые для выполнения операции

наименование и обозначение	основные метрологические характеристики
калибратор универсальный Fluke 9100 с опцией 600	относительная погрешность установки амплитуды переменного напряжения от 9 mV до 45 V частотой 1 kHz не более $\pm 0.25\%$

#### 7.3.3 Определение погрешности коэффициента отклонения

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

7.3.3.2 Установить на опции 600 калибратора Fluke 9100 сопротивление **1 M $\Omega$** .

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

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

7.3.3.5 Соединить выходной разъем опции 600 калибратора Fluke 9100 с разъемом канала CH1 прибора, и нажать клавишу канала **CH1**.

7.3.3.6 Установить на приборе коэффициент развертки **Horizontal Scale 400  $\mu$ s/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 опции 600 калибратора Fluke 9100 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 опции 600 калибратора Fluke 9100 значения амплитуды напряжения, указанные столбце 2 таблицы 7.3.3. Для коэффициента отклонения  $\geq 10$  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 опции 600 калибратора Fluke 9100 сопротивление **50  $\Omega$** .

7.3.3.18 Установить на приборе входное сопротивление CH1 **Termination 50  $\Omega$** .



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

Ko (Vertical Scale)	амплитуда напряжения калибратора p-p	измеренное значение амплитуды (Peak-to-Peak)				пределы допускаемых значений
		CH1	CH2	CH3	CH4	
1	2	3				4
<b>Termination 1 MΩ, BW 20 MHz</b>						
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
<b>Termination 1 MΩ, BW Full</b>						
20 mV/div	180 mV					177.3 ... 182.7
<b>Termination 50 Ω, BW 20 MHz</b>						
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
<b>Termination 50 Ω, BW Full</b>						
20 mV/div	180 mV					177.3 ... 182.7