

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Назначение средства измерений

Осциллографы-анализаторы спектра MDO3012, MDO3014, MDO3022, MDO3024, MDO3032, MDO3034, MDO3052, MDO3054, MDO3102, MDO3104 предназначены для измерения и анализа амплитудных, временных и спектральных параметров сигналов, а также воспроизведения сигналов произвольной формы.

Описание средства измерений

Принцип действия в режиме осциллографа основан на высокоскоростном аналого-цифровом преобразовании напряжения входного электрического сигнала в цифровой код в реальном времени. Преобразованный в цифровой код сигнал может отображаться на дисплее в виде осциллограмм с измерением амплитудных и временных параметров при задании различных режимов синхронизации.

В режиме анализатора спектра используется преобразование входного высокочастотного сигнала на промежуточной частоте в сигнал низкой частоты и выделения его огибающей. Для развертки спектра используется высокостабильный генератор качающейся частоты синтезаторного типа. Мгновенные значения сигнала низкой частоты преобразуются аналого-цифровым преобразователем в цифровой код и отображаются на дисплее в виде спектрограммы, параметры которой задаются пользователем. В качестве опции анализатор спектра может быть укомплектован предварительным усилителем TPA-N-PRE.

В режиме вольтметра-частотомера доступно измерение постоянного напряжения, а также частоты и среднеквадратических значений переменного напряжения.

В качестве опций по заказу могут быть установлены генератор сигналов произвольной формы, 16-ти канальный логический анализатор, а также программная функция защиты от непреднамеренного доступа.

Общий вид осциллографов-анализаторов спектра MDO3012, MDO3014, MDO3022, MDO3024, MDO3032, MDO3034, MDO3052, MDO3054 с указанием места пломбирования показан на фотографиях 1 и 2. Пломбирование выполняется путем нанесения специальной краски под винт на задней панели. Знак поверки в виде наклейки размещается в свободной части задней панели.



фотография 1 – вид спереди



фотография 2 – вид сзади

По условиям эксплуатации осциллографы-анализаторы спектра MDO3012, MDO3014, MDO3022, MDO3024, MDO3032, MDO3034, MDO3052, MDO3054, MDO3102, MDO3104 соответствуют группе 3 ГОСТ 22261-94.

Программное обеспечение

Программное обеспечение, установленное на внутренний микропроцессор, выполняет функции управления режимами работы, математические функции обработки, представления, записи и хранения измерительной информации. Общие сведения о программном обеспечении приведены в таблице ниже.

уровень защиты (класс риска)	«низкий» по P50.2.077-2014 (класс риска "А" по WELMEC 7.2 для категории U)
идентификационное наименование	MDO3000 Firmware
идентификационный номер версии	v1.08 и выше

Метрологические и технические характеристики

РЕЖИМ ОСЦИЛЛОГРАФА	
количество каналов	
MDO3012, MDO3022, MDO3032, MDO3052, MDO3102	2
MDO3014, MDO3024, MDO3034, MDO3054, MDO3104	4
входное сопротивление (по выбору)	1 МОм ± 1 %; 50 Ом ± 1 %; 75 Ом ± 1 % ¹
разрядность АЦП	8 бит
максимальная скорость выборки	2,5·10 ⁹
максимальная длина записи в память (отсчетов)	10·10 ⁶
тип связи по входу	DC, AC
коэффициент отклонения K _о , в последовательности 1-2-5, или произвольно по выбору	
входное сопротивление 1 МОм	от 1 мВ/дел до 10 В/дел
входное сопротивление 50 Ом / 75 Ом	от 1 мВ/дел до 1 В/дел

