

# Векторные генераторы РЧ сигналов

## Серия TSG4100A



Векторный генератор сигналов серии TSG4100A обладает характеристиками прибора среднего ценового диапазона с полосой модуляции до 200 МГц, но предлагается по цене РЧ генераторов начального уровня. В генераторе используется новый метод создания сигналов с минимальным уровнем паразитных составляющих, низким фазовым шумом (-113 дБн/Гц при отстройке 20 кГц от несущей 1 ГГц) и превосходным разрешением по частоте (1 мкГц на любой частоте). Аналоговая модуляция доступна в генераторах серии TSG4100A базовой конфигурации. Простое программное обновление по месту эксплуатации позволяет расширить функциональность более сложными векторными и цифровыми видами модуляции, обеспечивая гибкость конфигурации и защиту инвестиций. Эти приборы дополняют ведущие в отрасли решения для тестирования РЧ устройств, такие как USB-анализатор спектра RSA306 и комбинированные осциллографы MDO4000B и MDO3000.

В генераторе тактовой частоты приборов серии TSG4100A применяется термостатированный кварцевый резонатор, изготовленный по технологии SC-cut (модель TSG410xA-M00 или E1). Он обеспечивает в 100 раз лучшую стабильность и в 100 раз меньший фазовый шум (при малых отстройках от несущей) по сравнению с приборами, в которых используется термостабилизированный кварцевый резонатор.

### Возможности и преимущества

- Генерирование сигналов с аналоговой и векторной/цифровой модуляцией
- Двухканальные генераторы модулирующих сигналов произвольной формы
- Аналоговая модуляция (в базовой конфигурации)
- Обновление с помощью программного ключа для поддержки векторной/цифровой модуляции по минимальной цене
- Приложения для создания модулированных сигналов GSM, EDGE, W-CDMA, APCO-25, DECT, NADC, PDC и TETRA
- Интерфейсы USB, GPIB, RS-232 и LAN
- Масса 5,6 кг
- Высота 2U и ширина 1/2 19 дюймов

### Основные технические характеристики

- Генерирование аналоговых и векторных/цифровых сигналов в диапазоне частот от 0 до 2 ГГц, до 4 ГГц или до 6 ГГц
- Типовая погрешность амплитуды  $\leq \pm 0,30$  дБ (для немодулированного сигнала 0 дБм при 22 °С) в диапазоне частот от 10 МГц до 6 ГГц
- Входы модулирующих сигналов I/Q (полоса 400 МГц)
- Модуляция ASK, FSK, MSK, PSK, QAM, VSB и специальные сигналы I/Q

### Аналоговая модуляция

Векторные генераторы РЧ сигналов серии TSG4100A предоставляют разнообразные возможности модуляции. Генераторы могут создавать сигналы с амплитудной модуляцией (АМ), частотной модуляцией (ЧМ), фазовой модуляцией (ФМ) и импульсной модуляцией. В них используется внутренний источник модулирующего сигнала и вход внешнего модулирующего сигнала. Внутренний источник выдает синусоидальный, линейно изменяющийся, пилообразный, прямоугольный и шумоподобный сигналы. Вход для подачи внешнего модулирующего сигнала расположен на задней панели прибора. Модулирующий сигнал внутреннего источника может быть снят с выхода на задней панели.

### Векторная модуляция

Генераторы серии TSG4100A полностью поддерживают векторную модуляцию РЧ сигналов в диапазоне частот от 400 МГц до 6 ГГц. Для создания модулирующего сигнала них используется двухканальный генератор сигналов произвольной формы, работающий на частоте 125 МГц. Генераторы имеют встроенную поддержку наиболее распространенных схем векторной модуляции: ASK, QPSK, DQPSK,  $\pi/4$  DQPSK, 8PSK, FSK, CPM, QAM (от 4 до 256), 8VSB и 16VSB. Кроме того, они поддерживают все используемые в системах цифровой связи фильтры для формирования стандартных импульсов: приподнятый косинус, корень квадратный из приподнятого косинуса, фильтр Гаусса, фильтр с прямоугольной или треугольной характеристикой и другие. Генераторы также позволяют добавлять в сигнал аддитивный белый гауссов шум (AWGN).

### Внутренние генераторы модулирующего сигнала

Применение в генераторах серии TSG4100A новой архитектуры для генерирования модулирующих сигналов I/Q ускоряет и облегчает создание сигналов с векторной модуляцией. Генератор модулирующего сигнала поддерживает воспроизведение только цифровых данных. Он автоматически преобразует цифровые символы с частотой следования до 6 МГц в выбранную констелляционную диаграмму I/Q и подает результат на фильтр формирования импульсов, чтобы получить конечный сигнал с частотой обновления 125 МГц в режиме реального времени. Для модуляции РЧ несущей полученным сигналом используются стандартные методы модуляции IQ.

Предусмотрена быстрая настройка генератора в соответствии с протоколами цифровой связи (GSM, GSM EDGE, W-CDMA, APCO-25, DECT, NADC, PDC и TETRA) на требуемый вид модуляции, скорости передачи символов, коэффициент заполнения TDMA и типы фильтров цифровых сигналов. В соответствии с заданными протоколами конфигурируются выходы на задней панели для цифровых сигналов TDMA, начала кадра и тактовой частоты символов. Для настройки генераторов модулирующих сигналов согласно этим протоколам не требуются внешние компьютеры или ПО сторонних фирм.

Сигналы I/Q вычисляются в режиме реального времени. Из символов формируются констелляционные диаграммы, затем выполняется цифровая фильтрация и повышается частота дискретизации до 125 Мвыб./с, после чего сигнал поступает на квадратурный модулятор через 14-разрядные ЦАП. Символы могут быть представлены заданной кодовой последовательностью или псевдослучайной двоичной последовательностью (PRBS), формируемой внутренним источником, а также загружены в виде пользовательского списка размером до 16 Мбит.

Пользователь может модифицировать констелляционную диаграмму. Доступны следующие цифровые фильтры: приподнятый косинус, корень квадратный из приподнятого косинуса, фильтр Гаусса, фильтр с прямоугольной или линейной характеристикой, кардинальный синус и настраиваемый пользователем КИХ-фильтр.

### Внешние модулирующие сигналы I/Q

Разъем BNC на задней панели прибора используется для подачи модулирующих сигналов I/Q от внешнего источника. Тракт внешнего модулирующего сигнала имеет полосу пропускания 400 МГц, максимальное входное напряжение  $\pm 0,5$  В и входное сопротивление 50 Ом.

### Зависимость мощности от частоты

Выходной РЧ сигнал во всех моделях генераторов серии TSG4100A подается на выход через последовательно включенные каскады усилителей и ступенчатых аттенуаторов. Пять каскадов обеспечивают дискретную регулировку усиления от +25 до -130 дБ с шагом 1 дБ. В процессе заводской калибровки выходная мощность измеряется на 32 частотах октавы для каждого из 156 шагов регулировки усиления. Результаты измерений заносятся в матрицу, состоящую из 40 000 элементов. При установке конкретных значений частоты и мощности прибор выполняет интерполяцию, используя эти данные, чтобы определить оптимальное значение усиления или ослабления. Аналоговый аттенуатор обеспечивает разрешение 0,01 дБ между элементами матрицы, что позволяет точно компенсировать тепловые эффекты.

