

Технические характеристики

Все технические характеристики относятся ко всем моделям, если не оговорено обратное.

Обзор моделей

	MDO4014B-3	MDO4034B-3	MDO4054B-3	MDO4054B-6	MDO4104B-3	MDO4104B-6
Число аналоговых каналов	4	4	4	4	4	4
Аналоговая полоса пропускания	100 МГц	350 МГц	500 МГц	500 МГц	1 ГГц	1 ГГц
Время нарастания	3,5 нс	1 нс	700 пс	700 пс	350 пс	350 пс
Частота дискретизации (1 канал)	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	5 Гвыб./с	5 Гвыб./с
Частота дискретизации (2 канала)	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	5 Гвыб./с	5 Гвыб./с
Частота дискретизации (4 канала)	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с	2,5 Гвыб./с
Длина записи (1 канал)	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек
Длина записи (2 канала)	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек
Длина записи (4 канала)	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек	20 млн. точек
Число цифровых каналов	16	16	16	16	16	16
Число РЧ каналов	1	1	1	1	1	1
Диапазон частот анализатора спектра	9 кГц ... 3 ГГц	9 кГц ... 3 ГГц	9 кГц ... 3 ГГц	9 кГц ... 6 ГГц	9 кГц ... 3 ГГц	9 кГц ... 6 ГГц

РЧ вход (анализатор спектра)

Полоса обзора 1 кГц ... 3 ГГц (для моделей MDO4XX4B-3) или 1 кГц ... 6 ГГц (для моделей MDO4XX4B-6)

Полоса обзора регулируется с кратностью шага 1-2-5

Переменное разрешение = 1 % от следующей настройки полосы обзора

Полоса разрешения Полоса разрешения для различных функций взвешивания (окон):

Кайзера (по умолчанию): 20 Гц ... 200 МГц

Прямоугольное: 10 Гц ... 200 МГц

Хемминга: 10 Гц ... 200 МГц

Хеннинга: 10 Гц ... 200 МГц

Блекмана-Харриса 20 Гц ... 200 МГц

Окно с плоской вершиной: 30 Гц ... 200 МГц

Настраивается с кратностью шага 1-2-3-5

Коэффициент формы фильтра ПЧ (для окна Кайзера) коэффициент формы по уровню 60 дБ/3 дБ: $\geq 4:1$

Опорные уровни диапазон: -140 дБм ... +30 дБм, шагами по 1 дБм

Диапазон входных сигналов Диапазон измерений по вертикали: от среднего уровня собственных шумов до +30 дБм

Цена деления вертикальной шкалы от 1 дБ/дел. до 20 дБ/дел. с кратностью шага 1-2-5

Положение по вертикали от -100 дел. до +100 дел.

Единицы измерения по вертикали дБм, дБмВ, дБмкВ, дБмкВт, дБмА, дБмкА

РЧ вход (анализатор спектра)

Средний уровень собственных шумов	Диапазон частот	Средний уровень собственных шумов
	9 кГц ... 50 кГц	менее -116 дБм/Гц (менее -120 дБм/Гц тип.)
	50 кГц ... 5 МГц	менее -130 дБм/Гц (менее -134 дБм/Гц тип.)
	5 МГц ... 400 МГц	менее -146 дБм/Гц (менее -148 дБм/Гц тип.)
	400 МГц ... 3 ГГц	менее -147 дБм/Гц (менее -149 дБм/Гц тип.)
	3 ГГц ... 4 ГГц (только для моделей MDO4XXB-6)	менее -148 дБм/Гц (менее -152 дБм/Гц тип.)
	4 ГГц ... 6 ГГц (только для моделей MDO4XXB-6)	менее -140 дБм/Гц (менее -144 дБм/Гц тип.)

Средний уровень собственных шумов при подключенном предусилителе TRA-N-PRE
 Предусилитель в режиме Авто, опорный уровень -40 дБм
 Средний уровень собственных шумов MDO4000B с предусилителем в режиме байпаса на ≤3 дБ выше, чем без предусилителя.

Диапазон частот	Средний уровень собственных шумов
9 кГц ... 50 кГц	менее -119 дБм/Гц (менее -123 дБм/Гц тип.)
50 кГц ... 5 МГц	менее -140 дБм/Гц (менее -144 дБм/Гц тип.)
5 МГц ... 400 МГц	менее -156 дБм/Гц (менее -158 дБм/Гц тип.)
400 МГц ... 3 ГГц	менее -157 дБм/Гц (менее -159 дБм/Гц тип.)
3 ГГц ... 4 ГГц (только для моделей MDO4XXB-6)	менее -158 дБм/Гц (менее -162 дБм/Гц тип.)
4 ГГц ... 6 ГГц (только для моделей MDO4XXB-6)	менее -150 дБм/Гц (менее -154 дБм/Гц тип.)

