

УТВЕРЖДАЮ

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



А.С. Евдокимов

2014 г.

**Осциллографы-анализаторы спектра
MDO3012, MDO3014, MDO3022, MDO3024, MDO3032,
MDO3034, MDO3052, MDO3054, MDO3102, MDO3104**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП РТ 2108-2014**

**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 MDO3012, MDO3014, MDO3022, MDO3024, MDO3032, MDO3034, MDO3052, MDO3054, MDO3102, MDO3104 (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
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	7.4.3	да	да

1	2	3	4	5
5	определение метрологических характеристик в режиме генератора сигналов произвольной формы	7.5	да	да
5.1	определение погрешности установки частоты сигнала	7.5.1	да	да
5.2	определение погрешности воспроизведения амплитуды сигнала	7.5.2	да	да
5.3	определение погрешности установки напряжения смещения	7.5.3	да	да
6	определение метрологических характеристик в режиме вольтметра-частотомера	7.6	да	да
6.1	определение погрешности измерения постоянного напряжения	7.6.1	да	да
6.2	определение погрешности измерения переменного напряжения	7.6.2	да	да
6.3	определение погрешности измерения частоты	7.6.3	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
ЭТАЛОННЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ				
1.1	калибратор осциллографов	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 3,5 mV до 100 V не более $\pm (2,5 \cdot 10^{-3} U + 30 \mu V)$; относительная погрешность установки амплитуды переменного напряжения от 6 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 $\pm 1 \cdot 10^{-6}$	калибратор осциллографов <u>Fluke 9500 с формирователем 9510</u> относительная погрешность установки постоянного напряжения U от 3,5 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	измеритель сопротивления	7.3.1	относительная погрешность измерения сопротивлений 50 Ω , 75 Ω , 1 M Ω не более 0.1 %	<u>мультиметр цифровой Keithley 2000</u> относительная погрешность измерения сопротивлений 50 Ω , 75 Ω , 1 M Ω не более 0.02 %

1	2	3	4	5
1.3	генератор сигналов ВЧ	7.4.2	уровень фазовых шумов на частоте 1 GHz при отстройке 10 kHz не более – 110 dBc/Hz	<u>генератор сигналов Agilent E8257D-520</u> уровень фазовых шумов на частоте 1 GHz при отстройке 10 kHz не более – 130 dBc/Hz
1.4	частотомер универсальный	7.5.1	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
1.5	стандарт частоты	7.3	относительная погрешность частоты 10 MHz не более $\pm 1 \cdot 10^{-8}$; уровень сигнала от 0 до + 10 dBm	<u>стандарт частоты рубидиевый Stanford Research Systems FS725</u> относительный дрейф частоты 10 MHz за один год при температуре $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$ не более $\pm 1 \cdot 10^{-10}$; уровень сигнала + 7 dBm
1.6	вольтметр переменного напряжения	7.5.2	относительная погрешность измерения переменного напряжения от 7 mV до 2 V (rms) на частоте 1 kHz не более $\pm 0.5 \%$	<u>мультиметр цифровой Keithley 2000</u> относительная погрешность измерения переменного напряжения от 7 mV до 2 V (rms) на частоте 1 kHz не более $\pm 0.5 \%$
1.7	вольтметр постоянного напряжения	7.5.3	относительная погрешность измерения постоянного напряжения 20 mV и 1 V не более $\pm 0.2 \%$	<u>мультиметр цифровой Keithley 2000</u> относительная погрешность измерения постоянного напряжения 20 mV и 1 V не более $\pm 0.0225 \%$
ПРИНАДЛЕЖНОСТИ				
2.1	адаптер	7.3.7	BNC-0.1"	-
2.2	нагрузка	7.4.1	тип N, 50 Ω	-
2.3	кабели и адаптеры	7.4	BNC, N, SMA, banana	-

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 – 1.7 таблицы 2 поверены и иметь документы о поверке.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

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

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

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

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

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

5 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха 23 ± 5 °С, относительная влажность воздуха 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;
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положений;
- комплектность прибора.

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

6.2 Подготовка к поверке

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

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

6.2.3 Включить питание прибора и оборудования (средств поверки).

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 **About**

7.2.1.2 Записать в столбец 2 таблицы 7.2 номер версии программного обеспечения.

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 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 в диалоговом окне отобразятся результаты 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 примерно 10 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 кабелем BNC(m,m) разъем “AUX OUT” на задней панели прибора с разъемом канала CH1, и нажать клавишу канала **CH1**.