### Термостатированный генератор тактовой частоты

В приборах серии TSG4100A используется термостатированный генератор тактовой частоты. Он выполнен на основе резонатора 10 МГц, работающего на частоте третьей гармоники, помещенного в термостат. Тактовый генератор характеризуется очень малыми фазовым шумом и высокой долговременной стабильностью.

### Простая дистанционная передача данных

Дистанционное управление осуществляется через интерфейсы RS-232, LAN или GPIB. Любой из этих интерфейсов можно использовать как для управления прибором, так и для передачи данных. В энергонезависимой памяти можно хранить до 9 наборов настроек прибора.

## Технические характеристики

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

### Частота

Выходной разъем BNC, все модели	от 0 до 62,5 МГц
Выходные разъемы N-типа	
TSG4102A	от 950 кГц до 2,0 ГГц
TSG4104A	от 950 кГц до 4,0 ГГц
TSG4106A	от 950 кГц до 6,0 ГГц
Разрешение установки частоты	1 мГц на любой частоте
Время перестройки	<8 мс ( $\pm 1 \times 10^{-6}$ )
Погрешность частоты	$<(10^{-18} + \text{погрешность тактового генератора}) \times f_c$
Стабильность частоты	$1 \cdot 10^{-11}$ (дисперсия Аллана 1 с)

### Выходной разъем BNC на передней панели

Диапазон частот	от 0 до 62,5 МГц
Амплитуда	от 1,00 $V_{\text{ср.кв.}}$ до 0,001 $V_{\text{ср.кв.}}$ (от -47 до +14,96 дБм)
Смещение	$\pm 1,5$ В пост.
Разрешение смещения	5 мВ
Макс. размах	1,817 В (амплитуда + смещение)
Разрешение амплитуды	<1 %
Погрешность амплитуды	$\pm 0,7$ дБ
Гармонические составляющие (тип.)	<-40 дБн
Паразитные составляющие (тип.)	<-65 дБн
Режим связи выхода	Связь по пост. току, 50 Ом $\pm 2$ %
Импеданс	50 Ом
Защита от подачи внешнего сигнала	$\pm 5$ В пост.
КСВ (тип.)	< 1,6 :1

**Выходной разъем N-типа на передней панели**

**Выходная мощность**

TSG4102A	от +16,5 до -110 дБм
TSG4104A	от +16,5 до -110 дБм (< 3 ГГц)
TSG4106A	от +16,5 до -110 дБм (< 4 ГГц) от +10 до -110 дБм (от 4 до 6 ГГц)

**Выходное напряжение**

TSG4102A	от 1,5 В <sub>ср.кв.</sub> до 0,7 В <sub>ср.кв.</sub>
TSG4104A	от 1,5 В <sub>ср.кв.</sub> до 0,7 мкВ <sub>ср.кв.</sub> (<3 ГГц)
TSG4106A	от 1,5 В <sub>ср.кв.</sub> до 0,7 мкВ <sub>ср.кв.</sub> (< 4 ГГц)

Разрешение амплитуды 0,01 дБм

**Погрешность амплитуды**

Немодулированный сигнал на нагрузке 50 Ом, дБ (тип.)

Немодулир., от +18 до +28 °С	>10 дБм	от 10 до -30 дБм	от -30 до -60 дБм	от -60 до -100 дБм	<-100 дБм
от 10 МГц до 0,1 ГГц	±0,2	±0,25	±0,35	±0,45	±0,6
от 0,1 до 2 ГГц	±0,15	±0,15	±0,25	±0,35	±0,6
от 2 до 4 ГГц	±0,3	±0,2	±0,35	±0,6	±0,8
от 4 до 6 ГГц	–	±0,3	±0,4	±0,75	±1,25

Немодулированный сигнал на нагрузке 50 Ом, дБ (тип.)

Диапазон уровней:	от +5 до -30 дБм (макс.)		от +5 до -30 дБм (тип.)
Температура:	от +18 до +28 °С	от +5 до +40 °С	от +5 до +40 °С
от 10 МГц до 0,1 ГГц	±0,6	±1,0	±0,7
от 0,1 до 2 ГГц	±0,6	±1,0	±0,6
от 2 до 4 ГГц	±0,6	±1,0	±0,7
от 4 до 6 ГГц	±1	±1,5	±0,9

Импеданс 50 Ом

Режим связи выхода Связь по перем. току, 50 Ом

КСВ (тип.) < 1,5 (от 2 МГц до 2 ГГц)  
< 1,8 (от 2 ГГц до 6 ГГц)

Защита от подачи внешнего сигнала 30 В пост., +25 дБм

Погрешность уровня выходного модулирующего сигнала IQ Выходной уровень -5 дБм

Температура:	от +18 до +28 °С		от +5 до +40 °С
Частота несущей:	Типовая, дБ	Максимальная, дБ	Типовая, дБ
< 2 ГГц	±0,1	±0,4	±0,4
от 2 до 4 ГГц	±0,2	±0,6	±0,4
от 4 до 6 ГГц	±0,4	±0,8	±0,7

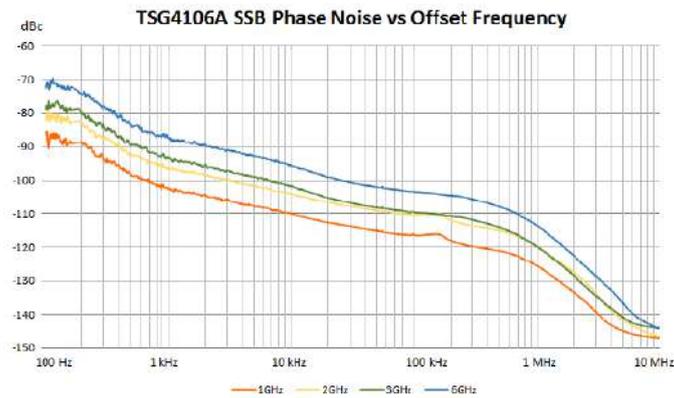
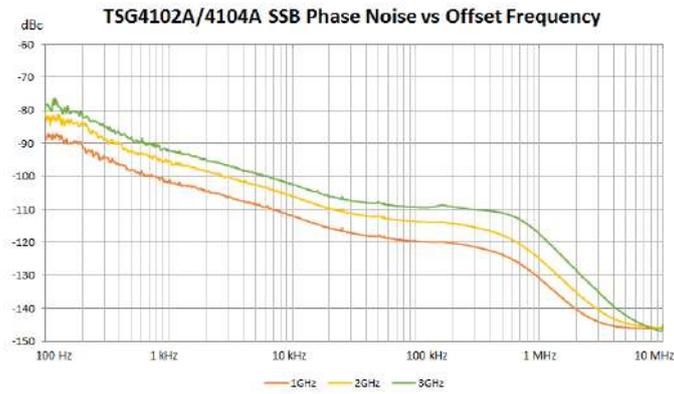
## Спектральная чистота выходного РЧ сигнала