Паразитные составляющие

- Гармонические искажения 2-го и 3-го порядка (> 100 МГц) < -60 дБн (< -65 дБн тип.) при включенной автонастройке и уровне сигналов на 10 дБ ниже опорного уровня
- Гармонические искажения 2-го и 3-го порядка (от 9 кГц до 100 МГц) < -60 дБн (< -65 дБн тип.) при включенной автонастройке, уровне сигналов на 10 дБ ниже опорного уровня и значении опорного уровня ≤ -15 дБм
- Интермодуляционные искажения 2-го порядка (>100 МГц) < -60 дБн (< -65 дБн тип.) при включенной автонастройке и уровне сигналов на 10 дБ ниже опорного уровня
- Интермодуляционные искажения 2-го порядка (от 9 кГц до 100 МГц) < -60 дБн (< -65 дБн тип.) при включенной автонастройке, уровне сигналов на 10 дБ ниже опорного уровня и значении опорного уровня ≤ -15 дБм
- Интермодуляционные искажения 3-го порядка: > 15 МГц < -62 дБн (< -65 дБн тип.) при включенной автонастройке и уровне сигналов на 10 дБ ниже опорного уровня
- Интермодуляционные искажения 3-го порядка: от 9 кГц до 15 МГц < -62 дБн (< -65 дБн тип.) при включенной автонастройке, уровне сигналов на 10 дБ ниже опорного уровня и значении опорного уровня ≤ -15 дБм
- Искажения АЦП < -60 дБн (< -65 дБн тип.) при включенной автонастройке и уровне сигналов на 5 дБ ниже опорного уровня. Исключая искажения АЦП за счет наложения спектров
- Искажения АЦП за счет наложения спектров При (5 ГГц - F_{вх.}) и (8 ГГц - F_{вх.}): < -55 дБн (< -60 дБн тип.) при включенной автонастройке и уровне сигналов на 5 дБ ниже опорного уровня
- Характеристики только для моделей MDO4XX4-6 Подавление ПЧ (для всех входных частот, за исключением частот от 1,00 до 1,25 ГГц и от 2 до 2,4 ГГц): < -55 дБн (тип.)
 Искажения ПЧ при (5 ГГц - F_{вх.}) для входных частот от 1 до 1,25 ГГц < -50 дБн (тип.)
 Искажения ПЧ при (6,5 ГГц - F_{вх.}) для входных частот от 2 до 2,4 ГГц < -50 дБн (тип.)
 Подавление помех от зеркального канала: < -50 дБн (для входных частот от 5,5 до 9,5 ГГц)

Остаточные составляющие < -85 дБм (< -78 дБм на частотах 2,5 ГГц, 3,75 ГГц, 4,0 ГГц, и 5,0 ГГц) для опорного уровня ≤ -25 дБм и входного сопротивления 50 Ом

РЧ вход (анализатор спектра)

Абсолютная погрешность измерения уровня	Погрешность измерения уровня мощности на центральной частоте. При отстройке от центральной частоты следует к абсолютной погрешности добавить погрешность в канале. Характеристики приведены для отношения с/ш > 40 дБ
	< ±1,0 дБ (< ±0,5 дБ, тип.), в диапазоне температур +18 ... +28 °С, диапазон частот от 50 кГц до 6 ГГц, опорные уровни -25, -20, -15, -10, -5, 0, 5, 10 дБм
	< ±1,0 дБ, тип., в диапазоне температур +18 ... +28 °С, диапазон частот от 50 кГц до 6 ГГц, при любом опорном уровне
	< ±1,5 дБ, тип., в диапазоне температур 0 ... +50 °С, диапазон частот от 50 кГц до 6 ГГц, при любом опорном уровне
	< ±2,0 дБ, тип., в диапазоне температур +18 ... +28 °С, диапазон частот от 9 кГц до 50 кГц, при любом опорном уровне
	< ±3,0 дБ, тип., в диапазоне температур 0 ... +50 °С, диапазон частот от 9 кГц до 50 кГц, при любом опорном уровне

Типовые характеристики канала Действительны при температуре +18 ... +28 °С

Характеристики приведены для отношения с/ш > 40 дБ

Диапазон измерения центральной частоты	Полоса обзора	Неравномерность АЧХ, пик-пик, типовая	Неравномерность АЧХ, ср. кв., типовая	Фазовые искажения, ср. кв., тип.
15 МГц ... 6 ГГц	10 МГц	0,3 дБ	0,15 дБ	1,5 °
60 МГц ... 6 ГГц	≤ 100 МГц	0,75 дБ	0,27 дБ	1,5 °
170 МГц ... 6 ГГц	≤ 320 МГц	0,85 дБ	0,27 дБ	2,5 °
510 МГц ... 6 ГГц	≤ 1000 МГц	1,0 дБ	0,3 дБ	3,0 °
Любой, при начальной частоте > 10 МГц	> 1000 МГц	1,2 дБ	нет	нет

Абсолютная погрешность измерения уровня (АП) и искажения в канале (ИК) при подключенном предусилителе TRA-N-PRE	АП: < ±1,5 дБ, тип., в диапазоне температур +18 ... +28 °С, независимо от предусилителя
	АП: < ±2,3 дБ, тип., во всем рабочем диапазоне температур, независимо от предусилителя
	ИК: 0,0 дБ

Перекрытые помехи в РЧ канале от осциллографических каналов

частота на входе ≤ 1 ГГц:	< -68 дБ от опорного уровня
частота на входе от 1 ГГц до 2 ГГц:	< -48 дБ от опорного уровня

Фазовые шумы на частоте 1 ГГц при отстройке

1 кГц	< -104 дБн/Гц (тип.)
10 кГц	< -108 дБн/Гц (< -111 дБн/Гц тип.)
100 кГц	< -110 дБн/Гц (< -113 дБн/Гц тип.)
1 МГц	< -120 дБн/Гц (< -123 дБн/Гц тип.)

Погрешность опорной частоты (суммарная)

Суммарная погрешность: $1,6 \times 10^{-6}$

Учитывает погрешности за счет старения в течении года, калибровки опорной частоты и температурной нестабильности

Действительно при проведении ежегодной калибровки, при температуре от 0 до +50 °С

Погрешность измерения частоты с помощью маркера

$\pm((1,6 \times 10^{-6} \times \text{частота маркера}) + (0,001 \times \text{полоса обзора} + 2)) \text{ Гц}$

Пример: при полосе обзора 10 кГц и частоте маркера 1500 МГц погрешность измерения частоты составит $\pm((1,6 \times 10^{-6} \times 1500 \text{ МГц}) + (0,001 \times 10 \text{ кГц} + 2)) = \pm 2,412 \text{ кГц}$.