7.2.4.3 Установить входное сопротивление канала **Termination 1 M Ω** , коэффициент отклонения **Vertical Scale 1 V/div**, коэффициент развертки **Horizontal Scale 4 μ s/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**.

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

Нажать клавишу **Menu Off**.

7.2.4.5 Проверить отсчеты низкого уровня **Low** и высокого уровня **High**.

Записать качественный результат проверки в таблицу 7.2.

7.2.4.6 Нажать клавишу канала **CH1** и установить входное сопротивление **Termination 50 Ω** .

7.2.4.7 Выполнить действия по пункту 7.2.4.5 для входного сопротивления 50 Ω .

Таблица 7.2. Опробование и функциональное тестирование

содержание проверки	результат проверки	критерий проверки
1	2	3
проверка идентификации программного обеспечения		номер версии не ниже v1.08
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 M Ω : Low ≤ 0.7 V; High ≥ 2.5 V
		Termination 50 Ω : Low ≤ 0.25 V; High ≥ 1.0 V

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 Установить на мультиметре Keithley 2000 режим измерения сопротивления по двухпроводной схеме и предел измерения 100 Ω .

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 Ω** .

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 коэффициента отклонения **Vertical Scale** 10 mV/div.

7.3.1.8 Выполнить действия по пунктам 7.3.1.4 – 7.3.1.7 для канала CH2 двухканальных моделей, каналов CH2, CH3, CH4 четырехканальных моделей.

7.3.1.9 Для моделей MDO3012, MDO3014, MDO3022, MDO3024, MDO3032, MDO3034, MDO3052, MDO3054 выполнить действия по пунктам 7.3.1.4 – 7.3.1.8, устанавливая на каналах прибора входное сопротивление **Termination 75 Ω** .

7.3.1.10 Выполнить действия по пунктам 7.3.1.4 – 7.3.1.8, выбрав на мультиметре Keithley 2000 предел измерения 10 M Ω , и устанавливая на каналах прибора входное сопротивление **Termination 1 M Ω** .

7.3.1.11 Отсоединить кабель от прибора.

Таблица 7.3.1. Входное сопротивление

Ko (Vertical Scale)	нижний предел допускаемых значений	измеренное значение входного сопротивления	верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
Termination 50 Ω			
10 mV/div	49.5 Ω		50.5 Ω
100 mV/div			
Termination 75 Ω (кроме моделей MDO3102, MDO3104)			
10 mV/div	75.25 Ω		75.75 Ω
100 mV/div			
Termination 1 MΩ			
10 mV/div	0.99 MΩ		1.01 MΩ
100 mV/div			
1 V/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 нижнюю функциональную клавишу **Mode**, выбрать функцию **Average**, и с помощью ручки **Multipurpose a** установить количество усреднений **32**.

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

7.3.2.7 Нажать клавишу **Measure**, затем функциональную клавишу **Add Measurement**. При помощи ручки **Multipurpose b** выбрать **Mean**, нажать боковую функциональную клавишу **OK Add Measurement**.

7.3.2.8 Нажать клавишу канала **CH1**, затем функциональную клавишу **Bandwidth**, и выбрать опцию **20 MHz**. Нажать клавишу **Menu Off**.

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 В меню **Bandwidth** и выбрать опцию **Full**. Нажать клавишу **Menu Off**. Установить на канале коэффициент отклонения **Vertical Scale** 100 mV/div. Записать значение **Mean** на приборе в столбец 3 таблицы 7.3.2.

7.3.2.12 Для моделей MDO3012, MDO3014, MDO3022, MDO3024, MDO3032, MDO3034, MDO3052, MDO3054 выполнить действия по пунктам 7.3.2.3 – 7.3.2.11 для входного сопротивления канала **Termination 75 Ω** .

7.3.2.13 Выполнить действия по пунктам 7.3.2.3 – 7.3.2.11 для входного сопротивления канала **Termination 1 M Ω** .

Отключить канал CH1 прибора.

