Приложение № 1
к сведениям о типах средств
измерений, прилагаемым
к приказу Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «23» декабря 2020 г. № 2179

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Осциллографы-анализаторы спектра серии MDO3

Назначение средства измерений

Осциллографы-анализаторы спектра серии MDO3 предназначены для измерения и анализа амплитудных, временных и спектральных параметров электрических сигналов.

Описание средства измерений

Осциллографы-анализаторы спектра серии MDO3 представляют собой объединенные в одном конструктиве цифровой осциллограф, анализатор спектра, цифровой вольтметр/частотомер, логический анализатор и генератор сигналов произвольной формы.

Принцип действия цифрового осциллографа основан на применении высокоскоростных аналого-цифровых преобразователей напряжения входных электрических сигналов в цифровой код в реальном времени. Преобразованный в цифровой код сигнал отображается на цветном жидкокристаллическом дисплее с сенсорным управлением в виде осциллограмм, эпюр, диаграмм и спектрограмм, на которых задаются параметры измерений амплитудных и временных параметров. Входные каналы управляются независимо.

Цифровой вольтметр/частотомер и логический анализатор являются функциональным расширением аппаратной части осциллографа. Цифровой вольтметр/частотомер позволяет отображать значения частоты, постоянного и переменного напряжения входного сигнала.

Логический анализатор используется для контроля параметров цифровых сигналов, для чего к входным разъемам осциллографа подключаются 16-ти канальные логические пробники P6316.

Принцип действия анализатора спектра основан на технике быстрого преобразования Фурье с отображением информации в спектральном и временном представлении. Непрерывный анализ позволяет определять параметры спектра сигнала и его изменение во времени.

Генератор сигналов произвольной формы выполнен по схеме прямого цифрового синтеза сигналов с использованием внутреннего устройства памяти, цифро-аналогового преобразователя, программируемых аттенюаторов, и позволяет воспроизводить сигналы стандартных форм, а также сигналы произвольной формы, параметры которых задаются пользователем.

Серия MDO3 включает в себя две модификации, отличающиеся количеством каналов цифрового осциллографа: модификацию MDO32 с двумя каналами и модификацию MDO34 с четырьмя каналами.

Каждая модификация имеет 5 частотных опций: 3-BW-100; 3-BW-200; 3-BW-350; 3-BW-500; 3-BW-1000 (цифры после букв BW указывают верхнюю частоту полосы пропускания в МГц).

Стандартная конфигурация осциллографов-анализаторов спектра серии MDO3 включает в себя цифровой осциллограф и анализатор спектра с диапазоном частот до 1 ГГц (опция 3-SA1), а также цифровой вольтметр/частотомер.

По заказу могут быть установлены опции 3-SA3 (расширение диапазона частот анализатора спектра до 3 ГГц), 3-MSO (логический анализатор), 3-AFG (генератор сигналов произвольной формы).

Программные опции, устанавливаемые по заказу, позволяют выполнять анализ сигналов в телекоммуникационных и автомобильных системах.

Управление режимами работы и параметрами измерений производится вручную органами на лицевой панели и через сенсорный дисплей, либо дистанционно по интерфейсам USB, LAN (Ethernet).

Конструктивно осциллографы-анализаторы спектра серии MDO3 выполнены в виде моноблока в настольном исполнении. Общий вид (передняя и задняя панели) показан на рисунках 1 и 2, общий вид логических пробников P6316 – на рисунке 3, место нанесения знака утверждения типа – на рисунке 4. Схема пломбирования указана на рисунке 2.

На передней панели расположены входные разъемы каналов цифрового осциллографа, входной разъем анализатора спектра и органы управления.

На задней панели находятся выходной разъем генератора сигналов произвольной формы, разъем дополнительного выхода “AUX OUT” (вывод сигнала прямоугольной формы с частотой триггера осциллографа либо генератора сигналов произвольной формы), а также разъемы интерфейсов.