Частота маркера при соотношении (полоса обзора)/(разрешение по частоте) ≤ 1000:1

Погрешность опорной частоты при отношении амплитуды маркера к уровню собственных шумов > 30 дБ

РЧ вход (анализатор спектра)

Разрешение при измерении частоты 1 Гц

Максимальный рабочий уровень входного сигнала

Средняя долговременная мощность	+30 дБм (1 Вт) для опорного уровня ≥ -20 дБм +24 дБм (0,25 Вт) для опорного уровня < -20 дБм
Максимальный безопасный уровень постоянного напряжения	$\pm 40 V_{\text{пост.}}$
Максимальная безопасная мощность (немодулир. сигнал)	+32 дБм (1,6 Вт) для опорного уровня ≥ -20 дБм +25 дБм (0,32 Вт) для опорного уровня < -20 дБм
Максимальная безопасная мощность (импульс)	Пиковая мощность импульса +45 дБм (32 Вт) при длительности импульса < 10 мкс, скважности $< 1\%$, опорном уровне $\geq +10$ дБм

Максимальный рабочий входной уровень при подключенном предусилителе TRA-N-PRE

Средняя долговременная мощность	+30 дБм (1 Вт)
Максимальный безопасный уровень постоянного напряжения	$\pm 20 V_{\text{пост.}}$
Максимальная безопасная мощность (немодулир. сигнал)	+30 дБм (1 Вт)
Максимальная безопасная мощность (импульс)	+45 дБм (32 Вт) при длительности импульса < 10 мкс, скважности $< 1\%$, опорном уровне $\geq +10$ дБм

Запуск по уровню мощности РЧ сигнала

Диапазон частот	MDO4XX4B-3: 1 МГц ... 3 ГГц MDO4XX4B-6: 1 МГц ... 3,75 ГГц; 2,75 ГГц ... 4,5 ГГц; 3,5 ГГц ... 6 ГГц
Рабочий уровень амплитуды	от 0 до -30 дБ от опорного уровня
Диапазон амплитуды	от +10 до -40 дБ от опорного уровня внутри диапазона от -65 до +30 дБм
Минимальная длительность импульса	длительность высокого уровня 10 мкс при минимальном времени установления низкого уровня 10 мкс

Временной сдвиг между РЧ и аналоговым каналом < 5 нс

Продолжительность захвата РЧ сигнала

Полоса обзора	Максимальное время захвата
> 2 ГГц	5 мс
> 1 ГГц ... 2 ГГц	10 мс
> 800 МГц ... 1 ГГц	20 мс
> 500 МГц ... 800 МГц	25 мс
> 400 МГц ... 500 МГц	40 мс
> 250 МГц ... 400 МГц	50 мс
> 200 МГц ... 250 МГц	80 мс
> 160 МГц ... 200 МГц	100 мс
> 125 МГц ... 160 МГц	125 мс
< 125 МГц	158 мс

РЧ вход (анализатор спектра)

Типы окон БПФ, коэффициенты и погрешность фильтра ПЧ	Окно БПФ	Коэффициент	Погрешность фильтра ПЧ
	Кайзера	2.23	0.90%
Прямоугольное	0.89	2.25%	
Хемминга	1.30	1.54%	
Хеннинга	1.44	1.39%	
Блекмана-Харриса	1.90	1.05%	
С плоской вершиной	3.77	0.53%	

Система вертикального отклонения аналоговых каналов

Аппаратное ограничение
полосы пропускания

Модели с полосой ≥ 500 МГц 20 или 250 МГц

Модели с полосой 100 МГц 20 МГц

Режим входа Связь по постоянному току, связь по переменному току

Полное входное сопротивление 1 МОм $\pm 1\%$, 50 Ом $\pm 1\%$

Диапазон входной
чувствительности

1 МОм 1 мВ/дел — 10 В/дел

50 Ом 1 мВ/дел — 1 В/дел

Вертикальное разрешение 8 бит (11 бит в режиме высокого разрешения)

Макс. входное напряжение

1 МОм 300 В_{ср. кв.} (КАТ II) с пиковыми значениями $\leq \pm 425$ В

50 Ом 5 В_{ср. кв.} с пиковыми значениями $\leq \pm 20$ В (коэффициент затухания $\leq 6,25\%$)

Погрешность коэффициента
усиления по постоянному току $\pm 1,5\%$, снижение 0,10 %/°C свыше 30 °C

Развязка между каналами Для двух любых каналов с одинаковой чувствительностью $\geq 100:1$ при ≤ 100 МГц и $\geq 30:1$ при > 100 МГц до верхней границы полосы пропускания

Диапазон смещения	Значение В/дел	Диапазон смещения	
		1 МОм на входе	50 Ом
	1—50 мВ/дел	± 1 В	± 1 В
	50,5—99,5 мВ/дел	$\pm 0,5$ В	$\pm 0,5$ В
	100—500 мВ/дел	± 10 В	± 10 В
	505—995 мВ/дел	± 5 В	± 5 В
	1—5 В/дел	± 100 В	± 5 В
	5,05—10 В/дел	± 50 В	—

Система вертикального отклонения цифровых каналов

Число входных каналов	16 цифровых (D15—D0)
Пороговые напряжения	Отдельная настройка для каждого канала
Выбор значений порогов	ТТЛ, КМОП, ЭСЛ, псевдо-ЭСЛ, определяемое пользователем
Диапазон значений порогов, настраиваемых пользователем	± 40 В
Погрешность установки порога	$\pm(100$ мВ + 3 % от значения порога)
Максимальное входное напряжение	± 42 В _{пик}
Максимальный динамический диапазон входного сигнала	30 В _{размах} ≤ 200 МГц 10 В _{размах} > 200 МГц
Минимальный размах напряжения	400 мВ
Входное сопротивление и входная емкость пробника	100 кОм с параллельной емкостью 3 пФ
Вертикальное разрешение	1 бит