Субгармоники	Нет																													
Гармонические составляющие (макс.)	Выходной уровень < 0 дБм, немодулир. сигнал, 1 ГГц																													
TSG4102A и TSG4104A	< -38 дБн																													
TSG4106A	< -30 дБн																													
Гармонические составляющие (тип.) (выходной уровень < 0 дБм)	< -35 дБн, немодулир. сигнал, частота несущей < 2 ГГц																													
Паразитные составляющие (тип.)	Выходной уровень -10 дБм, немодулир. сигнал																													
< -68 дБн	> 10 кГц от несущей (от 950 кГц до 1 ГГц)																													
< -60 дБн	> 10 кГц от несущей (от 1 до 2 ГГц)																													
< -55 дБн	> 10 кГц от несущей (от 2 до 4 ГГц)																													
< -55 дБн	> 10 кГц от несущей (от 4 до 6 ГГц)																													
Остаточная ЧМ (тип.)	1 Гц ср.кв. (в полосе частот от 300 Гц до 3 кГц)																													
Остаточная АМ (тип.)	0,006 % ср.кв. (в полосе частот от 300 Гц до 3 кГц)																													
Фазовый шум SSB	Выходной уровень +5 дБм (от +18 до +28 °С)																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Частота несущей</th> <th colspan="4">Отстройка от несущей (тип.), дБн/Гц</th> </tr> <tr> <th>1 кГц</th> <th>10 кГц</th> <th>20 кГц</th> <th>1 МГц</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 ГГц</td> <td>-102</td> <td>-110</td> <td>-113</td> <td>-124</td> </tr> <tr> <td>2 ГГц</td> <td>-96</td> <td>-104</td> <td>-107</td> <td>-118</td> </tr> <tr> <td>3 ГГц</td> <td>-93</td> <td>-102</td> <td>-105</td> <td>-120</td> </tr> <tr> <td>6 ГГц</td> <td>-87</td> <td>-96</td> <td>-99</td> <td>-114</td> </tr> </tbody> </table>	Частота несущей	Отстройка от несущей (тип.), дБн/Гц				1 кГц	10 кГц	20 кГц	1 МГц	1 ГГц	-102	-110	-113	-124	2 ГГц	-96	-104	-107	-118	3 ГГц	-93	-102	-105	-120	6 ГГц	-87	-96	-99	-114
Частота несущей	Отстройка от несущей (тип.), дБн/Гц																													
	1 кГц	10 кГц	20 кГц	1 МГц																										
1 ГГц	-102	-110	-113	-124																										
2 ГГц	-96	-104	-107	-118																										
3 ГГц	-93	-102	-105	-120																										
6 ГГц	-87	-96	-99	-114																										

Макс. фазовый шум SSB на несущей 1 ГГц (выходной уровень +5 дБм, от +5 до +40 °С)

Отстройка 1 кГц	-95 дБн/Гц
Отстройка 10 кГц	-106 дБн/Гц
Отстройка 20 кГц	-107 дБн/Гц
Отстройка 1 МГц	-120 дБн/Гц
Отстройка 2 ГГц	-118 дБн/Гц
Отстройка >3 ГГц	-120 дБн/Гц

**Спектральная чистота выходного РЧ сигнала**



**Регулировка фазы (выходы на передней панели)**

Максимальный сдвиг фазы	$\pm 360^\circ$
Разрешение фазы	$0,01^\circ$ (от 0 до 100 МГц)
	$0,1^\circ$ (от 100 МГц до 1 ГГц)
	$1,0^\circ$ (от 1 до 6 ГГц)

**Термостатированный генератор тактовой частоты (опция M00 или опция E1)**

Тип задающего генератора	Термостатированный кварцевый резонатор, изготовленный по технологии SC-cut и работающий на частоте третьей гармоники
Начальная погрешность при калибровке (после 20-минутного прогрева, от +18 до +28 °C)	$< \pm 0,02 \cdot 10^{-6}$
Температурный дрейф (от 0 до +40 °C)	$< \pm 0,003 \cdot 10^{-6}$
Относительный уход частоты	$< \pm 0,05 \cdot 10^{-6}$ в год

**Генератор тактовой частоты на основе ГУН (опция M01)**

Начальная погрешность при калибровке (после 20-минутного прогрева, от +18 до +28 °C)	$< \pm 0,5 \cdot 10^{-6}$
--	---------------------------

Температурный дрейф (от 0 до +40 °C)	$< \pm 5,0 \cdot 10^{-6}$
--------------------------------------	---------------------------

Относительный уход частоты	$< \pm 3,0 \cdot 10^{-6}$ в год
----------------------------	---------------------------------

**Вход генератора тактовой частоты**

Частота	10 МГц, $\pm 2 \cdot 10^{-6}$
---------	-------------------------------

Амплитуда	от 0,5 В <sub>пик-пик</sub> до 4 В <sub>пик-пик</sub> (от -2 до +16 дБм)
-----------	--

Входное сопротивление	50 Ом, связь по переменному току
-----------------------	----------------------------------

**Выход генератора тактовой частоты**

Частота	10 МГц, синусоидальный сигнал
---------	-------------------------------

Выходное сопротивление	50 Ом, связь по пост. току
------------------------	----------------------------

Амплитуда	$> 7,5$ дБм
-----------	-------------

**Внутренний источник модулирующего сигнала**

Сигналы	Синусоидальный, линейно изменяющийся, пилообразный, прямоугольный, импульсный, шумоподобный
---------	---

Гармонические искажения синусоидального сигнала	-74 дБн (тип., на 20 кГц)
---	---------------------------

Линейность пилообразного сигнала	$< 0,05$ % (1 кГц)
----------------------------------	--------------------

Частота	
---------	--

TSG4102A и TSG4104A	от 1 мкГц до 500 кГц (частота несущей $< 62,5$ МГц)
---------------------	---

	от 1 мкГц до 50 кГц (частота несущей $\geq 62,5$ МГц)
--	---

TSG4106A	от 1 мкГц до 500 кГц (частота несущей $< 93,75$ МГц)
----------	--

	от 1 мкГц до 50 кГц (частота несущей $\geq 93,75$ МГц)
--	--

Разрешение установки частоты	1 мкГц
------------------------------	--------

Погрешность частоты	$1:2^{31}$ + погрешность тактового генератора
---------------------	---

Добавление шума	Белый гауссов шум (ср.кв. значение = девиация / 5)
-----------------	--

Полоса частот шума	от 1 мкГц до 50 кГц
--------------------	---------------------

Период импульсного сигнала	от 1 мкс до 10 с
----------------------------	------------------

Длительность импульсного сигнала	от 100 нс до 9999,9999 мс
----------------------------------	---------------------------

### Внутренний источник модулирующего сигнала

Разрешение длительности импульса 5 нс

Добавление шума в импульсный сигнал Длина псевдослучайной двоичной последовательности  $2^N-1$ ,  $5 \leq N \leq 32$ , битовый период от 10 нс до 10 с

### Выход аналогового модулирующего сигнала

Тип разъема BNC (на задней панели)

Импеданс 50 Ом

Модуляция АМ, ЧМ, ФМ, ИМ

Номинальный уровень  $\pm 1$  В для  $\pm$  полной девиации

Логические уровни  
Низкий уровень = 0 В  
Высокий уровень = 3,3 В

### Вход внешнего аналогового модулирующего сигнала

Тип разъема BNC (на задней панели)

Импеданс 100 кОм

Модуляция АМ, ЧМ, ФМ, ИМ

Номинальный уровень  $\pm 1$  В для  $\pm$  полной девиации

Логические уровни  
Низкий уровень = 0 В  
Высокий уровень = 3,3 В

Режимы входа Связь по постоянному току или ФВЧ с частотой среза 4 Гц

Пороговый уровень +1 В пост.