Рисунок 1 – Общий вид серии MDO3 (передняя панель)



Схема пломбирования (стикер-наклейка)

Рисунок 2 – Общий вид серии MDO3 (задняя панель)



Рисунок 3 – Общий вид логических пробников P6316



Рисунок 4 – Место нанесения знака утверждения типа

Программное обеспечение

Программное обеспечение, установленное на внутренний контроллер, служит для управления режимами работы, его метрологически значимая часть выполняет функции обработки, представления, записи и хранения измерительной информации.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений «низкий» по Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование	3 Series Firmware
Номер версии (идентификационный номер)	не ниже v1.6.0

Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
1	*2*
ЦИФРОВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ	
Количество каналов	
модификация MSO32	2
модификация MSO34	4
Максимальная скорость выборки (частота дискретизации), ГГц	
частотная опция 3-BW-1000	5,0
прочие частотные опции	2,5
Разрешение АЦП, бит	8
Максимальное количество записи отсчетов в память	$10 \cdot 10^6$
Коэффициент развертки	
частотная опция 3-BW-1000	от 400 пс/дел до 1000 с/дел

прочие частотные опции	от 1 нс/дел до 1000 с/дел

Продолжение таблицы 2

1	*2*
Входное сопротивление Rвх	(1 ±0,01) МОм; (50 ±0,5) Ом
Количество делений вертикальной шкалы	8 (±4 от центра)
Коэффициент отклонения Ko, в последовательности 1-2-5, или произвольно по выбору	
Rвх = 1 МОм	от 1 мВ/дел до 10 В/дел
Rвх = 50 Ом	от 1 мВ/дел до 1 В/дел
Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента отклонения, % [1)]	
Ko = 1 мВ/дел	±2,5
Ko = 2 мВ/дел	±2,0
Ko ≥ 5 мВ/дел	±1,5
произвольное значение Ko	±3,0
Остаточное смещение вертикальной шкалы Uo, не более, мВ [2)]	
Ko = 1 мВ/дел, Rвх = 1 МОм	±(0,3 дел·Ko)
Ko = 1 мВ/дел, Rвх = 50 Ом	±(0,5 дел·Ko)
Ko = 2 мВ/дел, Rвх = 50 Ом	±(0,25 дел·Ko)
Ko ≥ 1 мВ/дел, Rвх = 1 МОм	±(0,2 дел·Ko)
Ko ≥ 5 мВ/дел, Rвх = 50 Ом	±(0,2 дел·Ko)
Диапазон установки постоянного напряжения смещения Uсм, В	
1 мВ/дел ≤ Ko ≤ 50 мВ/дел	±1,0
50,5 мВ/дел ≤ Ko ≤ 99,5 мВ/дел	±0,5
100 мВ/дел ≤ Ko ≤ 500 мВ/дел, Rвх = 1 МОм	±10,0
100 мВ/дел ≤ Ko ≤ 500 мВ/дел, Rвх = 50 Ом	±5,0
505 мВ/дел ≤ Ko ≤ 995 мВ/дел	±5,0
1 В/дел ≤ Ko ≤ 10 В/дел, Rвх = 1 МОм	±100
1 В/дел, Rвх = 50 Ом	±5,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения, В	±(0,005·Uсм + Uo)
Верхняя частота полосы пропускания (Rвх = 50 Ом, по уровню напряжения 0,707), МГц	
опция 3-BW-100	100
опция 3-BW-200, Ko ≥ 2 мВ/дел	200
опция 3-BW-200, Ko < 2 мВ/дел	150
опция 3-BW-350, Ko ≥ 2 мВ/дел	350
опция 3-BW-350, Ko < 2 мВ/дел	150
опция 3-BW-500, Ko ≥ 5 мВ/дел	500
опция 3-BW-500, 2 мВ/дел ≤ Ko ≤ 4,98 мВ/дел	350
опция 3-BW-500, Ko < 2 мВ/дел	150
опция 3-BW-1000, Ko ≥ 10 мВ/дел	1000
опция 3-BW-1000, 5 мВ/дел ≤ Ko ≤ 9,98 мВ/дел	500
опция 3-BW-1000, 2 мВ/дел ≤ Ko ≤ 4,98 мВ/дел	350
опция 3-BW-1000, Ko < 2 мВ/дел	150
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения временных интервалов от 1 мс и более	$\pm 1 \cdot 10^{-5}$
_____	

1) При температуре окружающей среды не более 30 °С после выполнения процедуры компенсации сигнального тракта (SPC).
2) При температуре окружающей среды не более 40 °С после выполнения процедуры компенсации сигнального тракта (SPC).