Система горизонтального отклонения аналоговых каналов

Диапазон скорости развертки	
Для моделей с полосой пропускания 1 ГГц	от 400 пс/дел. до 1000 с/дел.
Для моделей с полосой пропускания ≤ 500 МГц	от 1 нс/дел. до 1000 с/дел.
Максимальная продолжительность захвата с максимальной частотой дискретизации (все каналы/половина каналов)	
Модели с полосой пропускания 1 ГГц	8/4 мс
Модели с полосой пропускания ≤ 500 МГц	8/8 мс
Диапазон задержки развертки	От -10 делений до 5000 с.
Диапазон компенсации сдвига фаз между каналами	± 125 нс
Погрешность развертки	$\pm 5 \times 10^{-6}$ в любом интервале ≥ 1 мс

Система горизонтального отклонения цифровых каналов

Максимальная частота дискретизации (основной режим)	500 Мвыб/с (разрешение 2 нс)
Максимальная длина записи (основной режим)	20 млн. точек
Максимальная частота дискретизации (MagniVu)	16,5 Гвыб/с (разрешение 60,6 пс)
Максимальная длина записи (режим MagniVu)	10 тыс. точек, центральная точка соответствует моменту запуска
Минимальная распознаваемая длительность импульса (тип.)	1 нс
Сдвиг фаз между каналами (тип.)	200 пс
Максимальная частота переключения на входе	500 МГц (максимальная частота синусоидального сигнала, который можно воспроизвести в виде меандра. Необходим короткий удлинитель земли в каждом канале. Это максимальная частота при минимальной амплитуде сигнала. При больших амплитудах можно получить большую частоту переключения.)

Система синхронизации

Режимы синхронизации	Автоматический, нормальный и однократный									
Тип входа запуска	Связь по постоянному току, по переменному току, ФНЧ (подавление частоты >50 кГц), ФВЧ (подавление частот <50 кГц), подавление шума (снижает чувствительность)									
Диапазон задержки синхронизации	От 20 нс до 8 с									
Чувствительность по входу запуска	Внутренний запуск, связь по постоянному току	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Источник сигнала синхронизации</th> <th>Чувствительность</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Вход 1 МОм (все модели)</td> <td>0,75 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1,3 деления при номинальной полосе (от 1 мВ/дел до 4,98 мВ/дел)</td> </tr> <tr> <td>Вход 50 Ом (модели ≤500 МГц)</td> <td>0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе (≥5 мВ/дел)</td> </tr> <tr> <td>Вход 50 Ом (модели 1 ГГц)</td> <td>0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе</td> </tr> </tbody> </table>	Источник сигнала синхронизации	Чувствительность	Вход 1 МОм (все модели)	0,75 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1,3 деления при номинальной полосе (от 1 мВ/дел до 4,98 мВ/дел)	Вход 50 Ом (модели ≤500 МГц)	0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе (≥5 мВ/дел)	Вход 50 Ом (модели 1 ГГц)	0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе
	Источник сигнала синхронизации	Чувствительность								
	Вход 1 МОм (все модели)	0,75 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1,3 деления при номинальной полосе (от 1 мВ/дел до 4,98 мВ/дел)								
	Вход 50 Ом (модели ≤500 МГц)	0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе (≥5 мВ/дел)								
Вход 50 Ом (модели 1 ГГц)	0,4 деления от 0 до 50 МГц, увеличивается до 1 деления при номинальной полосе									
Диапазон уровней запуска	<p>Любой входной канал ±8 делений от центра экрана, ±8 делений от 0 В, если выбран вход с ФНЧ</p> <p>Сеть Фиксированный уровень, приблизительно 50 % от напряжения сети</p>									
Индикация частоты сигнала	Шестиразрядный частотомер для сигнала запуска.									
Типы синхронизации	<p>Фронт Нарастающий или нисходящий фронт в любом канале. Возможна связь по постоянному току, переменному току, ФНЧ, ФВЧ и подавление шума</p> <p>Последовательность (В-триггер) задержка запуска на время от 4 нс до 8 с. Или задержка запуска до некоторого события: от 1 до 4 000 000 событий.</p> <p>Длительность импульса Запуск по положительным или отрицательным импульсам, длительность которых >, <, = или ≠ указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона.</p> <p>Тайм-аут Запуск по событию, уровень которого остается высоким, низким либо высоким/низким на протяжении заданного периода времени (от 4 до 8 нс).</p>									