Смещение по входу < 500 мкВ

### Амплитудная модуляция

Диапазон от 0 до 100 % (уменьшается при уровне более +7 дБм)

Разрешение 0,1 %

Источник модулирующего сигнала Внутренний или внешний

Модуляционные искажения (тип.)

Выходной разъем BNC < 1 % ( $f_c < 62,5$  МГц,  $f_m = 1$  кГц)

Выходной разъем N-типа < 3 % ( $f_c < 62,5$  МГц,  $f_m = 1$  кГц)

Полоса модуляции (внешний сигнал) > 100 кГц

## Частотная модуляция

Минимальная девиация частоты 0,01 Гц

Максимальная девиация частоты

TSG4102A и TSG4104A

Меньше  $f_c$  и 64 МГц –  $f_c$ . В диапазоне частот от 0 до 62,5 МГц

Диапазон частот	Максимальная девиация
62,5 МГц < $f_c$ ≤ 126,5625 МГц	1 МГц
126,5625 МГц < $f_c$ ≤ 253,1250 МГц	2 МГц
253,1250 МГц < $f_c$ ≤ 506,25 МГц	4 МГц
506,25 МГц < $f_c$ ≤ 1,0125 ГГц	8 МГц
1,0125 ГГц < $f_c$ ≤ 2,0 ГГц	16 МГц
2,025 ГГц < $f_c$ ≤ 4,0 ГГц (TSG4104A)	32 МГц

TSG4106A

Меньше  $f_c$  и 96 МГц –  $f_c$ . В диапазоне частот от 0 до 93,75 МГц

Диапазон частот	Максимальная девиация
93,75 МГц < $f_c$ ≤ 189,84375 МГц	1 МГц
189,84375 МГц < $f_c$ ≤ 379,6875 МГц	2 МГц
379,6875 МГц < $f_c$ ≤ 759,375 МГц	4 МГц
759,375 МГц < $f_c$ ≤ 1,51875 ГГц	8 МГц
1,51875 ГГц < $f_c$ ≤ 3,0375 ГГц	16 МГц
3,0375 ГГц < $f_c$ ≤ 6,0 ГГц	32 МГц

Разрешение девиации частоты 0,1 Гц

Погрешность девиации (тип.)

TSG4102A и TSG4104A

< 0,1 % выбранной девиации + 5 Гц ( $f_c$  < 62,5 МГц)

< 2 % выбранной девиации + 20 Гц ( $f_c$  > 62,5 МГц)

TSG4106A

< 0,1 % выбранной девиации + 5 Гц ( $f_c$  < 93,75 МГц)

< 2 % выбранной девиации + 20 Гц ( $f_c$  > 93,75 МГц)

Источник модулирующего сигнала

Внутренний или внешний

Модуляционные искажения (тип.)

< -60 дБ ( $f_c$  = 100 МГц,  $f_m$  = 1 кГц,  $f_d$  = 3 кГц)

Отстройка несущей при внешней ЧМ (тип.)

< ±0,001 x девиация частоты ЧМ сигнала

Полоса модуляции (тип.)

TSG4102A и TSG4104A

500 кГц ( $f_c$  < 62,5 МГц)

100 кГц ( $f_c$  > 62,5 МГц)

TSG4106A

500 кГц ( $f_c$  < 93,75 МГц)

100 кГц ( $f_c$  > 93,75 МГц)

## Фазовая модуляция

Девияция	от 0° до 360°
Разрешение девиации частоты (тип.)	0,01° (от 0 до 100 МГц) 0,1° (от 100 МГц до 1 ГГц) 1° (1 ГГц и выше)
Погрешность девиации (тип.)	
TSG4102A и TSG4104A	2 % (fc < 62,5 МГц) 3 % (fc > 62,5 МГц)
TSG4106A	2 % (fc < 93,75 МГц) 3 % (fc > 93,75 МГц)
Источник модулирующего сигнала	Внутренний или внешний
Модуляционные искажения (тип.)	< -60 дБ (fc = 100 МГц, fm = 1 кГц, ФD = 50°)
Полоса модуляции (тип.)	
TSG4102A и TSG4104A	500 кГц (fc < 62,5 МГц) 100 кГц (fc > 62,5 МГц)
TSG4106A	500 кГц (fc < 93,75 МГц) 100 кГц (fc > 93,75 МГц)

## Импульсная модуляция

Режим манипуляции	Высокий логический уровень включает несущую
Отношение уровней модулированной несущей (тип.)	
Выходной разъем BNC	> 70 дБ
Выходной разъем N-типа	> 57 дБ (fc < 1,0 ГГц) > 40 дБ (1,0 ГГц ≤ fc < 4,0 ГГц) > 35 дБ (4,0 ГГц ≤ fc < 6,0 ГГц)
Проникновение импульсного сигнала (тип.)	10 % несущей в течение 20 нс для положительного перепада
Задержка положительного/отрицательного перепада	60 нс
Время нарастания/спада РЧ сигнала (тип.)	20 нс
Источник модулирующего сигнала	Внутренний или внешний

**Интерфейсы**

USB	Хост-порт USB 2.0
Ethernet (LAN)	10/100 Base-T.TCP/IP и DHCP (станд.)
GPIB	IEEE488.2
RS-232	от 4800 до 115 200 бод, контроль передачи данных RTS/CTS

**Внешние модулирующие сигналы I/Q (опция EIQ)**

Диапазон частот несущей	от 400 МГц до 2,0 ГГц (TSG4102A) от 400 МГц до 4,0 ГГц (TSG4104A) от 400 МГц до 6,0 ГГц (TSG4106A)
Входы сигналов I/Q (на задней панели)	50 Ом, ±0,5 В
Номинальный уровень входного сигнала I/Q	$(I^2 + Q^2)^{1/2} = 0,5 \text{ В}$
Полоса модуляции	400 МГц (макс.)
Смещение по входу I или Q	<500 мкВ
Подавление несущей	> -45 дБн для $f_c \leq 3 \text{ ГГц}$ > -40 дБн для $3 \text{ ГГц} < f_c \leq 5 \text{ ГГц}$ > -35 дБн для $f_c > 5 \text{ ГГц}$
Полоса модулирующих сигналов I и Q (3 дБ относительно $f_c$ )	> 200 МГц ( $f_c < 2,5 \text{ ГГц}$ , РЧ полоса > 400 МГц) > 150 МГц ( $f_c < 2,5 \text{ ГГц}$ , РЧ полоса > 300 МГц)

**Двухканальный генератор модулирующих сигналов (опция VM00)**

Число каналов	2 (I и Q)
Число разрядов ЦАП	Два канала, 14 бит при частоте дискретизации 125 Мвыб./с
Фильтр восстановления сигнала	10 МГц, ФНЧ Бесселя 3-го порядка
Память для хранения произвольных символов	До 16 Мбит
Скорость передачи символов	от 1 Гц до 6 МГц (разрешение 1 мГц)
Длина символа	от 1 до 9 бит (распределяются в констелляционную диаграмму)
Конфигурация символов	Стандартная или определяемая пользователем констелляционная диаграмма

### Двухканальный генератор модулирующих сигналов (опция VM00)

Источник символов  
(создаваемые пользователем  
символы, встроенный генератор  
псевдослучайных двоичных  
последовательностей или  
настраиваемый генератор  
кодовых последовательностей)