Таблица 7.3.2. Остаточное смещение

Ko (Vertical Scale)	нижний предел допускаемых значений	измеренное значение остаточного смещения	верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
Termination 50 Ω, BW 20 MHz			
1 mV/div	– 0.5 mV		+ 0.5 mV
2 mV/div	– 0.5 mV		+ 0.5 mV
10 mV/div	– 2.0 mV		+ 2.0 mV
100 mV/div	– 20 mV		+ 20 mV
1 V/div	– 200 mV		+ 200 mV
Termination 50 Ω, BW Full			
100 mV/div	– 20 mV		+ 20 mV

1	2	3	4
Termination 75 Ω, BW 20 MHz (кроме моделей MDO3102, MDO3104)			
1 mV/div	– 0.5 mV		+ 0.5 mV
2 mV/div	– 0.5 mV		+ 0.5 mV
10 mV/div	– 2.0 mV		+ 2.0 mV
100 mV/div	– 20 mV		+ 20 mV
1 V/div	– 200 mV		+ 200 mV
Termination 75Ω, BW Full (кроме моделей MDO3102, MDO3104)			
100 mV/div	– 20 mV		+ 20 mV
Termination 1 MΩ, BW 20 MHz			
1 mV/div	– 0.3 mV		+ 0.3 mV
2 mV/div	– 0.2 mV		+ 0.2 mV
10 mV/div	– 2.0 mV		+ 2.0 mV
100 mV/div	– 20 mV		+ 20 mV
1 V/div	– 200 mV		+ 200 mV
Termination 1 MΩ, BW Full			
100 mV/div	– 20 mV		+ 20 mV

7.3.2.14 Выполнить действия по пунктам 7.3.2.3 – 7.3.2.13 для канала CH2 двухканальных моделей, каналов CH2, CH3, CH4 четырехканальных моделей.

7.3.2.15 Отсоединить от прибора нагрузку BNC 50 Ω .

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 Fluke 9500 сопротивление **1 M Ω** .

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

7.3.3.4 Нажать клавишу канала **CH1**, и установить входное сопротивление канала **Termination 1 M Ω** .

7.3.3.5 Соединить выходной разъем формирователя 9510 калибратора с разъемом канала CH1 прибора.

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

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

7.3.3.8 Нажать клавишу **Measure**, затем нижнюю функциональную клавишу **Add Measurement**. Используя многофункциональную ручку **Multipurpose b**, выбрать **Mean** и нажать боковую клавишу **OK Add Measurement**.

7.3.3.9 Нажать клавишу канала **CH1**, затем функциональную клавишу **Bandwidth**, и выбрать опцию **20 MHz**. Нажать клавишу **Menu Off**.

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. Отключить канал CH1 прибора.

7.3.3.15 Выполнить действия по пунктам 7.3.3.5 – 7.3.3.14 для канала CH2 двухканальных моделей, каналов CH2, CH3, CH4 четырехканальных моделей.

Таблица 7.3.3. Погрешность коэффициента отклонения

Ko (Vertical Scale)	установленное напряжение на калибраторе	измеренное значение (Mean)	разностное значение $U = [(U+) - (U-)]$	пределы допускаемых значений
1	2	3	4	5
1 mV/div	+ 3.5 mV	$U+ =$		6.825 ... 7.175 mV
	– 3.5 mV	$U- =$		
2 mV/div	+ 7 mV	$U+ =$		13.72 ... 14.28 mV
	– 7 mV	$U- =$		
5 mV/div	+ 17.5 mV	$U+ =$		34.47 ... 35.53 mV
	– 17.5 mV	$U- =$		
10 mV/div	+ 35 mV	$U+ =$		68.95 ... 71.05 mV
	– 35 mV	$U- =$		
20 mV/div	+ 70 mV	$U+ =$		137.9 ... 142.1 mV
	– 70 mV	$U- =$		
49.8 mV/div	+ 175 mV	$U+ =$		339.5 ... 360.5 mV
	– 175 mV	$U- =$		
50 mV/div	+ 175 mV	$U+ =$		344.7 ... 355.3 mV
	– 175 mV	$U- =$		
100 mV/div	+ 350 mV	$U+ =$		689.5 ... 710.5 mV
	– 350 mV	$U- =$		
200 mV/div	+ 700 mV	$U+ =$		1379 ... 1421 mV
	– 700 mV	$U- =$		
500 mV/div	+ 1.75 V	$U+ =$		3.447 ... 3.553 V
	– 1.75 V	$U- =$		
1 V/div	+ 3.5 V	$U+ =$		6.895 ... 7.105 V
	– 3.5 V	$U- =$		

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 Fluke 9500 режим постоянного напряжения, выход на нагрузку **1 MΩ**.

7.3.4.3 Нажать на приборе клавишу канала **CH1**, и установить входное сопротивление канала **Termination 1 MΩ**.