Система синхронизации

Поврежденный импульс (рант)	Запуск по импульсу, который пересек один порог, а затем, не пересекая второго порога, снова пересек первый.
Логическое выражение	Запуск в том случае, если некоторое логическое выражение состояния каналов принимает значение «Ложь» или сохраняет значение «Истина» в течение указанного времени. Любой из входов можно использовать в качестве источника тактового сигнала, по перепаду которого проверяется логическое выражение Логические значения (И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ), указанные для всех аналоговых и цифровых входных каналов, определяются как Высокое, Низкое или Безразлично.
Установка и удержание	Запуск по нарушению времени установки и времени удержания между сигналом тактовой частоты и появлением данных на любом из входных каналов.
Длительность положительного/отрицательного фронта	Запуск по фронтам импульсов, крутизна которых больше или меньше указанного значения. Фронт может быть положительным, отрицательным или любым.
Видеосигнал	Запуск по всем строкам, нечетным, четным или всем полям видеосигналов NTSC, PAL и SECAM.
Расширенный набор видеосигналов (опция)	Запуск по видеосигналам 480p/60, 576p/50, 720p/30, 720p/50, 720p/60, 875i/60, 1080i/50, 1080i/60, 1080p/24, 1080p/24sF, 1080p/25, 1080p/30, 1080p/50, 1080p/60 и по специальным видеосигналам с двух- и трехуровневой синхронизацией.
I²C (опция)	Запуск по старту, повторному старту, стопу, пропущенному ACK, адресу (7 или 10 бит), данным или адресу и данным на шинах I ² C со скоростью до 10 Мбит/с.
SPI (опция)	Запуск по SS, MOSI, MISO или MOSI и MISO на шинах SPI со скоростью до 50,0 Мбит/с.
RS-232/422/485/UART (опция)	Запуск по стартовому биту передачи, стартовому биту приема, концу передаваемого пакета, концу принимаемого пакета, передаваемым данным, принимаемым данным, ошибке четности передачи и ошибке четности приема со скоростью до 10 Мбит/с
USB: низкоскоростная шина (опция)	<p>Запуск по сигналу синхронизации, сбросу, паузе, возобновлению, концу пакета, маркерному пакету (адресу), пакету данных, пакету установки соединения, специальному пакету и по ошибке.</p> <p>Запуск по маркерному пакету – любой тип маркера, SOF, OUT, IN, SETUP; адрес можно указать для типа маркеров: любой маркер, OUT, IN и SETUP. Можно определить запуск по адресу, который \leq, $<$, $=$, $>$, \geq, \neq указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона. Номер фрейма маркера SOF можно вводить в двоичном, шестнадцатеричном, беззнаковом десятичном и безразличном формате.</p> <p>Запуск по пакету данных – любой тип данных, DATA0, DATA1; можно определить запуск по данным, которые \leq, $<$, $=$, $>$, \geq, \neq указанному значению или попадают в пределы или за пределы указанного диапазона.</p> <p>Запуск по пакету установки соединения – любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL.</p> <p>Запуск по специальному пакету – любой специальный тип, зарезервированный.</p> <p>Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, вставка битов.</p>
USB: полноскоростная шина (опция)	<p>Запуск по сигналу синхронизации, сбросу, паузе, возобновлению, концу пакета, маркерному пакету (адресу), пакету данных, пакету установки соединения, специальному пакету и по ошибке.</p> <p>Запуск по маркерному пакету – любой тип маркера, SOF, OUT, IN, SETUP; адрес можно указать для типа маркеров: любой маркер, OUT, IN и SETUP. Можно определить запуск по адресу, который \leq, $<$, $=$, $>$, \geq, \neq указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона. Номер фрейма маркера SOF можно вводить в двоичном, шестнадцатеричном, беззнаковом десятичном и безразличном формате.</p> <p>Запуск по пакету данных – любой тип данных, DATA0, DATA1; можно определить запуск по данным, которые \leq, $<$, $=$, $>$, \geq, \neq указанному значению или попадают в пределы или за пределы указанного диапазона.</p> <p>Запуск по пакету установки соединения – любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL.</p> <p>Запуск по специальному пакету – любой специальный тип, зарезервированный.</p> <p>Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16, вставка битов.</p>

Система синхронизации

USB: высокоскоростная шина USB¹

Запуск по сигналу синхронизации, сбросу, паузе, возобновлению, концу пакета, маркерному пакету (адресу), пакету данных, пакету установки соединения, специальному пакету и по ошибке.

Запуск по маркерному пакету – любой тип маркера, SOF, OUT, IN, SETUP; адрес можно указать для типа маркеров: любой маркер, OUT, IN и SETUP. Можно определить запуск по адресу, который \leq , $<$, $=$, $>$, \geq , \neq указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона. Номер фрейма маркера SOF можно вводить в двоичном, шестнадцатеричном, беззнаковом десятичном и безразличном формате.

Запуск по пакету данных – любой тип данных, DATA0, DATA1, DATA2, MDATA; можно определить запуск по данным, которые \leq , $<$, $=$, $>$, \geq , \neq указанному значению или попадают в пределы или за пределы указанного диапазона.

Запуск по пакету установки соединения – любой тип установки соединения, ACK, NAK, STALL, NYET.

Запуск по специальному пакету – любой специальный тип, ERR, SPLIT, PING, зарезервированный. Можно указать компоненты пакета SPLIT, включая:

- адрес концентратора;
- пуск/завершение – безразлично, пуск (SSPLIT), завершение (CSPLIT);
- адрес порта;
- начальные и конечные биты — безразлично, управление/основная часть/прерывание (полноскоростное устройство, низкоскоростное устройство), равномерный (данные в середине, данные в конце, данные в начале, данные везде);
- тип конечного пункта — безразлично, управление, равномерный, основная часть, прерывание.

Запуск по ошибке – проверка PID, CRC5 или CRC16.

Ethernet (опция)².

10BASE-T и 100BASE-TX: Запуск по разделителю начала фрейма, MAC адресу, управляющей информации MAC Q-Tag, длине/типу MAC, заголовку IP, заголовку TCP, данным клиента TCP/IPv4/MAC, концу пакета, ошибке FCS (CRC).

100BASE-TX: не задействован.

MAC адрес – запуск по 48-битному адресу источника или адресу приемника.

Управляющая информация MAC Q-Tag – запуск по 32-битному значению Q-Tag.

Длина и тип MAC – запуск по величине, которая \leq , $<$, $=$, $>$, \geq , \neq указанному 16-битному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона.

Заголовок IP – запуск по 8-битному значению IP протокола, адресу источника, адресу приемника.