Длина псевдослучайной двоичной последовательности	$2n - 1$ ( $5 < n < 32$ ; от 31 до $4,3 \times 10^9$ символов)
Генератор кодовых последовательностей	16 бит

#### Цифровая фильтрация

Типы фильтров	Приподнятый косинус, корень квадратный из приподнятого косинуса, гауссов, с прямоугольной или линейной характеристикой, кардинальный синус, линейризованный гауссов, C4FM, настраиваемый КИХ-фильтр
Длина фильтра	24 символа

#### Добавление шума

Аддитивный шум	Белый шум, гауссов шум
Уровень	от -70 до -10 дБн

### Базовые форматы векторной модуляции (опция VM00)

Конstellяционная диаграмма	1-битовая	2-битовая	3-битовая	4-битовая	5-битовая	6-битовая	8-битовая
ASK	2ASK	4ASK	8ASK	16ASK			
FSK	BFSK	4FSK	8FSK	16FSK			
PSK	BPSK	QPSK	8PSK	16PSK			
QAM	нет	4QAM	нет	16QAM	32QAM	64QAM	256QAM
CPM	BCPM	4CPM	8CPM	16CPM			
VSB	нет	нет	8VSB	16VSB			

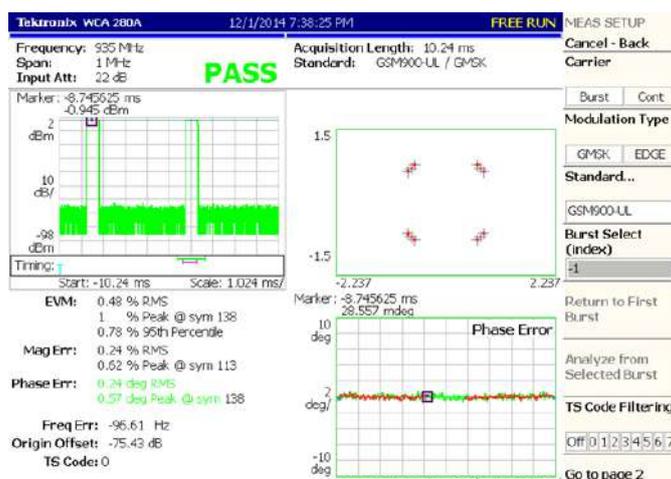
Другие OQPSK, DQPSK,  $\pi/4$ DQPSK,  $3\pi/8$  PSK

Приложения для создания сигналов с цифровой модуляцией (тип.)

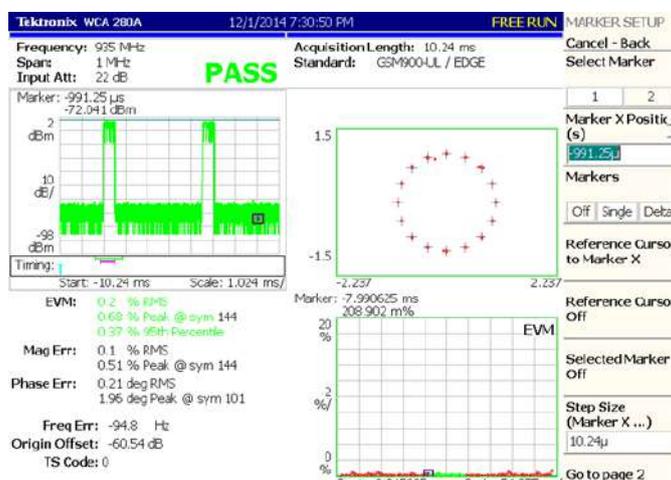
Опции для создания сигналов с цифровой модуляцией

Опция	Стандарт
VM01	GSM
VM02	GSM-EDGE
VM03	W-CDMA
VM04	APCO-25, фаза 1
VM05	DECT
VM06	NADC
VM07	PDC
VM08	TETRA
VM10	Аудиосигнал (аналоговая АМ и ЧМ)

Опция VM01 GSM, (GMSK, 270,833 квыб./с, 935 МГц, 0 дБм), ср.кв. значение EVM: 0,6 %

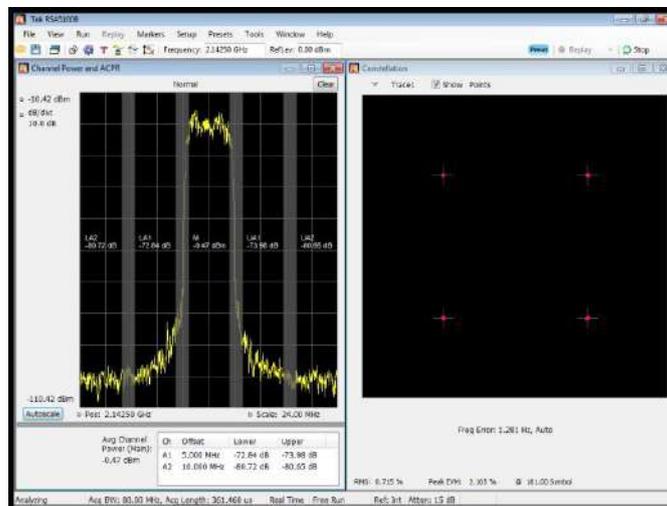
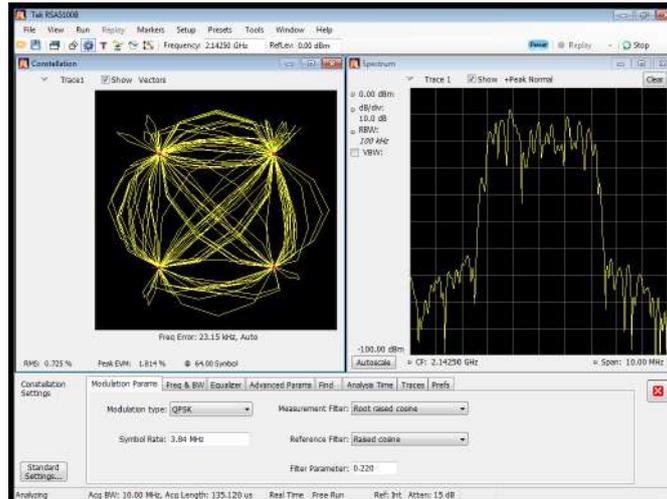


Опция VM02 GSM-EDGE, (3π/8 8PSK, 270,833 квыб./с, 935 МГц, 0 дБм), ср.кв. значение EVM: 0,30 %