Продолжение таблицы 2

1	*2*
АНАЛИЗАТОР СПЕКТРА	
Диапазон частот	
стандартная конфигурация (опция 3-SA1)	от 9 кГц до 1 ГГц
опция 3-SA3	от 9 кГц до 3 ГГц
Разрешение по частоте	1 Гц
Полоса пропускания (дискретно в последовательности 1-2-3-5)	от 20 Гц до 150 МГц
Максимальный уровень измеряемой мощности, дБм [1)]	+20
Диапазон установки опорного уровня (ступенями по 5 дБ), дБм	от –140 до +20
Диапазон установки аттенюатора (ступенями по 5 дБ), дБ	от 10 до 30
Относительный уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц, не более, дБ/Гц [2)]	
при отстройке на 10 кГц	–85
при отстройке на 100 кГц	–101
при отстройке на 1 МГц	–122
Усредненный уровень собственных шумов, нормализованный к полосе пропускания 1 Гц, на частотах F, не более, дБм/Гц	
на частотах 9 кГц ≤ F ≤ 50 кГц	–109
на частотах 50 кГц < F ≤ 5 МГц	–126
на частотах 5 МГц < F ≤ 2 ГГц	–136
на частотах 2 ГГц < F ≤ 3 ГГц	–136
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня мощности [3)]	
на частотах 9 кГц ≤ F ≤ 1,5 ГГц	±1,0
на частотах 1,5 ГГц < F ≤ 2,5 ГГц	±1,3
на частотах 2,5 ГГц < F ≤ 3,0 ГГц	±1,5
ЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР (ОПЦИЯ 3-MSO)	
Количество каналов (пробник P6316)	16
Диапазон установки порогов срабатывания по напряжению Uп, В	от –15 до +25
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки порогов срабатывания по напряжению, В [4)]	±(0,03·Uп + 0,13)
ЦИФРОВОЙ ВОЛЬТМЕТР-ЧАСТОТОМЕР	
Диапазон измерения напряжения	±5·Ko·дел [5)]
Количество разрядов индикации напряжения	4
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения U, В	±[0,002 + 0,01·(4·Ko·дел/|U| + 1)·|U| + 0,005·Uсм] [5)]
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения переменного напряжения (скз) на частотах от 40 Гц до 1 кГц, %	±2 [6,7)]

_____
1) Здесь и далее дБм обозначает уровень мощности в дБ относительно 1 мВт.
2) Типовые справочные значения.
3) При температуре окружающей среды (23 ±5) °С. Опорный уровень от –15 до 10 дБм, измеряемый уровень мощности не менее –40 дБ относительно опорного уровня.
4) После выполнения процедуры компенсации сигнального тракта (SPC).

5) Обозначения параметров те же, что для цифрового осциллографа (указаны на листе 5).
6) Амплитуда напряжения должна быть в пределах от 4 до 8 делений вертикальной шкалы.
7) Типовое справочное значение на частотах 20 Гц ≤ F < 40 Гц и 1 кГц < F ≤ 10 кГц.

Окончание таблицы 2

1	*2*
Диапазон измерений частоты, МГц	
частотная опция 3-BW-100	100
прочие частотные опции	150
Количество разрядов индикации частоты	5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты	$\pm(1\cdot10^{-5}\cdot F + 1$ е.м.р.) [1)]
ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ (ОПЦИЯ 3-AFG)	
Формы сигнала: произвольная, синусоидальная, прямоугольная, импульсная, пилообразная, треугольная, постоянное напряжение, сигнал функции Гаусса, сигнал функции Лоренца, импульсы с экспоненциальной формой фронта/спада, сигнал функции Sin(x)/x, случайный шум, сигнал функции хаверсинус, кардиосигнал, сигнал с амплитудной/частотной модуляцией	
Максимальная частота дискретизации, МГц	250
Максимальное количество точек сигнала произвольной формы	$1{,}28\cdot10^{5}$
Диапазон частот сигналов	
синусоидальная форма	от 0,1 Гц до 50 МГц
прямоугольная, импульсная формы	от 0,1 Гц до 25 МГц
пилообразная, треугольная формы	от 0,1 Гц до 500 кГц
сигналы функции Гаусса, Лоренца, хаверсинус, импульсы с экспоненциальной формой фронта/спада	до 5 МГц
сигнал функции Sin(x)/x	до 2 МГц
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты F	
F ≤ 10 кГц	$\pm1{,}3\cdot10^{-4}$
F > 10 кГц	$\pm5\cdot10^{-5}$
Сопротивление нагрузки (по выбору)	50 Ом; ≥ 1 МОм (Hi-Z)
Диапазон установки амплитуды напряжения (п-п) сигнала синусоидальной формы, В	
сопротивление нагрузки ≥ 1 МОм	от 0,02 до 5
сопротивление нагрузки 50 Ом	от 0,01 до 2,5
Диапазон установки постоянного напряжения смещения Uсм, В	
сопротивление нагрузки ≥ 1 МОм	±2,5
сопротивление нагрузки 50 Ом	±1,25
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения Uсм, В	±(0,015·Uсм + 0,001)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки амплитуды напряжения U (п-п) на частоте 1 кГц, В	±(0,015·U +0,015·Uсм + 0,001)
ВЫХОД “AUX OUT”	
Верхний уровень сигнала, В, не менее	
сопротивление нагрузки ≥ 1 МОм	2,25