Заголовок TCP – запуск по порту источника, порту приемника, номеру последовательности и номеру Ack.

Данные клиента TCP/IPv4/MAC – запуск по величине, которая \leq , $<$, $=$, $>$, \geq , \neq указанному значению или попадает в пределы или за пределы указанного диапазона. Можно указывать число байтов для запуска в пределах от 1 до 16. Варианты смещения байта – безразлично, 0-1499.

CAN (опция)

Запуск по началу фрейма, типу фрейма (данные, дистанционное управление, ошибка, перегрузка), идентификатору (стандартный или расширенный), данным, идентификатору и данным, концу фрейма, пропущенному ACK или по ошибке вставки битов в сигналах шины CAN со скоростью до 1 Мбит/с. Кроме того, можно настроить запуск так, чтобы он срабатывал при соблюдении условия \leq , $<$, $=$, $>$, \geq или \neq для некоторого указанного значения. По умолчанию настраиваемая пользователем точка выборки устанавливается равной 50 %.

LIN (опция)

Запуск по синхросигналу, идентификатору, данным, идентификатору и данным, пробуждающему фрейму, усыпляющему фрейму и по таким ошибкам, как ошибки синхронизации, четности или контрольной суммы, со скоростью до 100 кбит/с (по определению LIN, 20 кбит/с).

FlexRay (опция)

Запуск по началу фрейма, типу фрейма (нормальный, информационный, нулевой, синхронизирующий, стартовый), идентификатору, числу циклов, полю завершения заголовка, данным, идентификатору и данным, концу фрейма или по ошибкам, таким как ошибка CRC заголовка, CRC трейлера, нулевого фрейма, фрейма синхронизации или стартового фрейма со скоростью до 100 Мбит/с.

¹ поддерживается только моделями с полосой пропускания аналоговых каналов 1 ГГц.

² Для 100BASE-TX рекомендуются модели с полосой пропускания ≥ 350 МГц.

Система синхронизации

MIL-STD-1553 (опция)	Запуск по синхросигналу, типу слова ³ (команда, статус, данные), командному слову (отдельно задается RT адрес, T/R, субадрес/режим, счётчик слов данных/код режима, четность), слову статуса (отдельно задается RT адрес, ошибка сообщения, оборудование, бит запроса на обслуживание, прием широковещательной команды, занятость, флаг подсистемы, принятие запроса динамического управления шиной (DVCA), флаг терминала, четность), слову данных (задаваемое пользователем 16-битное значение), ошибке (синхросигнала, четности, кода манчестера, связности данных), времени ожидания (мин. время от 2 до 100 мкс, макс. время от 2 до 100 мкс; запуск осуществляется, если время меньше <минимального>, больше максимального, попадает или не попадает в диапазон). RT адрес можно настроить так, чтобы запуск происходил в том случае, если его значение =, ≠, >, <, ≤, ≥ заданному значению, либо попадает в пределы или выходит за пределы заданного диапазона.
I ² S/LJ/RJ/TDM (опция)	Запуск по выбору слова, по синхросигналу фрейма или по данным. Кроме того, можно настроить запуск так, чтобы он срабатывал при соблюдении условия ≤, <, >, ≥ или ≠ для некоторого указанного значения или при попадании значения в пределы или за пределы указанного диапазона. Максимальная скорость передачи данных для I ² S/LJ/RJ равна 12,5 Мбит/с. Максимальная скорость передачи данных для TDM равна 25 Мбит/с.
Параллельная шина	Запуск по значениям данных на параллельной шине. Параллельная шина может иметь разрядность от 1 до 20 бит (от цифровых и аналоговых каналов). Поддерживаются двоичные и шестнадцатеричные числа.

Система регистрации данных

Режимы сбора данных	
Захват выбираемых значений	Регистрируются выборочные значения.
Обнаружение пиковых значений	Захват глитчей длительностью от 800 пс (модели с полосой 1 ГГц) или от 1,6 нс (модели с полосой ≤ 500 МГц) на всех режимах развертки.
Усреднение	Усреднение от 2 до 512 осциллограмм.
Огибающая	Огибающая минимумов-максимумов, отражающая данные, полученные в результате обнаружения пиковых значений в течение нескольких захватов.
Высокое разрешение	Усреднение серии захватов в реальном времени уменьшает случайный шум и повышает вертикальное разрешение.
Режим прокрутки	Прокрутка осциллограммы по экрану справа налево со скоростью развертки меньше или равной 40 мс/дел.

Измерение параметров осциллограмм

Курсоры	Осциллограмма и экран
Автоматические измерения (во временной области)	29 видов, восемь из которых можно вывести на экран одновременно. Возможно измерение следующих параметров: период, частота, задержка, длительность переднего и заднего фронта, скважность положительных импульсов, скважность отрицательных импульсов, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, длительность пакета, фаза, положительный глитч, отрицательный глитч, двойной размах, амплитуда, высокий уровень, низкий уровень, максимум, минимум, среднее значение, среднее по периоду, среднеквадратическое значение, среднеквадратическое по периоду, число положительных импульсов, число отрицательных импульсов, число положительных фронтов, число отрицательных фронтов, площадь и площадь периода.
Автоматические измерения (в частотной области)	3 вида, один которых может быть отображён на экране. Возможно измерение следующих параметров: мощности сигнала в канале, коэффициента развязки соседних каналов по мощности (ACPR) и ширины занимаемой полосы частот (OBW)
Статистическая обработка результатов	Среднее значение, минимум, максимум, стандартное отклонение.
Опорные уровни	Определяемые пользователем опорные уровни для автоматических измерений можно указывать в процентах или в физических единицах.
Стробирование	Выделяет конкретное появление события в захваченном сигнале для выполнения его измерения. Выполняется с помощью курсоров экрана или курсоров сигнала.