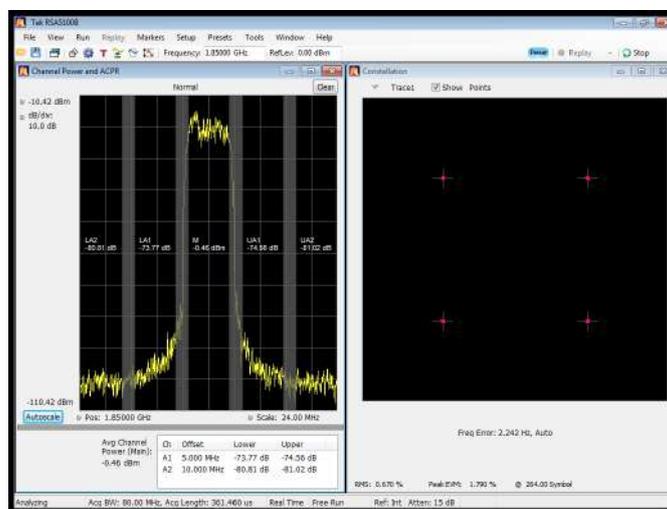
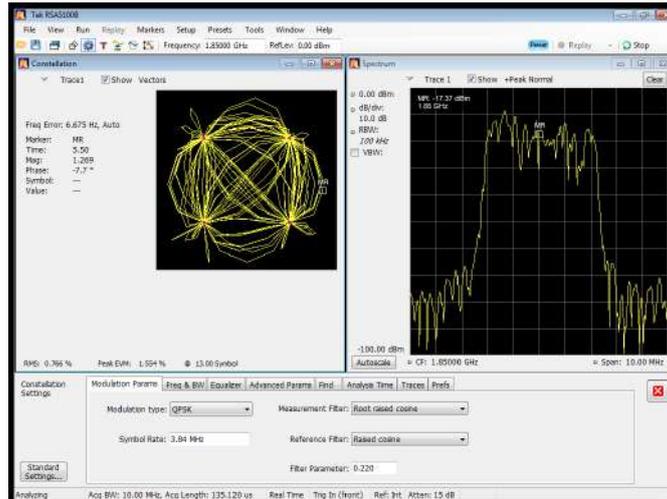
Приложения для создания сигналов с цифровой модуляцией (тип.)

Опция VM03 W-CDMA, (QPSK, 3,840 МГц, 2,1425 ГГц, 0 дБм), ср.кв. значение EVM: 1,7 %

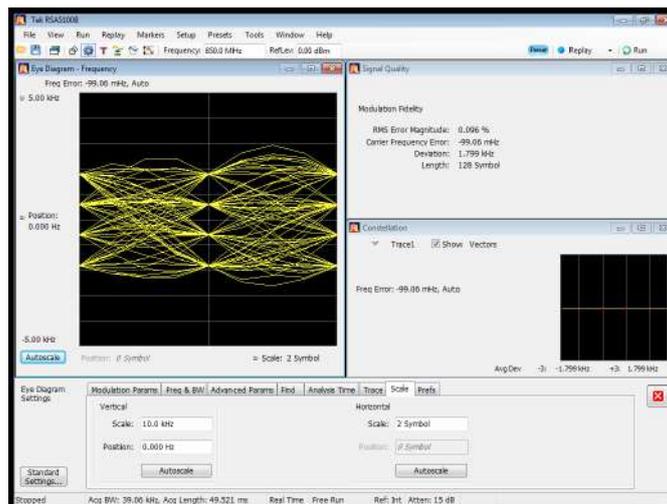


## Приложения для создания сигналов с цифровой модуляцией (тип.)

Опция VM03 W-CDMA (QPSK, 3,840 МГц, 1,85 ГГц, 0 дБм), ср.кв. значение EVM: 1,7 %

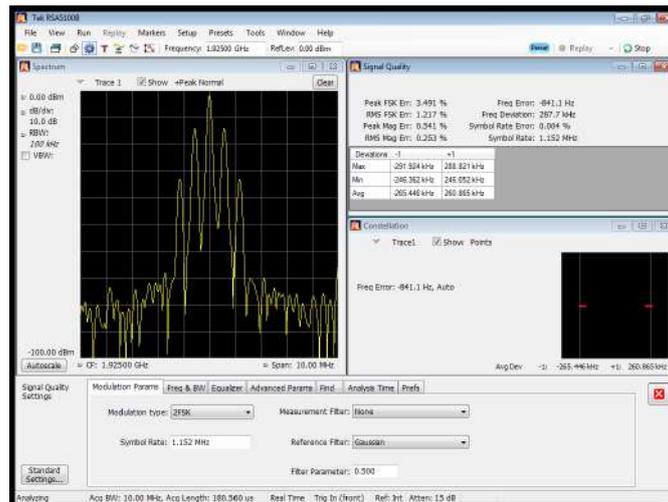


Опция VM04 APCO-25, (4FSK-C4FM, 4,8 квб./с, 850 МГц, 0 дБм), погрешность частоты: 0,5 %

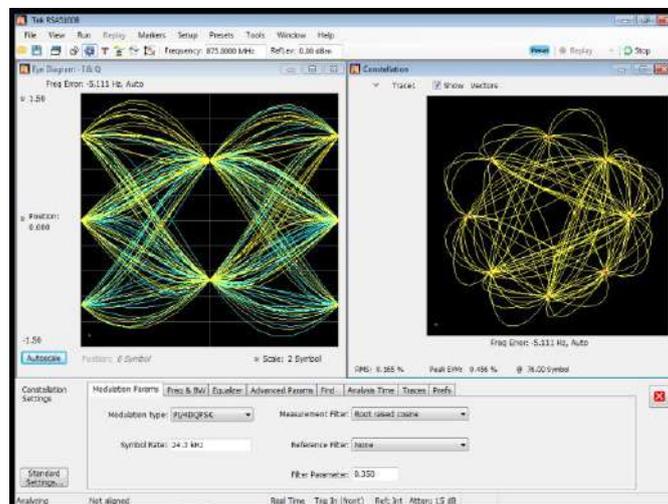


Приложения для создания сигналов с цифровой модуляцией (тип.)

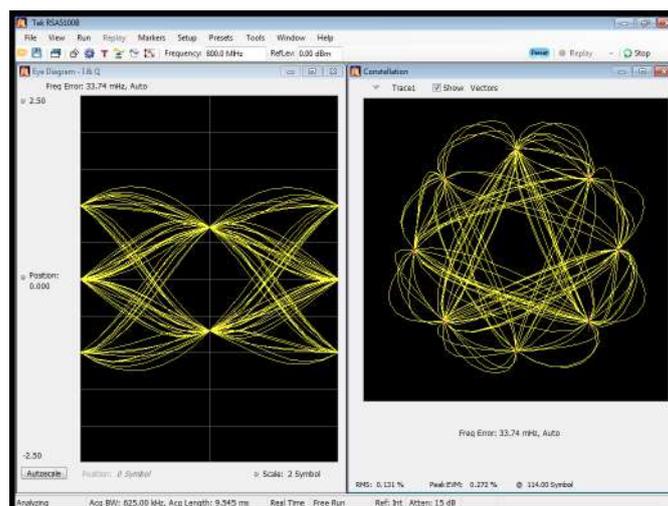
Опция VM05 DECT, (2FSK 1,152 Мбит/с, 1,925 ГГц, 0 дБм), ср.кв. значение погрешности FSK: 1,5 %



Опция VM06 NADC, ( $\pi/4$  DQPSK, 24,3 квыб./с, 875 МГц, 0 дБм), ср.кв. значение EVM: 0,3 %

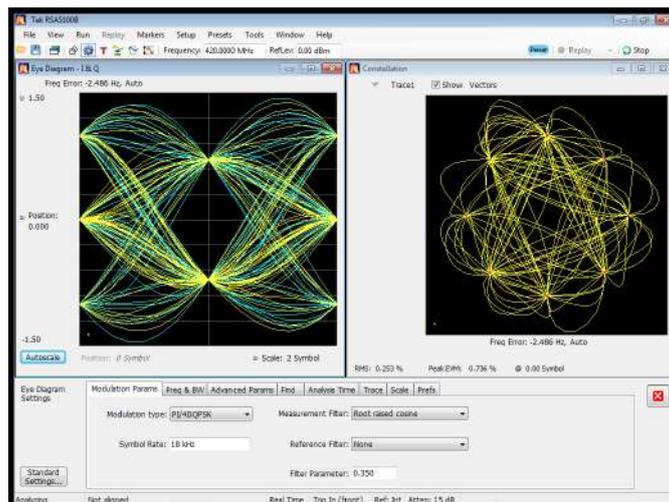


Опция VM07 PDC, ( $\pi/4$  DQPSK, 21 квыб./с, 800 МГц, 0 дБм), ср.кв. значение EVM: 0,6 %

