

Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

<https://tektronix.nt-rt.ru> || txk@nt-rt.ru

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Осциллографы цифровые серии MSO4

Назначение средства измерений

Осциллографы цифровые серии MSO4 (далее – осциллографы) предназначены для измерения и анализа амплитудных и временных параметров электрических сигналов.

Описание средства измерений

Принцип действия осциллографов основан на применении высокоскоростных аналого-цифровых преобразователей напряжения входного электрического сигнала 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. Синхронизация осуществляется от внутреннего опорного генератора или от внешнего источника.

Серия осциллографов MSO4 включает в себя модификацию MSO44 с четырьмя входными аналоговыми каналами и модификацию MSO46 с шестью аналоговыми каналами.

К каждому аналоговому входу может быть подключен миниатюрный восьмиканальный логический пробник TLP058 для реализации функции логического анализатора цифровых сигналов. По заказу поставляются также аналоговые пробники различных типов.

Осциллографы имеют функции частотомера и цифрового вольтметра для каждого аналогового канала. Дополнительно по заказу может быть установлен встроенный одноканальный генератор сигналов произвольной формы (опция 4-AFG).

Каждая модификация осциллографов имеет 5 частотных опций 4-BW с различными значениями полосы пропускания. В обозначениях опций цифры после букв BW указывают верхнюю частоту полосы пропускания в МГц: 200; 350; 500; 1000; 1500.

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

Управление режимами работы и параметрами измерений производится вручную с лицевой панели, либо дистанционно по интерфейсам USB, LAN (Ethernet).

Конструктивно осциллографы выполнены в виде моноблока в настольном исполнении. Общий вид осциллографов и вид задней панели показан на рисунках 1 и 2, общий вид логических пробников TLP058 – на рисунке 3, место нанесения знака утверждения типа и знака поверки – на рисунке 4. Схема пломбирования указана на рисунке 2.

Программное обеспечение

Программное обеспечение, установленное на внутренний контроллер, служит для управления режимами работы осциллографов, 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	MSO4 Firmware
Номер версии (идентификационный номер)	не ниже 1.18



Рисунок 1 – Общий вид осциллографов



Схема пломбирования (стикер-наклейка)

Рисунок 2 – Вид задней панели осциллографов



Рисунок 3 – Общий вид логических пробников TLP058



Рисунок 4 – Место нанесения знака утверждения типа и знака поверки

Метрологические и технические характеристики
представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
1	2
АНАЛОГОВЫЕ КАНАЛЫ	
Количество каналов	
MSO44	4
MSO46	6
Максимальная скорость выборки (частота дискретизации), ГГц	6,25
Разрешение АЦП, бит	от 8 до 16 ¹⁾
Максимальное количество записи отсчетов в память	
стандартное исполнение	$31,25 \cdot 10^6$
опция 4-RL-1	$62,5 \cdot 10^6$
Коэффициент развертки	от 200 пс/дел до 1000 с/дел
Входное сопротивление R _{вх}	(1 ± 0,01) МОм (50 ± 0,5) Ом
Количество делений вертикальной шкалы	10 (±5 от центра)
Коэффициент отклонения K _о , в последовательности 1-2-5, или произвольно по выбору	
R _{вх} = 1 МОм	от 0,5 мВ/дел до 10 В/дел ²⁾
R _{вх} = 50 Ом	от 0,5 мВ/дел до 1 В/дел ²⁾
Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента отклонения, % ³⁾	
K _о = 1 мВ/дел, R _{вх} = 1 МОм	±2,0
K _о = 1 мВ/дел, R _{вх} = 50 Ом	±2,5
K _о ≥ 2 мВ/дел	±1,0
Диапазон установки постоянного напряжения смещения U _{см} , В	
R _{вх} = 1 МОм	
K _о ≤ 63 мВ/дел	±1
64 мВ/дел ≤ K _о ≤ 999 мВ/дел	±10
K _о ≥ 1 В/дел	±100
R _{вх} = 50 Ом	
K _о ≤ 99 мВ/дел	±1
K _о ≥ 100 мВ/дел	±10
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения, В	$\pm(0,005 \cdot U_{см} + 0,2 \cdot K_{о} \cdot \text{дел})$ ⁴⁾
Верхняя частота полосы пропускания (R _{вх} = 50 Ом, по уровню напряжения 0,707), МГц	
опция 4-BW-200	200
опция 4-BW-350	350
опция 4-BW-500	500
опция 4-BW-1000	1000
опция 4-BW-1500	1500
1) От минимума 8 бит при скорости выборки 6,25 ГГц до максимума 16 бит при скорости выборки 125 МГц. 2) K_о = 0,5 мВ/дел является программным цифровым масштабным преобразованием K_о = 1 мВ/дел или K_о = 2 мВ/дел в зависимости от настроек. 3) При температуре не более 30 °С после выполнения процедуры компенсации сигнального тракта (SPC). 4) $\pm(0,005 \cdot U_{см} + 0,2 \cdot K_{о} \cdot \text{дел})$ для K_о = 0,5 мВ/дел	