³ При выборе запуска по командному слову будет происходить запуск по командным словам и неопределенным словам команды/статуса. При выборе запуска по командному слову будет происходить запуск по командным словам и неопределенным словам команды/статуса. При выборе запуска по слову статуса будет происходить запуск по статусу и неопределенным словам команды/статуса.

Измерение параметров осциллограмм

Гистограмма	Гистограмма представляет собой массив значений, отражающих полное число попаданий в заданную пользователем область экрана. Гистограмма выводится в виде графика распределения числа попаданий, а также в виде массива численных значений, которые можно измерять. Источники – Канал 1, Канал 2, Канал 3, Канал 4, Опорный сигнал 1, Опорный сигнал 2, Опорный сигнал 3, Опорный сигнал 4, математические функции Типы – вертикальная, горизонтальная
Статистические параметры сигнала на основе гистограммы	Число осциллограмм, число попаданий в прямоугольник, число пиковых значений, медиана, максимум, минимум, размах от пика до пика, среднее значение, стандартное отклонение, сигма 1, сигма 2, сигма 3.

Математическая обработка осциллограмм

Арифметические операции	Сложение, вычитание, умножение и деление.
Математические операции	Интегрирование, дифференцирование, быстрое преобразование Фурье.
Быстрое преобразование Фурье (БПФ)	Амплитудный спектр. Выбор вертикального масштаба БПФ согласно линейному среднеквадратическому значению или среднеквадратическому значению в дБВ. Выбор окна БПФ: прямоугольное, Хемминга, Хеннинга или Блэкмана-Харриса.
Математическая обработка спектра	Сложение и вычитание трасс в частотной области.
Расширенные математические функции	Задание сложных математических выражений, включающих осциллограммы, опорные осциллограммы, математические операции (БПФ, интеграл, дифференциал, логарифм, экспонента, квадратный корень, абсолютная величина, синус, косинус, тангенс, рад, степень), скаляры, до двух переменных, настраиваемых пользователем, а также результаты параметрических измерений (период, частота, задержка, нарастание, спад, длительность положительного импульса, длительность отрицательного импульса, Длительность пачки импульсов, фаза, положительная скважность, отрицательная скважность, положительный выброс, отрицательный выброс, размах, амплитуда, среднеквадратическое значение, среднеквадратическое значение цикла, верхний уровень, нижний уровень, максимум, минимум, среднее значение, среднее значение цикла, площадь, площадь цикла и графики трендов), например (интеграл (K1 - среднее (K1)) × 1,414 × ПЕРЕМ1).

Измерение параметров источников питания (опция)

Качество питающих напряжений	$V_{\text{ср. кв.}}$, $V_{\text{амплитудный коэффициент}}$, частота, $I_{\text{ср. кв.}}$, $I_{\text{амплитудный коэффициент}}$, активная мощность, кажущаяся мощность, реактивная мощность, коэффициент мощности, фазовый сдвиг.
Коммутационные потери	
Потери мощности	$T_{\text{вкл}}$, $T_{\text{откл}}$, проводимость, всего.
Потери энергии	$T_{\text{вкл}}$, $T_{\text{откл}}$, проводимость, всего.
Гармонические составляющие	THD-F, THD-R, среднеквадратическое значение. Графическое и табличное представление гармоник. Тестирование согласно IEC61000-3-2 Класс A и MIL-STD-1399, раздел 300A
Пульсации	Напряжение пульсаций и ток пульсаций.
Анализ модуляции	Графическое представление модуляции длительности положительного импульса, длительности отрицательного импульса, периода, частоты, скважности положительных и отрицательных импульсов.
Область устойчивой работы	Графическое представление и тестирование по маске области устойчивой работы импульсных источников питания.
Измерения dV/dt и dI/dt	Измерение скорости нарастания напряжения и тока с помощью курсоров.

Контроль предельных значений и тестирование по маске (опционально)

Встроенные стандартные маски ⁴	ITU-T, ANSI T1.102, USB
Источник сигнала	Контроль предельных значений: любой Канал1 — Канал4 или любой R1 — R4 Тестирование по маске: любой Канал1 — Канал4
Создание маски	Вертикальный допуск для контроля предельных значений от 0 до 1 деления с шагом 0,001 деления; горизонтальный допуск для контроля предельных значений от 0 до 0,5 деления с шагом 0,001 деления. Загрузка стандартной маски из внутренней памяти Загрузка специальной маски из текстового файла с числом сегментов до 8
Масштабирование маски	Привязка к источнику включена (маска масштабируется автоматически при изменении настроек канала источника) Привязка к источнику выключена (маска не масштабируется при изменении настроек канала источника)
Критерии остановки теста	Минимальное число осциллограмм (от 1 до 1 000 000; бесконечно) Минимальный интервал времени (от 1 секунды до 48 часов; бесконечно)
Порог превышения	От 1 до 1 000 000
Действия при неудачном завершении теста	Прекратить захват, сохранить снимок экрана в файл, сохранить осциллограмму в файл, распечатать снимок экрана, вывести сигнал запуска, установить сигнал SRQ интерфейса дистанционного управления
Действия при удачном завершении теста	Вывести сигнал запуска, установить сигнал SRQ интерфейса дистанционного управления
Отображение результатов	Состояние теста, общее число осциллограмм, число нарушений, частота появления нарушений, общее число тестов, число неудачных тестов, частота появления неудачных тестов, прошедшее время, общее число попаданий в каждый сегмент маски