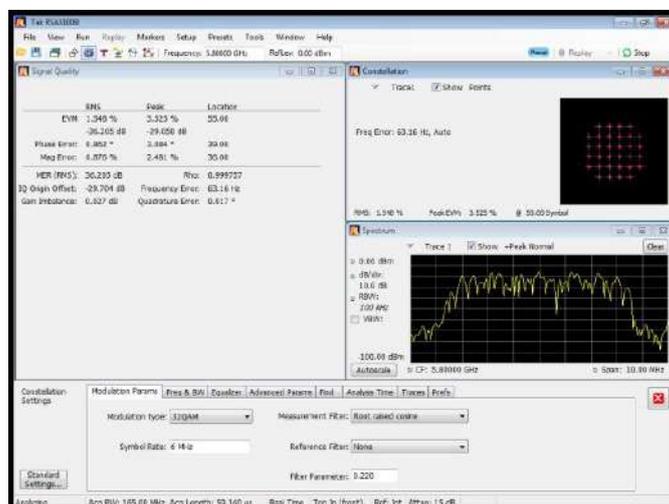


## Приложения для создания сигналов с цифровой модуляцией (тип.)

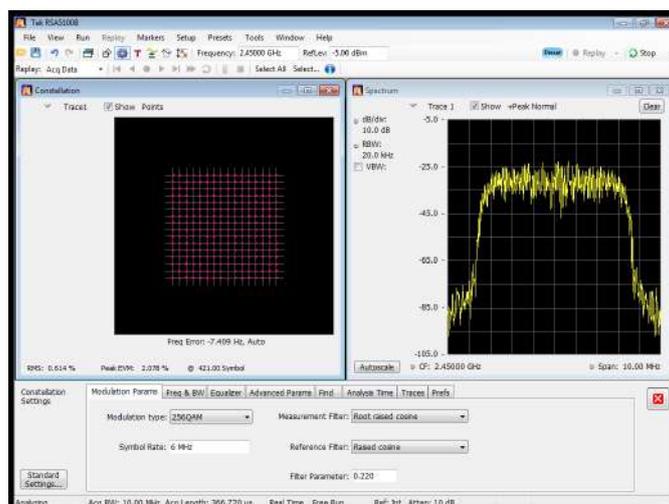
Опция VM08 TETRA, ( $\pi/4$  DQPSK, 18 квыб./с, 420 МГц, 0 дБм), ср.кв. значение EVM: 0,7 %



32QAM, (6 Мвыб./с, 5,8 ГГц, фильтр с характеристикой корень квадратный из косинуса, 0 дБм), ср.кв. значение EVM: 1,6 %



256QAM, (6 Мвыб./с, 2,45 ГГц, фильтр с характеристикой корень квадратный из косинуса, 0 дБм), ср.кв. значение EVM: 1,1 %



### TSG4100A – опция АТТ

Номинальное сопротивление	50 Ом
Номинальное ослабление	30 дБ
Диапазон частот	от 0 до 6 ГГц
Неравномерность ослабления	±0,75 дБ (от 0 до 6 ГГц)
КСВН (макс.)	1,15 (от 0 до 4 ГГц) 1,2 (от 4 до 6 ГГц)
Номинальная мощность	Средняя мощность 5 Вт при температуре окружающей среды до +25 °С, линейно уменьшается до 1 Вт при повышении температуры до +125 °С.
Масса	0,052 кг
Рабочая температура	от –65 до +125 °С
Соответствие стандартам	2011/65/EU (RoHS)

### Выходы маркеров на задней панели

Тип	Тактовая частота символов, кадр данных, TDMA и определяемый пользователем
Амплитуда	от 0,5 до 4 В <sub>пик-пик</sub> (от –2 до +16 дБм)
Выходное сопротивление	50 Ом, связь по переменному току

### Габариты и масса

Размеры	
Высота	114 мм
Ширина	216 мм
Глубина	347 мм
Масса	5,4 кг

### Общие характеристики

Температура		
В рабочем состоянии	от +5 до +40 °С	
При хранении	от –20 до +60 °С	
Относительная влажность	<b>В рабочем состоянии</b>	<b>При хранении</b>
	от 5 до 95 % при температуре до +30 °С	от 5 до 95 % при температуре до +30 °С
	от 5 до 45 % при температуре от +30 до +40 °С, без образования конденсата	от 5 до 45 % при температуре от +30 до +40 °С, без образования конденсата
Высота над уровнем моря		
В рабочем состоянии	до 3000 м	
При хранении	до 12 000 м	
Питание	< 90 Вт, от 90 до 264 В, от 47 до 63 Гц, с компенсацией коэффициента мощности	

## Общие характеристики

### Вибрация и ударные воздействия

#### Случайная вибрация

В рабочем состоянии	При хранении
0,27 г ср.кв., 5-500 Гц, 10 мин. на ось, 3 оси (общая продолжительность 30 мин. для опции M01)	2,28 г ср.кв., 5-500 Гц, 10 мин. на ось, 3 оси (общая продолжительность 30 мин. для опции M01)
0,22 г ср.кв., 5-500 Гц, 10 мин. на ось, 3 оси (общая продолжительность 30 мин. для опции M01 или E1)	2,13 г ср.кв., 5-500 Гц, 10 мин. на ось, 3 оси (общая продолжительность 30 мин. для опции M01 или E1)

#### Механические удары

При хранении
Полусинусоидальные импульсы, 50 г пик., длительность 11 мс, по 3 удара в направлении каждой оси (до 18 ударов для опции M01)
Полусинусоидальные импульсы, 30 г пик., длительность 11 мс, по 3 удара в направлении каждой оси (до 18 ударов для опции M01 или E1)

## Нормативные документы

### Соответствие нормативным документам ЕС по электромагнитной совместимости

Директива Совета ЕС 2004/108/ЕС	EN 61326-1
Излучаемые и кондуктивные электромагнитные помехи	Класс А
Австралия/Новая Зеландия	Австралийский закон о радиосвязи 1992
Корея	КСС

### Безопасность

Сертификаты сторонних организаций

UL 61010; CSA C22.2 No. 61010-1

Соответствие нормативным документам ЕС по низковольтному оборудованию

Директива ЕС по низковольтному оборудованию 2006/95/EC; EN61010-1

#### Соответствие сертификату безопасности

Тип оборудования:	Контрольно-измерительный прибор
Класс безопасности:	Класс 1 – оборудование с защитным заземлением
Степень загрязнения:	2 (в соответствии с IEC61010-1)
Эксплуатация только в помещениях.	

## Информация для заказа

### Модели

При заказе любой базовой модели прибора необходимо выбрать одну из трех опций: M00, M01 или E1. Цена зависит от выбранной опции. См. раздел "Опции".

