

## 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 выделении его огибающей. Для развертки спектра используется высокостабильный генератор кachaющейся 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 Р50.2.077-2014 (класс риска “A” по WELMEC 7.2 для категории U)
идентификационное наименование	MDO3000 Firmware
идентификационный номер версии	v1.08 и выше

### Метрологические и технические характеристики

РЕЖИМ ОСЦИЛОГРАФА	
количество каналов	
MDO3012, MDO3022, MDO3032, MDO3052, MDO3102	2
MDO3014, MDO3024, MDO3034, MDO3054, MDO3104	4
входное сопротивление (по выбору)	1 МОм $\pm$ 1 %; 50 Ом $\pm$ 1 %; 75 Ом $\pm$ 1 % <sup>1</sup>
разрядность АЦП	8 бит
максимальная скорость выборки	$2,5 \cdot 10^9$
максимальная длина записи в память (отсчетов)	$10 \cdot 10^6$
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 $U_o$ , не более		
входное сопротивление 1 МОм, связь DC		
$Ko = 1 \text{ мВ/дел}$	$\pm (0,3 \text{ дел} \cdot Ko)$	
$Ko \geq 2 \text{ мВ/дел}$	$\pm (0,2 \text{ дел} \cdot Ko)$	
входное сопротивление 50 Ом / 75 Ом, связь DC		
$Ko = 1 \text{ мВ/дел}$	$\pm (0,5 \text{ дел} \cdot Ko)$	
$Ko = 2 \text{ мВ/дел}$	$\pm (0,25 \text{ дел} \cdot Ko)$	
$Ko \geq 5 \text{ мВ/дел}$	$\pm (0,2 \text{ дел} \cdot Ko)$	
пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента отклонения $\delta k$ при температуре не более 30 °C		
$Ko = 1 \text{ мВ/дел}$	$\pm 2,5 \%$	
$Ko = 2 \text{ мВ/дел}$	$\pm 2 \%$	
$Ko \geq 5 \text{ мВ/дел}$	$\pm 1,5 \%$	
произвольная установка по выбору	$\pm 3 \%$	
диапазон установки положения по вертикали $U_B$		$\pm 5 \text{ дел} \cdot Ko$
диапазон установки напряжения смещения $U_{cm}$		
входное сопротивление 1 МОм		
$Ko$ от 1 до 99,5 мВ/дел	$\pm 1 \text{ В}$	
$Ko$ от 100 до 995 мВ/дел	$\pm 10 \text{ В}$	
$Ko$ от 1 до 10 В/дел	$\pm 100 \text{ В}$	
входное сопротивление 50 Ом / 75 Ом		$\pm 5 \text{ В}$
пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения смещения		$\pm [5 \cdot 10^{-3} \cdot (U_{cm} - U_B) + U_o]$
верхняя частота полосы пропускания при температуре не более 30 °C, входное сопротивление 50 Ом		
MDO3012, MDO3014		100 МГц
MDO3022, MDO3024		
$Ko \geq 2 \text{ мВ/дел}$	200 МГц	
$Ko$ от 1 мВ/дел до 1,99 мВ/дел	150 МГц	
MDO3032, MDO3034		
$Ko \geq 5 \text{ мВ/дел}$	350 МГц	
$Ko$ от 2 мВ/дел до 4,98 мВ/дел	300 МГц	
$Ko$ от 1 мВ/дел до 1,99 мВ/дел	150 МГц	
MDO3052, MDO3054		
$Ko \geq 5 \text{ мВ/дел}$	500 МГц	
$Ko$ от 2 мВ/дел до 4,98 мВ/дел	300 МГц	
$Ko$ от 1 мВ/дел до 1,99 мВ/дел	150 МГц	
MDO3102, MDO3104		
$Ko \geq 10 \text{ мВ/дел}$	1 ГГц	
$Ko$ от 5 мВ/дел до 9,98 мВ/дел	500 МГц	
$Ko$ от 2 мВ/дел до 4,98 мВ/дел	300 МГц	
$Ko$ от 1 мВ/дел до 1,99 мВ/дел	150 МГц	
пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора и измерения временных интервалов $\geq 1 \text{ мс}$		$\pm 1 \cdot 10^{-5}$
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 <sup>-5</sup>
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 <sup>-2</sup> ·(4 дел·Ко/U)·U + 5·10 <sup>-3</sup> ·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 <sup>2</sup> – 97 дБн/Гц – 118 дБн/Гц
максимальный уровень измеряемой мощности	+ 20 дБм <sup>3</sup>
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 допускаемой основной относительной погрешности измерения мощности при отношении сигнал / шум не менее 40 дБ и температуре (23 ± 5) °C	± 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, $\text{Sin}(x)/x$ , 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 $\text{Sin}(x)/x$	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 $\leq 10$ 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 $U_o$	
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 $U_o$ при температуре $(23 \pm 10)^\circ\text{C}$ : $\pm (1,5 \cdot 10^{-2} \cdot U_m + 1,5 \cdot 10^{-2} \cdot U_{cm} + 1 \text{ мВ})$	
пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения амплитуды сигнала $U_m$ на частоте 1 кГц при температуре $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ : $\pm (1,5 \cdot 10^{-2} \cdot U_o + 1 \text{ мВ})$	
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 °C
относительная влажность воздуха, не более	
при температуре от 0 до 40 °C	от 5 до 90 %
при температуре от 40 до 55 °C	от 5 до 60 %
пределная высота над уровнем моря	3000 м
условия транспортирования и хранения	
температура окружающей среды	от – 40 до + 71 °C
относительная влажность воздуха, не более	
при температуре от 0 до 40 °C	от 5 до 90 %
при температуре от 40 до 60 °C	от 5 до 60 %
при температуре от 55 до 71 °C	от 5 до 40 %
пределная 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 голограммической 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	
TPP0250 для MDO3012, MDO3014, MDO3022, MDO3024	
TPP0500B для MDO3032, MDO3034, MDO3052, MDO3054	
TPP01000 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.

## Проверка

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
<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 $\pm 1 \cdot 10^{-6}$	<u>калибратор осциллографов 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 $\pm 0,25 \cdot 10^{-6}$
<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 ккГц не более $\pm 0,5\%$ ; относительная погрешность измерения постоянного напряжения 20 мВ и 1 В не более $\pm 0,2\%$	<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 ккГц не более $\pm 0,5\%$ ; относительная погрешность измерения постоянного напряжения 20 мВ и 1 В не более $\pm 0,0225\%$
<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	<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
<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 $\pm 0,25 \text{ дБ}$	<u>ваттметр проходящей мощности СВЧ Rohde &amp; 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 $\pm 0,1 \text{ дБ}$
<u>частотомер</u> внешняя синхронизация 10 МГц, разрешение по частоте 1 Гц	<u>частотомер универсальный Tektronix FCA3000</u> внешняя синхронизация 10 МГц, разрешение по частоте 0,001 Гц
<u>стандарт частоты</u> относительная погрешность частоты 10 МГц не более $\pm 1 \cdot 10^{-8}$	<u>стандарт частоты рубидиевый Stanford Research Systems FS725</u> годовой дрейф частоты 10 МГц не более $\pm 1 \cdot 10^{-10}$

<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.