7.3.4.4 Соединить выходной разъем формирователя 9510 калибратора с разъемом канала CH1 прибора.

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

7.3.4.8 Нажать клавишу **Measure**, затем 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 Menu**, затем нижнюю функциональную клавишу **Source**, и при помощи ручки **Multipurpose a** выбрать **AC Line**.
Нажать клавишу **Menu Off**.

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.

Таблица 7.3.4. Погрешность напряжения смещения

Ko (Vertical Scale)	напряжение смещения	нижний предел допускаемых значений	измеренное значение напряжения смещения	верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5
1 mV/div	+ 700 mV	+ 696.2 mV		+ 703.8 mV
	– 700 mV	– 703.8 mV		– 696.2 mV
2 mV/div	+ 700 mV	+ 696.1 mV		+ 703.9 mV
	– 700 mV	– 703.9 mV		– 696.1 mV
10 mV/div	+ 1 V	+ 993 mV		+ 1.007 V
	– 1 V	– 1.007 V		– 993 mV
100 mV/div	+ 10 V	+ 9.930 V		+ 10.07 V
	– 10 V	– 10.07 V		– 9.930 V
1 V/div	+ 100 V	+ 99.30 V		+ 100.7 V
	– 100 V	– 100.7 V		– 99.30 V
1.01 V/div	+ 100 V	+ 99.30 V		+ 100.7 V
	– 100 V	– 100.7 V		– 99.30 V

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. Отключить канал CH1 прибора.

7.3.4.14 Выполнить действия по пунктам 7.3.4.4 – 7.3.4.13 для канала CH2 двухканальных моделей, каналов CH2, CH3, CH4 четырехканальных моделей.

7.3.5 Проверка полосы пропускания

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

7.3.5.2 Установить на калибраторе Fluke 9500 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 Menu**, 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 выбрать опцию **Sample**.

7.3.5.6 Установить на приборе коэффициент развертки **Horizontal Scale 40 μ s/div**.

7.3.5.7 Нажать клавишу **Measure**, затем нижнюю функциональную клавишу **Add Measurement**. Используя многофункциональную ручку **Multipurpose b**, выбрать **Peak-to-Peak**, и нажать боковую клавишу **OK Add Measurement**.

Нажать клавишу **Menu Off**.

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 на частоте 50 kHz был равен значению, указанному в столбце 2 таблицы 7.3.5.

7.3.5.10 Не изменяя уровень, установить на калибраторе частоту, значение которой для моделей прибора 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.

Отключить канал CH1 прибора.

7.3.5.13 Выполнить действия по пунктам 7.3.5.3 – 7.3.5.12 для канала CH2 двухканальных моделей, каналов CH2, CH3, CH4 четырехканальных моделей.

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	6 mV		4.24 mV
2 mV/div	12 mV		8.49 mV
5 mV/div	30 mV		21.21 mV
10 mV/div	60 mV		42.43 mV
50 mV/div	300 mV		212.1 mV
100 mV/div	600 mV		424.3 mV
500 mV/div	3 V		2.121 V

Таблица 7.3.5а. Верхняя частота полосы пропускания

модель	Ko (Vertical Scale)	верхняя частота F _{MAX}
MDO3012, MDO3014	≥1 mV/div	100 MHz
MDO3022, MDO3024	1 mV/div	150 MHz
	≥2 mV/div	200 MHz
MDO3032, MDO3034	1 mV/div	150 MHz
	2 mV/div	350 MHz
	≥5 mV/div	350 MHz
MDO3052, MDO3054	1 mV/div	150 MHz
	2 mV/div	350 MHz
	≥5 mV/div	500 MHz
MDO3102, MDO3104	1 mV/div	150 MHz
	2 mV/div	350 MHz
	5 mV/div	500 MHz
	≥10 mV/div	1 GHz

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 Fluke 9500 с разъемом канала CH1 прибора.

7.3.6.3 Установить на калибраторе **Time Marker** с амплитудой **1 Vp-p**, период **80 ms**.

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

Нажать клавишу **Menu Off**.

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 Нажатием клавиши **Trigger Level** установить уровень триггера **50 %**.

7.3.6.8 Нажать клавишу **Acquire**, выбрать функцию **Delay On**.

Вращением ручки **Horizontal POSITION** против часовой стрелки установить время задержки по индикатору “T→” равным **80 ms**.