Программное обеспечение

OpenChoice® Desktop	Обеспечивает быстрое и простое взаимодействие осциллографов серии MSO/DPO4000B с компьютерами, работающими под управлением Windows, через интерфейс USB или LAN. Позволяет передавать и сохранять настройки, осциллограммы, результаты измерений и снимки экрана. В состав ПО входят панели инструментов Word и Excel, позволяющие автоматизировать захват и передачу данных и снимков экрана в Word и Excel для составления отчетов и дальнейшего анализа.
Драйвер IVI	Обеспечивает стандартный интерфейс программирования приборов для распространенных программных пакетов, таких как LabVIEW, LabWindows/CVI, Microsoft.NET и MATLAB.
e*Score® (ПО дистанционного управления через веб-интерфейс)	Позволяет управлять осциллографами серии MSO/DPO4000B по сети через стандартный обозреватель интернета. Просто введите IP адрес или сетевое имя осциллографа, и в обозревателе откроется страница управления.
Веб-интерфейс LXI Класс C	Обеспечивает подключение к осциллографу через стандартный браузер путем ввода IP адреса или сетевого имени осциллографа в адресную строку браузера. Веб-интерфейс позволяет контролировать состояние и конфигурацию прибора, проверять и изменять сетевые настройки, а также управлять осциллографом с помощью ПО e*Score®. Алгоритм работы интерфейса соответствует спецификациям LXI Класс C, версия 1.3.

⁴ Для тестирования по маске на соответствие телекоммуникационным стандартам со скоростью передачи данных более >55 Мбит/с рекомендуются модели с полосой пропускания не менее 350 МГц. Для тестирования по маске высокоскоростных шин USB рекомендуются модели с полосой пропускания 1 ГГц.

Характеристики дисплея

Тип дисплея	Жидкокристаллический цветной TFT дисплей с диагональю 10,4 дюйма (264 мм)
Разрешение экрана	1 024 пикселя по горизонтали × 768 пикселей по вертикали (XGA)
Интерполяция	Sin(x)/x
Представление сигналов	Векторы, точки, переменное послесвечение, бесконечное послесвечение.
Координатная сетка	Полная, сетка, перекрестие, рамка, IRE и mB.
Формат	YT и одновременно XY/YT
Максимальная скорость захвата входного сигнала	>50 000 осциллограмм в секунду.

Порты ввода/вывода

Высокоскоростной хост-порт USB 2.0	Поддерживает USB накопители, принтеры и клавиатуры. Два порта на передней и два порта на задней панели прибора.
Порт ведомого устройства USB 2.0	Расположен на задней панели. Поддерживает управление осциллографом через интерфейс USBTMC или GPIB (с переходником TEK-USB-488) и прямую распечатку на принтеры, совместимые с PictBridge.
Порт LAN	Порт RJ-45, поддерживает 10/100/1000 Мбит/с
Выход видеосигнала	Порт DB-15, позволяет вывести изображение с экрана осциллографа на внешний монитор или проектор Разрешение XGA.
Выход компенсатора пробника Амплитуда Частота	Контакты на передней панели 0—2,5 В 1 кГц
Дополнительный выход	Разъем BNC на передней панели. $V_{\text{вых}}$ (высокий): $\geq 2,5$ В без нагрузки, $\geq 1,0$ В с нагрузкой на землю 50 Ом $V_{\text{вых}}$ (низкий): $\leq 0,7$ В при выходном токе ≤ 4 мА; $\leq 0,25$ В с нагрузкой на землю 50 Ом Выход можно настроить на вывод импульсного сигнала при запуске осциллографа, вывод внутренней тактовой частоты осциллографа или вывод сигнала при контроле предельных значений и тестировании по маске
Вход внешнего опорного сигнала	Генератор тактовой частоты может синхронизироваться с внешним опорным генератором частотой 10 МГц (10 МГц ± 1 %)
Замок Kensington	Слот на задней панели для стандартного замка Kensington.
Крепление VESA	Стандартные точки крепления VESA (MIS-D 100) 100 мм на задней панели прибора.

LXI (расширение локальной сети для измерительных приборов)

Класс	LXI класса C
Версия	V1.3

Источник питания

Напряжение источника питания	От 100 до 240 В ± 10 %
Частота источника питания	От 50 до 60 Гц ± 10 % при 100—240 В ± 10 % 400 Гц ± 10 % при 115 В ± 13 %
Потребляемая мощность	Не более 250 Вт

Габариты и масса

Размеры	мм	дюйм
	Высота	229
Ширина	439	17,3
Глубина	147	5,8

Масса	кг	фунт
	Нетто	5
В упаковке	10,7	23,6

Конфигурация для установки в стойку	5U
Зазор для охлаждения	2 дюйма (51 мм) с левой и с задней стороны прибора

Условия окружающей среды

Температура	
Рабочая	От 0 до +50 °C (от +32 до 122 °F)
Хранения	От -20 до +60 °C (от -4 до 140 °F)

Относительная влажность	
Рабочая	Верхнее значение: от 40 до 50 °C, относительная влажность от 10 до 60 % Нижнее значение: от 0 до 40 °C, относительная влажность от 10 до 90 %
Хранения	Верхнее значение: от 40 до 60 °C, относительная влажность от 5 до 60 % Нижнее значение: от 0 до 40 °C, относительная влажность от 5 до 90 %

Высота над уровнем моря	
Рабочая	9 843 фута (3 000 м)
Хранения	30 000 футов (9 144 м)

Соответствие нормативным документам	
Электромагнитная совместимость	Директива ЕС 2004/108/ЕС
Безопасность	UL61010-1:2004, CAN/CSA-C22.2 No. 61010.1: 2004, Директива о низковольтном оборудовании 2006/95/ЕС и EN61010-1:2001, IEC 61010-1:2001, ANSI 61010-1-2004, ISA 82.02.01