

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 TRA-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 Ко, 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 относительной 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_V	$\pm 5 \text{ дел} \cdot K_0$
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 абсолютной погрешности установки напряжения смещения	$\pm [5 \cdot 10^{-3} \cdot (U_{см} - U_V) + U_0]$
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 относительной погрешности частоты опорного генератора и измерения временных интервалов ≥ 1 мс	$\pm 1 \cdot 10^{-5}$
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 относительной погрешности измерения частоты	± 1·10 ⁻⁵
пределы допускаемой относительной погрешности измерения переменного напряжения (скз) частотой от 40 Гц до 1 кГц	± 2 %
пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения U	± [2 мВ + 1·10 ⁻² ·(4 дел·Kо/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 аттенуатора (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 TPA-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 допускаемой основной относительной погрешности измерения мощности при отношении сигнал /шум не менее 40 дБ и температуре (23 ± 5) °С	± 1,2 дБ
пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности 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 относительной 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 абсолютной 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 абсолютной 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 абсолютной 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 (ширина x высота), мм	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	
TRP01000 для MDO3102, MDO3104	1 шт.
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>

<u>вольтметр переменного напряжения</u> относительная погрешность измерения переменного напряжения от 7 мВ до 2 В (скз) на частоте 1 кГц не более $\pm 0,5 \%$	<u>мультиметр цифровой Keithley 2000</u> относительная погрешность измерения переменного напряжения от 7 мВ до 2 В (скз) на частоте 1 кГц не более $\pm 0,5 \%$
<u>вольтметр постоянного напряжения</u> относительная погрешность измерения постоянного напряжения 20 мВ и 1 В не более $\pm 0,2 \%$	<u>мультиметр цифровой Keithley 2000</u> относительная погрешность измерения постоянного напряжения 20 мВ и 1 В не более $\pm 0,0225 \%$

Сведения о методиках (методах) измерений

Методы измерений изложены в руководстве по эксплуатации 077-0978-00.

Нормативные документы, устанавливающие требования к осциллографам-анализаторам спектра MDO3012, MDO3014, MDO3022, MDO3024, MDO3032, MDO3034, MDO3052, MDO3054, MDO3102, MDO3104

ГОСТ 22261-94. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

ГОСТ 8.129-99. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты.

ГОСТ Р 8.562-2007. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений мощности и напряжения переменного тока синусоидальных электромагнитных колебаний.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям.

Изготовитель

Компания "Tektronix (China) Co, Ltd.", Китай
1227 Chuan Qiao Road, Pudong New Area, Shanghai 201206, P.R.C; тел. (8621)38960893, факс (8621)58993156.

Заявитель

ЗАО «АКТИ-Мастер», г. Москва
127254, Москва, Огородный проезд, д. 5, стр. 5;
тел./факс (495)926-71-85

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Москве» (ГЦИ СИ ФБУ «Ростест-Москва»)
117418 Москва, Нахимовский пр., 31; тел. (499)129-19-11, факс (499)129-99-96
Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФБУ «Ростест-Москва» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30010-10 от 15.03.2010 г.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

_____ Ф.В. Булыгин

М.п. «_____» _____ 2014 г.