7.3.6.9 Установить коэффициент развертки **Horizontal SCALE** 200 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 $\pm 1 \cdot 10^{-5}$, что при установленном времени задержки 80 ms соответствует ± 800 ns, или ± 4 деления для коэффициента развертки 200 ns/div.

Таблица 7.3.6. Погрешность измерения временных интервалов

установленное время задержки	измеренное значение положения фронта	пределы допускаемых значений
1	2	3
80 ms		± 800 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 Установить на калибраторе режим постоянного напряжения, выход на нагрузку **1 MΩ**.

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

7.3.7.5 Установить на приборе коэффициент развертки **Horizontal SCALE** 4 μs/div.

7.3.7.6 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.

7.3.7.7 Нажать нижнюю функциональную клавишу **Threshold**.

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

7.3.7.8 Используя ручку **Multipurpose b**, установить значение порога срабатывания 0 V.

7.3.7.9 Нажать клавишу **Trigger Menu**, в меню **Source** при помощи ручки **Multipurpose** выбрать номер цифрового канала D0.

7.3.7.10 Установить на калибраторе напряжение, значение которого на 500 mV ниже установленного порога срабатывания.

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

7.3.7.11 Увеличивать напряжение на калибраторе ступенями 10 mV.

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

7.3.7.12 Установить на приборе функциональную клавишу **Slope** в положение **Falling**.

7.3.7.13 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 7.3.7.

7.3.7.14 Выполнить действия по пунктам 7.3.7.2, 7.3.7.7 – 7.3.7.13 для порога срабатывания 4 V.

7.3.7.15 Выполнить действия по пунктам 7.3.7.2, 7.3.7.7 – 7.3.7.13 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
	$U \uparrow$	$U \downarrow$	
1	2	3	4
0 V			± 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 **RF** для перехода в режим анализатора спектра.

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

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, 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 опорный уровень 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. Значение верхней частоты F_{MAX} указано в таблице 7.4.1a.

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		– 109
50 kHz	5 MHz		– 126
5 MHz	F_{MAX}		– 138
следующие значения для опции MDO3SA			
F_{MAX}	2 GHz		– 138
2 GHz	3 GHz		– 128

Таблица 7.4.1a. Верхняя частота моделей прибора

модель	верхняя частота F_{MAX}
MDO3012, MDO3014	100 MHz
MDO3022, MDO3024	200 MHz
MDO3032, MDO3034	350 MHz
MDO3052, MDO3054	500 MHz
MDO3102, MDO3104	1 GHz

7.4.1.12 Для прибора, неукомплектованного предварительным усилителем TPA-N-PRE, перейти к пункту 7.4.1.17.

Для прибора с предварительным усилителем 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 согласованную нагрузку N(m) 50 Ω .

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

7.4.1.16 Выполнить действия по пунктам 7.4.1.8 – 7.4.1.11, записывая измеренные значения уровня собственных шумов (отсчеты маркера) в столбец 3 таблицы 7.4.1b.

Таблица 7.4.1b. 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		– 117
50 kHz	5 MHz		– 136
5 MHz	F_{MAX}		– 148
следующие значения для опции MDO3SA			
F_{MAX}	1 GHz		– 148
1 GHz	2 GHz		– 148
2 GHz	3 GHz		– 138

7.4.1.17 Отсоединить от прибора согласованную нагрузку.

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 **RF** для перехода в режим анализатора спектра.

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

В боковом окне выбрать **Normal Off; Average On**, и установить с помощью многофункциональной ручки **Multipurpose a** количество усреднений **32**.

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

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

7.4.2.7 Нажать клавишу **Ampl**, и с помощью многофункциональной ручки **Multipurpose a** установить опорный уровень Ref Level + 5.0 dBm.

7.4.2.8 Нажать клавишу **Freq/Span**, и установить клавишами наборного поля центральную частоту **Center Frequency** 1 GHz, полосу обзора **Span** 50 kHz.

7.4.2.9 Поместить пик сигнала точно на центр, для чего нажать клавишу **Markers**, в боковом окне выбрать **Manual Markers On, 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 **Readout Delta**.

Нажать клавишу **Menu Off**.

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

- с помощью многофункциональной ручки **Multipurpose a** установить **Marker a** на пик сигнала;

- с помощью многофункциональной ручки **Multipurpose b** 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		– 81
500 kHz	1 kHz	+ 100 kHz		– 97
5 MHz	50 kHz	+ 1 MHz		– 118

7.4.3 Определение погрешности измерения уровня мощности

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 **RF** для перехода в режим анализатора спектра.