примечание 1. сопротивление 75 Ом недоступно в моделях MDO3102, MDO3104

остаточное смещение вертикальной шкалы U_0 , не более	
входное сопротивление 1 МОм, связь DC $K_0 = 1$ мВ/дел $K_0 \geq 2$ мВ/дел	$\pm (0,3 \text{ дел} \cdot K_0)$ $\pm (0,2 \text{ дел} \cdot K_0)$
входное сопротивление 50 Ом / 75 Ом, связь DC $K_0 = 1$ мВ/дел $K_0 = 2$ мВ/дел $K_0 \geq 5$ мВ/дел	$\pm (0,5 \text{ дел} \cdot K_0)$ $\pm (0,25 \text{ дел} \cdot K_0)$ $\pm (0,2 \text{ дел} \cdot K_0)$
пределы допускаемой погрешности коэффициента отклонения δk при температуре не более 30 °С	
$K_0 = 1$ мВ/дел $K_0 = 2$ мВ/дел $K_0 \geq 5$ мВ/дел	$\pm 2,5 \%$ $\pm 2 \%$ $\pm 1,5 \%$
произвольная установка по выбору	$\pm 3 \%$
диапазон установки положения по вертикали U_B	$\pm 5 \text{ дел} \cdot K_0$
диапазон установки напряжения смещения $U_{см}$	
входное сопротивление 1 МОм K_0 от 1 до 99,5 мВ/дел K_0 от 100 до 995 мВ/дел K_0 от 1 до 10 В/дел	$\pm 1 \text{ В}$ $\pm 10 \text{ В}$ $\pm 100 \text{ В}$
входное сопротивление 50 Ом / 75 Ом	$\pm 5 \text{ В}$
пределы допускаемой погрешности установки напряжения смещения	$\pm [5 \cdot 10^{-3} \cdot (U_{см} - U_B) + U_0]$
верхняя частота полосы пропускания при температуре не более 30 °С, входное сопротивление 50 Ом	
MDO3012, MDO3014	100 МГц
MDO3022, MDO3024 $K_0 \geq 2$ мВ/дел K_0 от 1 мВ/дел до 1,99 мВ/дел	200 МГц 150 МГц
MDO3032, MDO3034 $K_0 \geq 5$ мВ/дел K_0 от 2 мВ/дел до 4,98 мВ/дел K_0 от 1 мВ/дел до 1,99 мВ/дел	350 МГц 300 МГц 150 МГц
MDO3052, MDO3054 $K_0 \geq 5$ мВ/дел K_0 от 2 мВ/дел до 4,98 мВ/дел K_0 от 1 мВ/дел до 1,99 мВ/дел	500 МГц 300 МГц 150 МГц
MDO3102, MDO3104 $K_0 \geq 10$ мВ/дел K_0 от 5 мВ/дел до 9,98 мВ/дел K_0 от 2 мВ/дел до 4,98 мВ/дел K_0 от 1 мВ/дел до 1,99 мВ/дел	1 ГГц 500 МГц 300 МГц 150 МГц
пределы допускаемой погрешности частоты опорного генератора и измерения временных интервалов 1 мс и более	$\pm 1 \cdot 10^{-5}$
коэффициент развертки K_p (в последовательности 1-2-4)	
все модели, кроме MDO3102, MDO3104	от 1 нс/дел до 1000 с/дел
MDO3102, MDO3104	от 400 пс/дел до 1000 с/дел

