

Инструкция по эксплуатации
FNIRSI TSG3020/TSG6020

двухканальный генератор сигналов 30/60 МГц

Содержание

- 1. Меры безопасности — с. 3
- 2. Обзор изделия — с. 4
- 3. Начало работы — с. 10
- 4. Расширенные функции — с. 14
- 5. Поиск и устранение неисправностей — с. 46
- 6. Обслуживание и уход — с. 46
- 7. Контакты — с. 48
- 8. Гарантийная информация — с. 49
- Приложение A: Состояние после сброса к заводским настройкам — с. 50
- Приложение B: Технические характеристики — с. 52
- Приложение C: Комплект поставки — с. 56

1. Меры безопасности

1.1 Термины и символы безопасности

В данном руководстве могут встречаться следующие термины:

- Предупреждение: указывает на условия или действия, которые могут привести к серьёзной травме или смерти.
- Осторожно: указывает на условия или действия, которые могут привести к повреждению изделия или иного имущества.

На изделии могут встречаться следующие термины:

- Опасно: указывает на то, что выполнение действия может привести к травме.
- Предупреждение: указывает на то, что выполнение действия может быть опасным.
- Осторожно: указывает на то, что выполнение действия может привести к повреждению изделия или подключённых к нему устройств.

1.2 Общие меры безопасности

Изделие разработано и изготовлено в строгом соответствии с требованиями безопасности GB4793 для электронных измерительных приборов и международного стандарта IEC 61010-1. Оно соответствует требованиям к изоляции при перенапряжении CAT I 300 В и степени загрязнения 1. Внимательно прочитайте следующие меры безопасности:

- Для предотвращения поражения электрическим током или возгорания используйте только штатный кабель питания и адаптер, одобренные для применения в вашей стране или регионе.
- Прибор заземлён через защитный проводник заземления в кабеле питания.
- Во избежание поражения электрическим током перед началом работы убедитесь, что розетка правильно заземлена.
- Перед подключением любых входных или выходных клемм, кроме кабеля питания, убедитесь, что клемма защитного заземления надёжно соединена с заземлением сети питания. Во избежание травм и повреждения оборудования обслуживание прибора должен выполнять только квалифицированный персонал.

- Для предотвращения возгорания и поражения электрическим током всегда соблюдайте номинальный рабочий диапазон и маркировку изделия.
- Эксплуатация за пределами номинальных ограничений строго запрещена.
- Перед использованием проверьте все принадлежности на наличие механических повреждений. Не используйте повреждённые принадлежности и своевременно заменяйте их.
- Используйте только принадлежности, поставляемые с изделием.
- Не вставляйте металлические предметы во входные и выходные клеммы.
- При подозрении на повреждение изделия поручите его осмотр квалифицированному сервисному персоналу.
- Не эксплуатируйте изделие с открытым корпусом.
- Не работайте в условиях повышенной влажности.
- Содержите поверхность изделия чистой и сухой.

2. Обзор изделия

2.1 Основные возможности

- Два канала, максимальная выходная частота 60 МГц / 30 МГц, максимальная амплитуда выхода 20 В размах (Впп).
- Высокоточная технология прямого цифрового синтеза DDS (Direct Digital Synthesis) с частотой дискретизации 200 Мвыб/с и вертикальным разрешением 14 бит.
- Инновационная технология ZeroSurge снижает выброс, ускоряет фронты и повышает точность прямоугольных сигналов, импульсов и пилообразных сигналов. Коэффициент заполнения, длительность импульса, время фронта и симметрия плавно регулируются.
- Инновационная технология VeriPoint обеспечивает поточечный вывод произвольных сигналов с малым джиттером в пределах длины 4K точек при плавно перестраиваемой частоте дискретизации от 1 выб/с до 200 Мвыб/с с сохранением всех деталей сигнала.
- 7-разрядный высокоточный частотомер, совместимый с сигналами уровня TTL.