7.4.3.5 Нажать клавишу **Ampl**.

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

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

7.4.3.7 Нажать клавишу **Markers**.

Записать отсчет маркера прибора в столбец 4 таблицы 7.4.3.

7.4.3.8 Устанавливать на калибраторе значения частоты и уровня, как указано в столбцах 1 и 2 таблицы 7.4.3.

Устанавливать на приборе соответствующие значения центральной частоты **Center Frequency**.

Записывать отсчеты маркера прибора в столбец 4 таблицы 7.4.3.

7.4.3.9. Отсоединить оборудование от входа прибора.

Таблица 7.4.3. Погрешность измерения уровня мощности

частота	уровень сигнала		нижний предел допускаемых значений, dB	измеренное значение уровня (отсчет маркера)	верхний предел допускаемых значений, dB
	dBm	V p-p			
1	2		3	4	5
55 kHz	0	632.3 mV	- 1.2		+ 1.2
55 kHz	- 10	200.0 mV	- 11.2		- 8.8
55 kHz	- 20	63.23 mV	- 21.2		- 8.8
200 kHz	0	632.3 mV	- 1.2		+ 1.2
200 kHz	- 10	200.0 mV	- 11.2		- 8.8
200 kHz	- 20	63.23 mV	- 21.2		- 8.8
500 kHz	0	632.3 mV	- 1.2		+ 1.2
500 kHz	- 10	200.0 mV	- 11.2		- 8.8
500 kHz	- 20	63.23 mV	- 21.2		- 8.8
2 MHz	0	632.3 mV	- 1.2		+ 1.2
2 MHz	- 10	200.0 mV	- 11.2		- 8.8
2 MHz	- 20	63.23 mV	- 21.2		- 8.8
5 MHz	0	632.3 mV	- 1.2		+ 1.2
5 MHz	- 10	200.0 mV	- 11.2		- 8.8
5 MHz	- 20	63.23 mV	- 21.2		- 8.8
10 MHz	0	632.3 mV	- 1.2		+ 1.2
10 MHz	- 10	200.0 mV	- 11.2		- 8.8
10 MHz	- 20	63.23 mV	- 21.2		- 8.8

1	2		3	4	5
11 MHz	0	632.3 mV		- 1.2	+ 1.2
11 MHz	- 10	200.0 mV		- 11.2	- 8.8
11 MHz	- 20	63.23 mV		- 21.2	- 8.8
30 MHz	0	632.3 mV		- 1.2	+ 1.2
30 MHz	- 10	200.0 mV		- 11.2	- 8.8
30 MHz	- 20	63.23 mV		- 21.2	- 8.8
100 MHz	0	632.3 mV		- 1.2	+ 1.2
100 MHz	- 10	200.0 mV		- 11.2	- 8.8
100 MHz	- 20	63.23 mV		- 21.2	- 8.8
следующие значения для MDO302x, MDO303x, MDO305x, MDO310x; MDO301x с опцией MDO3SA					
200 MHz	0	632.3 mV		- 1.2	+ 1.2
200 MHz	- 10	200.0 mV		- 11.2	- 8.8
200 MHz	- 20	63.23 mV		- 21.2	- 8.8
следующие значения для MDO303x, MDO305x, MDO310x; MDO301x, MDO302x с опцией MDO3SA					
350 MHz	0	632.3 mV		- 1.2	+ 1.2
350 MHz	- 10	200.0 mV		- 11.2	- 8.8
350 MHz	- 20	63.23 mV		- 21.2	- 8.8
следующие значения для MDO305x, MDO310x; MDO301x, MDO302x, MDO303x с опцией MDO3SA					
500 MHz	0	632.3 mV		- 1.2	+ 1.2
500 MHz	- 10	200.0 mV		- 11.2	- 8.8
500 MHz	- 20	63.23 mV		- 21.2	- 8.8
следующие значения для MDO310x; MDO301x, MDO302x, MDO303x, MDO305x с опцией MDO3SA					
1 GHz	0	632.3 mV		- 1.2	+ 1.2
1 GHz	- 10	200.0 mV		- 11.2	- 8.8
1 GHz	- 20	63.23 mV		- 21.2	- 8.8
следующие значения для опции MDO3SA					
1.5 GHz	0	632.3 mV		- 1.2	+ 1.2
1.5 GHz	- 10	200.0 mV		- 11.2	- 8.8
1.5 GHz	- 20	63.23 mV		- 21.2	- 8.8
2 GHz	0	632.3 mV		- 1.2	+ 1.2
2 GHz	- 10	200.0 mV		- 11.2	- 8.8
2 GHz	- 20	63.23 mV		- 21.2	- 8.8
2.5 GHz	0	632.3 mV		- 1.2	+ 1.2
2.5 GHz	- 10	200.0 mV		- 11.2	- 8.8
2.5 GHz	- 20	63.23 mV		- 21.2	- 8.8
2.9 GHz	0	632.3 mV		- 1.2	+ 1.2
2.9 GHz	- 10	200.0 mV		- 11.2	- 8.8
2.9 GHz	- 20	63.23 mV		- 21.2	- 8.8