РЕЖИМ ЦИФРОВОГО ВОЛЬТМЕТРА-ЧАСТОТОМЕРА	
вид измеряемого напряжения	DC; AC; AC + DC
максимальное значение входного напряжения (AC + DC)	± 100 В
максимальное значение измеряемой частоты MDO3012, MDO3014 остальные модели	100 МГц 150 МГц
пределы допускаемой погрешности измерения частоты	± 1·10 ⁻⁵
пределы допускаемой погрешности измерения переменного напряжения (скз) частотой от 40 Гц до 1 кГц	± 2 %
пределы допускаемой погрешности измерения постоянного напряжения U	± [2 мВ + 1·10 ⁻² ·(4 дел·Ко/U)·U + 5·10 ⁻³ ·Uсм]
РЕЖИМ АНАЛИЗАТОРА СПЕКТРА	
диапазон частот	
без опции MDO3SA: определен полосой пропускания в режиме осциллографа	
с опцией MDO3SA: от 9 кГц до 3 ГГц	
полоса обзора (дискретно в последовательности 1-2-5): то же, что диапазон частот	
разрешение по частоте	1 Гц
полоса пропускания (дискретно в последовательности 1-2-3-5)	от 20 Гц до 150 МГц
уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц, не более при отстройке на 10 кГц при отстройке на 100 кГц при отстройке на 1 МГц	- 81 дБн/Гц ² - 97 дБн/Гц - 118 дБн/Гц
максимальный уровень измеряемой мощности	+ 20 дБм ³
диапазон установки опорного уровня (ступенями по 5 дБ)	от - 140 до + 30 дБм
масштаб вертикальной шкалы (дискретно с шагом 1-2-5)	от 1 до 20 дБ/дел
диапазон ослабления входного аттенюатора (ступенями по 5 дБ)	0; от 10 до 30 дБ
усредненный уровень собственных шумов, нормализованный к полосе пропускания 1 Гц на частотах от 9 до 50 кГц, не более на частотах от 50 кГц до 5 МГц, не более на частотах от 5 МГц до 2 ГГц, не более на частотах от 2 до 3 ГГц, не более	- 109 дБм/Гц - 126 дБм/Гц - 138 дБм/Гц - 128 дБм/Гц
с предварительным усилителем ТРА-N-PRE на частотах от 9 до 50 кГц, не более на частотах от 50 кГц до 5 МГц, не более на частотах от 5 МГц до 2 ГГц, не более на частотах от 2 до 3 ГГц, не более	- 117 дБм/Гц - 136 дБм/Гц - 148 дБм/Гц - 138 дБм/Гц
пределы основной допускаемой погрешности измерения мощности при отношении сигнал /шум не менее 40 дБ и температуре (23 ± 5) °С	± 1,2 дБ
дополнительная погрешность измерения мощности в рабочем диапазоне температур	± 0,8 дБ
уровень негармонических помех, не связанных с входом, за исключением отдельных частот, не более на частоте 1,25 ГГц на частоте 2,5 ГГц	- 78 дБм - 76 дБм - 67 дБм

примечание 2. здесь и далее дБн обозначает уровень сигнала в дБ относительно уровня на центральной (несущей) частоте

примечание 3. здесь и далее дБм обозначает уровень в дБ относительно 1 мВт

РЕЖИМ ГЕНЕРАТОРА СИГНАЛОВ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ (опция MDO3AFG)	
форма сигнала: синусоидальная, прямоугольная, треугольная, пилообразная, случайный шум, Sin(x)/x, функция Гаусса, функция Лоренца, экспоненциальная, хаверсинус, произвольная	
диапазон частот	
синусоидальная форма	от 0,1 Гц до 50 МГц
прямоугольная форма	от 0,1 Гц до 25 МГц
треугольная и пилообразная форма	от 0,1 Гц до 500 кГц
форма Sin(x)/x	от 0,1 Гц до 2 МГц
функция Гаусса, функция Лоренца, экспоненциальная форма, хаверсинус	от 0,1 Гц до 5 МГц
разрешение по частоте	0,1 Гц или 4 разряда
пределы допускаемой погрешности установки частоты	
на частотах ≤ 10 кГц	$1,3 \cdot 10^{-4}$
на частотах > 10 кГц	$5 \cdot 10^{-5}$
диапазон установки амплитуды U_m синусоидального сигнала (п-п)	
на нагрузку 50 Ом	от 10 мВ до 2,5 В
на высокоомную нагрузку	от 20 мВ до 5 В
разрешение по амплитуде сигнала	
на нагрузку 50 Ом	500 мкВ
на высокоомную нагрузку	1 мВ
диапазон установки постоянного напряжения смещения U_0	
на нагрузку 50 Ом	$\pm (1,25 \text{ В} - U_m/2)$
на высокоомную нагрузку	$\pm (2,5 \text{ В} - U_m/2)$
разрешение по напряжению смещения	
на нагрузку 50 Ом	500 мкВ
на высокоомную нагрузку	1 мВ
пределы допускаемой погрешности установки напряжения смещения U_0 при температуре $(23 \pm 10)^\circ\text{C}$: $\pm (1,5 \cdot 10^{-2} \cdot U_m + 1,5 \cdot 10^{-2} \cdot U_{см} + 1 \text{ мВ})$	
пределы допускаемой погрешности воспроизведения амплитуды сигнала U_m на частоте 1 кГц при температуре $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$: $\pm (1,5 \cdot 10^{-2} \cdot U_0 + 1 \text{ мВ})$	
РЕЖИМ ЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА (опция MDO3MSO)	
количество каналов	16
входное сопротивление, типовое значение	100 кОм
минимальная амплитуда входного сигнала	500 мВ п-п
минимальная длительность входного сигнала	2 нс
диапазон установки порогов срабатывания U_r	от - 15 до + 25 В
пределы допускаемой погрешности установки порогов срабатывания	$\pm (100 \text{ мВ} + 0,03 U_r)$
ВЫХОД ТРИГГЕРА "AUX OUT"	
напряжение высокого уровня, не менее	
на нагрузку 50 Ом	2,25 В
на высокоомную нагрузку	0,9 В
напряжение высокого уровня, не более	
на нагрузку 50 Ом	0,7 В
на высокоомную нагрузку	0,25 В