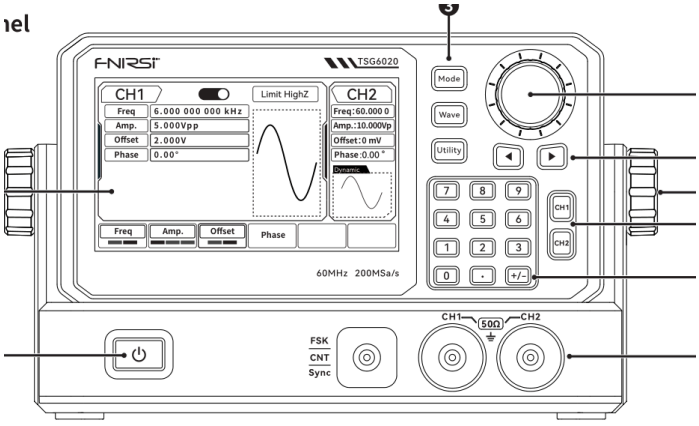
- Поддержка хранения 24 наборов энергонезависимых цифровых произвольных сигналов.
- Широкие возможности аналоговой и цифровой модуляции: AM, FM, PM, ASK, PSK, FSK.
- Поддержка выхода с качанием частоты.
- Сенсорный экран TFT-LCD 4.3 дюйма с двумя способами управления: сенсорным и кнопочным.
- Стандартные интерфейсы: USB Device и вход питания Type-C. Поддерживается работа от внешних аккумуляторов для полевых условий.

2.2 Выходные характеристики

- Канал: CH1, CH2
- Диапазон амплитуды: 2 мВрр~20 Врр (высокий импеданс, <10 МГц) / 2 мВрр~10 Врр (высокий импеданс, >10 МГц) / 1 мВрр~10 Врр (50 Ом, <10 МГц) / 1 мВрр~5 Врр (50 Ом, >10 МГц)
- Формы сигналов: синусоида, прямоугольник, импульс, пила, произвольная форма, шум, DC
- Модуляция: AM, FM, PM, ASK, PSK, FSK
- Качание (Sweep): линейное качание, логарифмическое качание

2.3 Описание передней панели и кнопок

2.3.1 Передняя панель



1: Экран: цветной ЖК-дисплей TFT диагональю 4,3 дюйма высокого разрешения. Разные цвета подсветки позволяют четко различать состояние выходов канала 1 и канала 2, функциональные меню и другие важные сведения.

2: Кнопка питания: при включении прибора подсвечивается индикатор кнопки питания. Для выключения прибора нажмите и удерживайте кнопку.

3: Функциональные клавиши: Mode, Wave и Utility. Служат для настройки параметров модуляции, выбора базовых форм сигнала и доступа к вспомогательным функциям.

4: Многофункциональная ручка/кнопка: вращением ручки изменяют числовые значения (по часовой стрелке — увеличение) либо используют её как регулятор направления. Нажатие ручки выбирает функцию или подтверждает установленный параметр.

5: Клавиши направления: применяются вместе с многофункциональной ручкой для перевода разряда при установке параметров.

6: Ручка регулировки угла экрана: позволяет выставить удобный угол обзора экрана. Экран поворачивается до 90°.

7: Кнопки управления выходом каналов CH1/CH2: быстрое переключение активного канала на экране. Одно нажатие включает или отключает выход. При включённом выходе подсветка кнопки горит, а информационная метка показывает функцию выхода (включая расширенные режимы, если они включены). При отключённом выходе подсветка гаснет и выход закрывается.

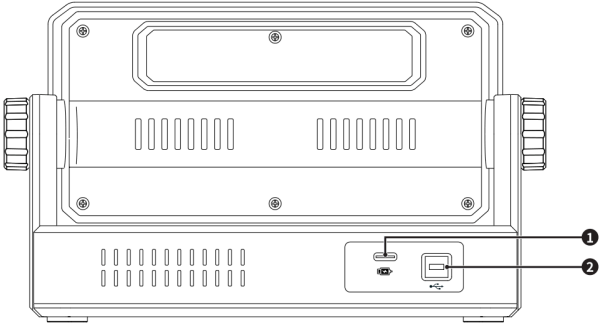
8: Цифровая клавиатура: цифровые клавиши (0–9), десятичная точка (.) и клавиша знака (+/−) для прямого ввода параметров.

9: Выходные разъёмы (слева направо): выход синхронизации / вход частотомера, разъём выхода CH1, разъём выхода CH2. FSK, сигнал синхронизации и частотомер используют один и тот же разъём.