7.4.4.8 Отсоединить оборудование от входа прибора.

7.5 Определение метрологических характеристик в режиме генератора сигналов произвольной формы

7.5.1 Определение погрешности установки частоты сигнала

7.5.1.1 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 частотомера.

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

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

7.5.1.4 Установить нижними функциональными клавишами на приборе

Waveform: Sine

Waveform Settings:

Frequency 10 kHz

Amplitude 2.5 Vpp

7.5.1.5 Установить частотомер в режим измерения частоты с автоматическим выбором.

7.5.1.6 Записать отсчет частотомера в столбец 3 таблицы 7.5.

7.5.1.7 Установить частоту генератора 50 MHz.

Записать отсчет частотомера в столбец 3 таблицы 7.5.1.

Таблица 7.5.1. 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

7.5.1.8 Отсоединить кабели от прибора.

7.5.2 Определение погрешности воспроизведения амплитуды сигнала

7.5.2.1 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 экранный проводник – с гнездом “LO”.

7.5.2.2 Установить мультиметр в режим ACV с автоматическим выбором предела.

7.5.2.3 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)

7.5.2.4 Устанавливать на приборе значения амплитуды сигнала (Amplitude), как указано в столбце 1 таблицы 7.5.2.

Записывать отсчеты мультиметра в столбец 3 таблицы 7.5.2.

Таблица 7.5.2. 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

7.5.3 Определение погрешности установки напряжения смещения

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

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

7.5.3.2 Установить нижними функциональными клавишами на приборе

Waveform: DC

Waveform Settings: Offset (как указано в таблице 7.5.3)

7.5.3.3 Устанавливать на приборе значения напряжения смещения **Offset**, как указано в столбце 1 таблицы 7.5.3.

Записывать отсчеты мультиметра в столбец 3 таблицы 7.5.3.

7.5.3.4 Отсоединить кабель и адаптер от оборудования.

Таблица 7.5.3. 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

7.6 Определение метрологических характеристик в режиме вольтметра-частотомера

7.6.1 Определение погрешности измерения постоянного напряжения

7.6.1.1 Установить на калибраторе Fluke 9500 сопротивление **1 MΩ**.

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

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

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

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

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

7.6.1.7 Установить на канале коэффициент отклонения, как указано в столбце 1 таблицы 7.6.1.

7.6.1.8 Нажимая (несколько раз) нижнюю функциональную клавишу **More**, установить напряжение смещения **Vertical Offset**, как указано в столбце 2 таблицы 7.6.1.

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**.

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

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

7.6.1.11 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**.

7.6.1.12 Устанавливать на приборе значения коэффициента отклонения **Vertical Scale** и напряжения смещения **Vertical Offset** (как описано в пункте 7.6.1.8), указанные в столбцах 1 и 2 таблицы 7.6.1.

Вводить на калибраторе значения постоянного напряжения, указанные в столбце 3 таблицы 7.6.1.

Записывать измеренные прибором значения в столбец 5 таблицы 7.6.1.

Отключить канал CH1 прибора.

7.6.1.13 Выполнить действия по пунктам 7.6.1.3, 7.6.1.4, 7.6.1.6 – 7.6.1.8, 7.6.11, 7.6.12 для канала CH2 двухканальных моделей, каналов CH2, CH3, CH4 четырехканальных моделей.