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
тип входных соединителей каналов осциллографа и вольтметра-частотомера, выходного соединителя генератора сигналов произвольной формы	BNC(f)
тип входного соединителя анализатора спектра	N(f)
габаритные размеры (ширина x высота x глубина), мм	417 x 203 x 147
размеры дисплея мм, (ширина x высота)	198 x 113
масса, не более	4,2 кг
напряжение сети	от 90 до 264 В
частота сети	50 ± 0,5 Гц
потребляемая мощность от сети 220 В/50Гц, не более	120 Вт
рабочие условия применения	группа 3 ГОСТ 22261-94
температура окружающей среды	от - 10 до + 55 °С
относительная влажность воздуха, не более	
при температуре от 0 до 40 °С	от 5 до 90 %
при температуре от 40 до 55 °С	от 5 до 60 %
предельная высота над уровнем моря	3000 м
условия транспортирования и хранения	
температура окружающей среды	от - 40 до + 71 °С
относительная влажность воздуха, не более	
при температуре от 0 до 40 °С	от 5 до 90 %
при температуре от 40 до 60 °С	от 5 до 60 %
при температуре от 55 до 71 °С	от 5 до 40 %
предельная высота над уровнем моря	12000 м
электромагнитная совместимость	по ГОСТ Р 51522-99
безопасность	по ГОСТ Р 52319-2005

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на заднюю панель корпуса в виде голографической наклейки, и на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

Комплектность средства измерений

наименование и обозначение	кол-во
осциллограф-анализатор спектра MDO30xx	1 шт. по заказу
опция MDO3AFG (генератор сигналов произвольной формы)	1 шт. по заказу
опция MDO3MSO (16-ти канальный логический анализатор)	1 шт. по заказу
опция MDO3SA (расширение диапазона частот анализатора спектра до 3 ГГц)	1 шт. по заказу
опция MDO3SEC (защита от непреднамеренного доступа)	1 шт. по заказу
кабель сетевой	1 шт.
адаптер N-BNC	1 шт.
компакт-диск с документацией	1 шт.
пробник высокочастотный	
TRP0250 для MDO3012, MDO3014, MDO3022, MDO3024	
TRP0500B для MDO3032, MDO3034, MDO3052, MDO3054	1 шт.
TRP01000 для MDO3102, MDO3104	
пробник P6316 логического анализатора для опции MDO3MSO	1 шт.
руководство по эксплуатации 077-0978-00	1 шт.
методика поверки МП РТ 2108-2014	1 шт.