Продолжение таблицы 2

1	2
Частота опорного генератора, МГц	10
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора δ_0 при выпуске из производства или после подстройки при температуре 25 °С	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$
Пределы допускаемого относительного дрейфа частоты опорного генератора за один год	$\pm 1,5 \cdot 10^{-6}$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности в рабочем диапазоне температур (от 0 до 50 °С) ¹⁾	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$
КАНАЛЫ ЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА	
Количество каналов на один аналоговый входной канал ²⁾	8
Диапазон установки порогов срабатывания по напряжению $U_{п}$, В	± 40
Разрешение порогов срабатывания по напряжению, мВ	10
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки порогов срабатывания по напряжению, В ²⁾	$\pm (0,03 \cdot U_{п} + 0,1)$
ЦИФРОВОЙ ВОЛЬТМЕТР	
Диапазон измерений напряжения	$\pm 5 \cdot K_o \cdot \text{дел}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения	$\pm [(0,015 \cdot U - U_{см}) + 0,005 \cdot U_{см} + 0,1 \cdot K_o \cdot \text{дел}]$ ³⁾
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения переменного напряжения (скз) на частотах от 40 Гц до 1 кГц, %	± 2
ЧАСТОТОМЕР	
Диапазон измерений частоты	от 10 Гц до $F_{\max}$ ⁴⁾
Минимальная амплитуда входного напряжения, мВ (п-п)	8 или $(2 \cdot K_o \cdot \text{дел})$, что больше
Количество разрядов индикации	8
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты	$\pm (\delta F \cdot F + 1 \text{ е.м.р.})$ ⁵⁾
ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ (ОПЦИЯ 6-AFG)	
Форма сигнала: Arbitrary, Sine, Square, Pulse, Ramp, Triangle, DC, Gaussian, Lorentz, Exponential rise/fall, Sin(x)/x, Random noise, Haversine, Cardiac	
Максимальная частота дискретизации, МГц	250
Максимальное количество точек сигнала произвольной формы	$1,28 \cdot 10^5$
Диапазон частот сигналов	
Sine	от 0,1 Гц до 50 МГц
Square, Pulse	от 0,1 Гц до 25 МГц
Ramp, Triangle	от 0,1 Гц до 500 кГц
Gaussian, Lorentz, Haversine, Exponential rise/fall	до 5 МГц
Sin(x)/x	до 2 МГц
1) Типовое справочное значение. 2) При использовании пробника TLP058. 3) U – измеряемое значение напряжения, $U_{см}$ – напряжение смещения (указано на листе 4). 4) $F_{\max}$ – верхняя частота полосы пропускания. 5) F – измеряемое значение частоты, δF – относительная погрешность частоты опорного генератора с учетом временного дрейфа, е.м.р.- единица младшего разряда индикации.	