Таблица 7.6.1. Погрешность измерения постоянного напряжения

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	+ 0.42 mV		+ 4.42 mV
200 mV/div	+ 0.5 V	+ 0.5 V	+ 482.5 mV		+ 517.5 mV
	– 0.5 V	– 0.5 V	– 517.5 mV		– 482.5 mV
500 mV/div	+ 0.5 V	+ 1 V	+ 965.5 mV		+ 1.035 V
	– 0.5 V	– 1 V	– 1.035 V		– 965.5 mV
500 mV/div	+ 2 V	+ 2 V	+ 1.948 V		+ 2.052 V
	– 2 V	– 2 V	– 2.052 V		– 1.948 V
1 V/div	+ 5 V	+ 5 V	+ 4.883 V		+ 5.117 V
	– 5 V	– 5 V	– 5.117 V		– 4.883 V

7.6.2 Определение погрешности измерения переменного напряжения

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

7.6.2.2 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**.

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

7.6.2.4 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**.

7.6.2.5 Устанавливать на приборе значения коэффициента отклонения **Vertical Scale**, указанные в столбце 1 таблицы 7.6.2.

Вводить на калибраторе значения напряжения, указанные в столбце 2 таблицы 7.6.2.

Записывать измеренные прибором значения в столбец 4 таблицы 7.6.2.

Отключить канал CH1 прибора.

7.6.1.13 Выполнить действия по пунктам 7.6.2.1 – 7.6.2.5 для канала CH2 двухканальных моделей, каналов CH2, CH3, CH4 четырехканальных моделей.

Таблица 7.6.2. 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

7.6.3 Определение погрешности измерения частоты

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

7.6.3.2 Установить на калибраторе амплитуду синусоидального сигнала 1 V_{p-p}.

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

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

7.6.3.5 Ввести на приборе функцию **Autoset**.

7.6.3.6 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**.

7.6.3.6 Вводить на калибраторе значения частоты, указанные в столбце 1 таблицы 7.6.3.

Записывать отсчеты **Frequency Avg.**, которые индицируются в правом верхнем углу дисплея, в столбец 3 таблицы 7.6.3.

Таблица 7.6.3. Погрешность измерения частоты

установленное значение частоты	нижний предел допускаемых значений	измеренное прибором значение Avg	верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4
99 Hz	98.999		99.001
99 kHz	98.999		99.001
99 MHz	98.999		99.001

Выключить оборудование.

ПОВЕРКА ПРИБОРА ЗАВЕРШЕНА!

СПАСИБО ЗА ВАШУ ВНИМАТЕЛЬНОСТЬ И ТЕРПЕНИЕ!

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 4 mV до 148 V частотой от 10 Hz до 49.999 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 режим синусоидального сигнала, частоту 1 kHz, сопротивление 1 M Ω .

7.3.3.3 Нажать клавишу канала **CH1**, и установить входное сопротивление канала **Termination 1 M Ω** .

7.3.3.4 Нажать клавишу **Trigger**; в меню **Source** при помощи ручки **Multipurpose a** 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 $\mu\text{s}/\text{div}$.

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

7.3.3.8 Нажать клавишу **Acquire**, затем нижнюю функциональную клавишу **Mode**, выбрать функцию **Average**, и с помощью ручки **Multipurpose a** установить количество усреднений **128**.

7.3.3.9 Нажать клавишу **Measure**.

Нажать нижнюю функциональную клавишу **Add Measurement**.

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

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

7.3.3.11 Установить на опции 600 калибратора Fluke 9100 значение амплитуды напряжения, указанное в столбце 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 $\geq 10 \text{ mV}/\text{div}$ уменьшить количество усреднений до 16.

Отключить канал CH1 прибора.

7.3.3.13 Выполнить действия по пунктам 7.3.3.3 – 7.3.3.12 для канала CH2 двухканальных моделей, каналов CH2, CH3, CH4 четырехканальных моделей.

Таблица 7.3.3. Погрешность коэффициента отклонения

Ko (Vertical Scale)	амплитуда напряжения калибратора p-p	измеренное значение амплитуды (Peak-to-Peak)	пределы допускаемых значений
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1 mV/div	7 mV		6.825 ... 7.175 mV
2 mV/div	14 mV		13.72 ... 14.28 mV
5 mV/div	35 mV		34.47 ... 35.53 mV
10 mV/div	70 mV		68.95 ... 71.05 mV
20 mV/div	140 mV		137.9 ... 142.1 mV
49.8 mV/div	350 mV		339.5 ... 360.5 mV
50 mV/div	350 mV		344.7 ... 355.3 mV
100 mV/div	700 mV		689.5 ... 710.5 mV
200 mV/div	1.4 V		1.379 ... 1.421 V
500 mV/div	3.5 V		3.447 ... 3.553 V
1 V/div	7 V		6.895 ... 7.105 V