Поверка

осуществляется по документу «МП РТ 2108-2014. Осциллографы-анализаторы спектра MDO3012, MDO3014, MDO3022, MDO3024, MDO3032, MDO3034, MDO3052, MDO3054, MDO3102, MDO3104. Методика поверки», утвержденному руководителем ГЦИ СИ ФБУ «Ростест-Москва» 20.05.2014 г.

Средства поверки:

средство поверки и требования к его метрологическим характеристикам	рекомендуемое средство поверки и его метрологические характеристики
<p><u>калибратор осциллографов</u> относительная погрешность установки постоянного напряжения U от 4 мВ до 100 В не более $\pm (3 \cdot 10^{-3} U + 30 \text{ мкВ})$; относительная погрешность установки амплитуды переменного напряжения от 8 мВ до 3 В на частотах от 50 кГц до 10 МГц не более $\pm 1,5 \%$; от 10 МГц до 1 ГГц не более $\pm 5 \%$; относительная погрешность установки периода 80 мс не более $\pm 1 \cdot 10^{-6}$</p>	<p><u>калибратор осциллографов</u> <u>Fluke 9500 с формирователем 9510</u> относительная погрешность установки постоянного напряжения U от 4 мВ до 200 В не более $\pm (2,5 \cdot 10^{-3} U + 25 \text{ мкВ})$; относительная погрешность установки амплитуды переменного напряжения от 5 мВ до 5 В на частотах от 50 кГц до 10 МГц не более $\pm 1,5 \%$; от 10 МГц до 1 ГГц не более $\pm 5 \%$; относительная погрешность установки периода от 90 нс до 5,5 с не более $\pm 0,25 \cdot 10^{-6}$</p>
<p><u>измеритель сопротивления</u> относительная погрешность измерения сопротивления 50 Ом, 75 Ом, 1 МОм не более 0,1 %; относительная погрешность измерения переменного напряжения от 7 мВ до 2 В на частоте 1 кГц не более $\pm 0,5 \%$; относительная погрешность измерения постоянного напряжения 20 мВ и 1 В не более $\pm 0,2 \%$</p>	<p><u>мультиметр цифровой Keithley 2000</u> относительная погрешность измерения сопротивлений 50 Ом, 75 Ом, 1 МОм не более 0,02 %; относительная погрешность измерения переменного напряжения от 7 мВ до 2 В на частоте 1 кГц не более $\pm 0,5 \%$; относительная погрешность измерения постоянного напряжения 20 мВ и 1 В не более $\pm 0,0225 \%$</p>
<p><u>генератор сигналов ВЧ</u> диапазон частот от 500 кГц до 3 ГГц; диапазон уровня мощности от -20 до +10 дБм; уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 10 кГц не более -110 дБн/Гц</p>	<p><u>генератор сигналов Agilent E8257D-520</u> диапазон частот от 250 кГц до 20 ГГц; диапазон уровня мощности от -20 до +15 дБм; уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 10 кГц не более -130 дБн/Гц</p>
<p><u>ваттметр проходящей мощности СВЧ</u> диапазон частот от 10 МГц до 3 ГГц; относительная погрешность измерения уровня мощности от -20 до 0 дБм не более $\pm 0,25 \text{ дБ}$</p>	<p><u>ваттметр проходящей мощности СВЧ</u> <u>Rohde & Schwarz NRP-Z28</u> относительная погрешность измерения уровня мощности от -50 до +20 дБм в диапазоне частот от 10 МГц до 18 ГГц не более $\pm 0,1 \text{ дБ}$</p>
<p><u>частотомер</u> внешняя синхронизация 10 МГц, разрешение по частоте 1 Гц</p>	<p><u>частотомер универсальный</u> <u>Tektronix FCA3000</u> внешняя синхронизация 10 МГц, разрешение по частоте 0,001 Гц</p>
<p><u>стандарт частоты</u> относительная погрешность частоты 10 МГц не более $\pm 1 \cdot 10^{-8}$</p>	<p><u>стандарт частоты рубидиевый</u> <u>Stanford Research Systems FS725</u> годовой дрейф частоты 10 МГц не более $\pm 1 \cdot 10^{-10}$</p>