<b>TSG4102A</b>	Векторный генератор сигналов с диапазоном частот до 2 ГГц, базовая модель
<b>TSG4104A</b>	Векторный генератор сигналов с диапазоном частот до 4 ГГц, базовая модель
<b>TSG4106A</b>	Векторный генератор сигналов с диапазоном частот до 6 ГГц, базовая модель

### Принадлежности в комплекте поставки

Принадлежность	Описание
РЧ кабель	РЧ кабель длиной 1 м с двумя разъемами N-типа
Компакт-диск с документацией	Все модели приборов поставляются с компакт-диском, содержащим файлы с Руководством по эксплуатации на различных языках в формате pdf.
Руководство по вводу в эксплуатацию и безопасности	Все модели приборов поставляются с печатным Руководством по вводу в эксплуатацию и безопасности (на двух языках: английском и русском).
Калибровка	Свидетельство о калибровке
Кабель питания	Зависит от страны, в которую поставляется (см. опции для выбора кабеля питания)

### Гарантийные обязательства

Три года

### Опции прибора

#### Аппаратные опции (для всех стран, за исключением Северной Америки)

При заказе прибора необходимо выбрать опцию M00 или M01.

<b>M00</b>	Прибор с термостатированным генератором тактовой частоты
<b>M01</b>	Прибор с генератором тактовой частоты, управляемым напряжением
<b>GPIB</b>	Дополнительный интерфейс GPIB

#### Аппаратные опции (только для Северной Америки)

При заказе прибора необходимо выбрать опцию E1.

<b>E1</b>	Прибор с термостатированным генератором тактовой частоты и интерфейсом GPIB
-----------	---

#### Аппаратные опции (для всех регионов)

<b>TSG4100A-RM1</b>	Комплект для монтажа в стойку одного прибора (заказывается отдельно)
<b>TSG4100A-RM2</b>	Комплект для монтажа в стойку двух приборов (заказывается отдельно)
<b>TSG4100A-ATT</b>	РЧ аттенюатор 30 дБ, 5 Вт, до 6 ГГц
<b>D1</b>	Свидетельство о проверке с результатами испытаний

## Программные опции

Для обновления функций векторной/цифровой модуляции и/или добавления опций модуляции после покупки прибора, укажите в заказе "TSG4100A-UP + VMxx" вместо "TSG410xA VMxx".

VM00	Базовые форматы векторной модуляции с внутренним источником модулирующего сигнала с полосой 6 МГц
VM01	Модуляция GSM (необходима опция VM00)
VM02	Модуляция GSM EDGE (необходима опция VM00)
VM03	Модуляция W-CDMA (необходима опция VM00)
VM04	Модуляция APCO-25 (необходима опция VM00)
VM05	Модуляция DECT (необходима опция VM00)
VM06	Модуляция NADC (необходима опция VM00)
VM07	Модуляция PDC (необходима опция VM00)
VM08	Модуляция TETRA (необходима опция VM00)
VM10	Аудиосигнал (аналоговая АМ и ЧМ)
EIQ	Внешний источник модулирующего сигнала с полосой 200 МГц (необходима опция VM00)

## Кабель питания

Опция A0	Вилка питания для сетей Северной Америки (115 В, 60 Гц)
Опция A1	Вилка питания для сетей Европы (220 В, 50 Гц)
Опция A2	Вилка питания для сетей Великобритании (240 В, 50 Гц)
Опция A3	Вилка питания для сетей Австралии (240 В, 50 Гц)
Опция A5	Вилка питания для сетей Швейцарии (220 В, 50 Гц)
Опция A6	Вилка питания для сетей Японии (100 В, 50/60 Гц)
Опция A10	Вилка питания для сетей Китая (50 Гц)
Опция A11	Вилка питания для сетей Индии (50 Гц)
Опция A12	Вилка питания для сетей Бразилии (60 Гц)
Опция A99	Шнур электропитания отсутствует

## Руководство пользователя

Закажите данную опцию для получения печатной версии Руководства пользователя на английском языке. (Электронная версия в этого Руководства в формате pdf находится на компакт-диске, поставляемом с прибором, или может быть загружена с веб-сайта Tektronix.)

Опция L0	Руководство на английском языке
----------	---------------------------------

## Сервисные опции

Опция C3	Услуги по калибровке в течение 3 лет
Опция C5	Услуги по калибровке в течение 5 лет
Опция D1	Протокол с данными калибровки
Опция D3	Протокол с данными калибровки за 3 года (с опцией C3)
Опция D5	Протокол с данными калибровки за 5 лет (с опцией C5)
Опция R5	Ремонт в течение 5 лет (включая гарантийное обслуживание)

# Векторный генератор ВЧ сигналов серии TSG4100A



Компания Tektronix имеет сертификаты ISO 9001 и ISO 14001 от SRI Quality System Registrar.



Продукты соответствуют требованиям стандартов IEEE 488.1-1987, RS-232-C, а также стандартам и техническим условиям компании Tektronix.



Оцениваемая сфера товарного производства: планирование, разработка и производство электронных контрольно-измерительных приборов.

Юго-Восточная Азия/Австралия (65) 6356 3900  
Бельгия 00800 2255 4835\*  
Центральная и Восточная Европа и Прибалтика +41 52 675 3777  
Финляндия +41 52 675 3777  
Гонконг 400 820 5835  
Япония 81 (3) 6714 3086  
Ближний Восток, Азия и Северная Америка +41 52 675 3777  
КНР 400 820 5835  
Республика Корея +822-6917-5084, 822-6917-5080  
Испания 00800 2255 4835\*  
Тайвань 886 (2) 2656 6688

Австрия 00800 2255 4835\*  
Бразилия +55 (11) 3759 7627  
Центральная Европа & Греция +41 52 675 3777  
Франция 00800 2255 4835\*  
Индия 000 800 650 1835  
Люксембург +41 52 675 3777  
Нидерланды 00800 2255 4835\*  
Польша +41 52 675 3777  
Россия & СНГ +7 (495) 6647564  
Швеция 00800 2255 4835\*  
Великобритания & Ирландия 00800 2255 4835\*

Балканские страны, Израиль, ЮАР и другие страны ISE +41 52 675 3777  
Канада 1 800 833 9200  
Дания +45 80 88 1401  
Германия 00800 2255 4835\*  
Италия 00800 2255 4835\*  
Мексика, Центральная и Южная Америка, Карибы 52 (55) 56 04 50 90  
Норвегия 800 16098  
Португалия 80 08 12370  
ЮАР +41 52 675 3777  
Швейцария 00800 2255 4835\*  
США 1 800 833 9200

\* Европейский бесплатный номер. Если он недоступен, звоните: +41 52 675 3777

**Дополнительная информация.** Компания Tektronix располагает обширной и постоянно расширяющейся коллекцией указаний по применению, технических описаний и других ресурсов в помощь инженерам, работающим над передовыми технологиями. Посетите сайт [ru.tek.com](http://ru.tek.com).

Copyright © Tektronix, Inc. Все права защищены. Изделия Tektronix защищены патентами США и других стран, выданными и находящимися на рассмотрении. Информация в этой публикации заменяет все опубликованные ранее материалы. Компания оставляет за собой право изменения цены и технических характеристик. TEKTRONIX и TEK являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc. Все другие торговые марки являются знаками обслуживания, товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками соответствующих компаний.



08 Jan 2018 77U-60043-3

[ru.tek.com](http://ru.tek.com)

**Tektronix**<sup>®</sup>