Окончание таблицы 2

1	2
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты F (Sine, Square, Pulse, Ramp)	
$F \leq 10 \text{ кГц}$	$\pm 1,3 \cdot 10^{-4}$
$F > 10 \text{ кГц}$	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$
Сопротивление нагрузки (по выбору)	50 Ом; $\geq 1 \text{ МОм (Hi-Z)}$
Диапазон установки амплитуды напряжения (п-п) синусоидального сигнала, В	
сопротивление нагрузки 50 Ом	от 0,01 до 2,5
сопротивление нагрузки $\geq 1 \text{ МОм (Hi-Z)}$	от 0,02 до 5
Диапазон установки постоянного напряжения смещения $U_{см}$, В	
сопротивление нагрузки 50 Ом	$\pm 2,5$
сопротивление нагрузки 1 МОм	± 5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки постоянного напряжения смещения $\Delta U_{см}$, В	$\pm (0,015 \cdot U_{см} + 0,001)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки амплитуды напряжения U (п-п) на частоте 1 кГц, В	$\pm (0,015 \cdot U + 0,015 \cdot U_{см} + 0,001)$
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики синусоидального сигнала относительно уровня напряжения на частоте 1 кГц на частотах F, дБ, не более ¹⁾	
$F \leq 1 \text{ кГц}$	$\pm 0,5$
$F > 1 \text{ кГц}$	$\pm 1,5$ ²⁾
ВЫХОД СИНХРОНИЗАЦИИ AUX OUT	
Частота сигнала прямоугольной формы: частота внутреннего опорного генератора или внешней синхронизации, частота триггера осциллографа либо генератора сигналов 5-AFG	
Верхний уровень сигнала, В, не менее	
сопротивление нагрузки 50 Ом	1,0
сопротивление нагрузки $\geq 1 \text{ МОм}$	2,5
Нижний уровень сигнала, В, не более	
сопротивление нагрузки 50 Ом	0,25
сила тока в нагрузке не более 4 мА	0,7
1) Типовое справочное значение. 2) Амплитуда напряжения U (п-п) < 20 мВ.	

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	от 103,5 до 126,5
Потребляемая мощность, Вт, не более	400
Габаритные размеры, мм	
ширина	405
глубина	155
высота	249
Масса, кг, не более	7,6
Рабочие условия применения	
температура окружающего воздуха, °C	от 0 до 50
относительная влажность воздуха, %	от 5 до 90 при температуре до 40 °C

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

Наименование и обозначение	Кол-во
Осциллограф цифровой серии MSO4 модификация MSO44/MSO46 с частотной опцией по заказу: 4-BW-200/4-BW-350/4-BW-500/4-BW-1000/4-BW-1500	1 шт.
Аппаратные опции 4-AFG, 4-RL-1	по заказу
Пробники логического анализатора TLP058 (1 шт. на канал)	по заказу
Аналоговые пробники	по заказу
Программные опции	по заказу
Кабель сетевой	1 шт.
Кейс для переноски	по заказу
Руководство по эксплуатации 077-1511-00	1 шт.
Методика поверки MSO4/МПИ-2019	1 шт.

Поверка

осуществляется по документу MSO4/МПИ-2019 «ГСИ. Осциллографы цифровые серии MSO4. Методика поверки», утвержденному АО «АКТИ-Мастер» 14.10.2019 г.

Основные средства поверки:

- калибратор осциллографов 9500В с активной головкой 9530, регистрационный номер 45344-10;
- частотомер универсальный Tektronix FCA3000, регистрационный номер 51532-12;
- стандарт частоты рубидиевый FS725, регистрационный номер 45344-10;
- мультиметр цифровой 2000; рег. № 25787-08;

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

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

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

Нормативные документы, устанавливающие требования к осциллографам цифровым серии MSO4

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

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

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

ГСИ. 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)

Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93