сопротивление нагрузки 50 Ом	1,0
Нижний уровень сигнала, В, не более	
сила тока в нагрузке не более 4 мА	0,7
сопротивление нагрузки 50 Ом	0,25

_____
1) е.м.р.- единица младшего разряда индикации.

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Частота сети питания, Гц	50; 400
Напряжение сети питания, В	
частота 50 Гц	от 90 до 264
частота 400 Гц	115 (номинальное значение)
Потребляемая мощность, Вт, не более	130
Габаритные размеры, мм	
ширина	370
глубина	149
высота	252
Масса, кг, не более	
модификация MDO32	5,26
модификация MDO34	5,31
Рабочие условия применения	
температура окружающего воздуха, °С	от 0 до +55
относительная влажность воздуха, %	от 5 до 90 при температуре до +40 °С

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

Комплектность средства измерений
представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Комплектность осциллографов-анализаторов спектра серии MDO3

Наименование и обозначение	Кол-во
Осциллограф-анализатор спектра серии MDO3, модификация MDO32/MDO34	1 шт.
Частотная опция 3-BW-100 / 3-BW-200 / 3-BW-350 / 3-BW-500 / 3-BW-1000	по заказу
Опция 3-SA3 (расширение диапазона частот анализатора спектра до 3 ГГц)	по заказу
Опция 3-MSO (логический анализатор)	по заказу
Опция 3-AFG (генератор сигналов произвольной формы)	по заказу
Аналоговые пассивные пробники TPP250 для опций 3-BW-100 и 3-BW-200 TPP500 для опций 3-BW-350 и 3-BW-500 TPP1000 для опции 3-BW-1000	1 шт. на канал
Пробники логического анализатора P6316 для опции 3-MSO	по заказу
Программные опции	по заказу
Кабель сетевой	1 шт.
Сумка для принадлежностей 016-2144	1 шт.

Руководство по эксплуатации 077-1557-00R	1 шт.
Методика поверки MDO3/МП-2020	1 шт.

Поверка
осуществляется по документу MDO3/МП-2020 «ГСИ. Осциллографы-анализаторы серии MDO3. Методика поверки», утвержденному АО «АКТИ-Мастер» 17.08.2020 г.

Основные средства поверки:

- калибратор осциллографов 9500B с активной головкой 9530, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 30374-13;
- мультиметр Keithley 2000; регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 75241-19;
- стандарт частоты рубидиевый FS 725, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 31222-06;
- частотомер универсальный Tektronix FCA3000, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 51532-12;
- генератор сигналов E8257D с опцией 520; регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 53941-13;
- ваттметр проходящей мощности СВЧ NRP-Z28; регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 43643-10.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

Знак поверки наносится лицевую панель корпуса в виде наклейки и/или на свидетельство о поверке.

Сведения о методиках (методах) измерений
приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к осциллографам-анализаторам спектра серии MDO3

ГОСТ 8.027-2001. Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы

Государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты (приказ Росстандарта от 31.07.2018 г. № 1621)

Государственная поверочная схема для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц (приказ Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3461)

Государственная поверочная схема для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^{9}$ Гц (приказ Росстандарта от 29.05.2018 г. № 1053)

Техническая документация изготовителя

Изготовитель

Компания «Tektronix (China) Co., Ltd.», Китай
Адрес: 1227 Chuan Qiao Road, Pudong New District, Shanghai 201206, P.R.C.
Тел. (8621)38960893, Факс (8621)58993156
E-mail: moscow@tektronix.com

Заявитель

Представительство компании «Тектроникс Интернэшнл, Инк.» в России
Адрес: 125167, Москва, Ленинградский проспект, д. 37, к. 9

Тел. (495)664-75-64 Факс: (495)664-75-65
Web: www.tektronix.ru; E-mail: moscow@tektronix.com

Испытательный центр

Акционерное общество «АКТИ-Мастер» (АО «АКТИ-Мастер»)
Адрес: 127106, Москва, Нововладыкинский проезд, д. 8, стр. 4
Тел./факс: +7(495)926-71-85
Web-сайт: http://www.actimaster.ru; E-mail: post@actimaster.ru
Аттестат аккредитации по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311824 от 14.10.2016 г.