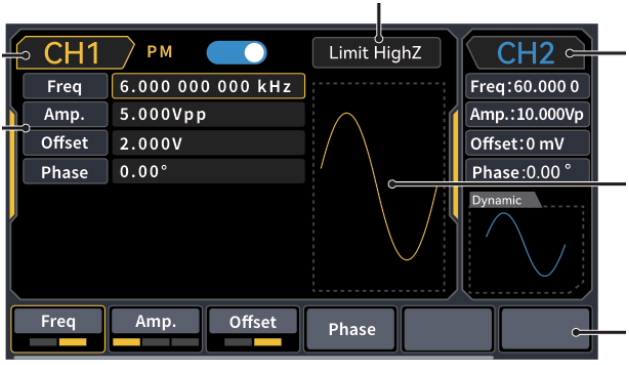
Примечание:

- Выходные разъёмы каналов оснащены защитой от перенапряжения. Защита срабатывает при выполнении любого из следующих условий:
- Когда амплитуда выходного сигнала установлена выше 250 мВпп, а входное напряжение превышает |±12,5 В| на частотах ниже 10 кГц.
- Когда амплитуда выходного сигнала установлена на уровне 250 мВпп или ниже, а входное напряжение превышает |±2,5 В| на частотах ниже 10 кГц.
- При срабатывании защиты от перенапряжения выход канала автоматически отключается.

2.3.2 Задняя панель



2.3.3 Пользовательский интерфейс



1: Интерфейс питания: номинальный выход 5 В, 2 А. Для оптимального отношения сигнал/шум рекомендуется использовать штатный адаптер питания.

2: USB-интерфейс: служит для подключения к компьютеру по USB для удалённого обмена данными.

3: Переключатель выхода CH1: нажмите, чтобы включить выход канала 1. Когда кнопка становится синей, выход активен.

4: Список параметров сигнала: отображает параметры текущего сигнала в виде списка. Параметр, выделенный жёлтой рамкой, можно изменять программными кнопками меню, цифровой клавиатурой, клавишами направления или многофункциональной ручкой. Если цвет фона значения совпадает с цветом текущего канала, параметр находится в режиме редактирования и изменяется клавишами направления, цифровой клавиатурой или многофункциональной ручкой.

5: Информация о нагрузке. «Limit HighZ» означает, что выходное сопротивление установлено на высокий импеданс (регулируется от 1 Ом до 9999 Ом, по умолчанию высокий импеданс). Коснитесь этого поля для быстрого перехода к интерфейсу настройки нагрузки.

6: Свёрнутое представление CH2. Когда информация о канале свёрнута, в этой области прокручивается и отображается

информация о выходной осциллограмме. Нажмите на метку «CH2» или на область отображения осциллограммы, чтобы развернуть интерфейс настроек текущего канала. Развёрнутые настройки выполняются так же, как описано выше.

7: Область отображения осциллограммы. Показывает форму сигнала, заданную для канала. Цвет осциллограммы указывает, какому каналу она принадлежит. Список параметров слева отображает значения, относящиеся к осциллограмме. Коснитесь этой области для быстрого переключения типа сигнала. Примечание: при входе в системные настройки область отображения осциллограммы скрывается и заменяется расширенным списком параметров.

8: Надписи программируемых кнопок. Это экранные кнопки меню для выбора сигнала и операций с меню. Жёлтая рамка выделения показывает текущий выбранный пункт.

3. Начало работы

3.1 Общая проверка

При получении нового прибора рекомендуется проверить его, выполнив описанные ниже шаги.

3.1.1 Проверка упаковки и внешнего вида

- Если упаковочная коробка или пенопластовая прокладка серьёзно повреждены, обратитесь к дистрибьютору или в местное представительство производителя.
- Если прибор повреждён при транспортировке, сохраните упаковку и сообщите транспортной компании и дистрибьютору. Дистрибьютор организует ремонт или замену.

3.1.2 Проверка принадлежностей

- Комплект поставки: адаптер питания, кабель BNC (1m), кабель BNC — зажим «крокодил», гарантийный талон.
- При отсутствии или повреждении принадлежностей обратитесь к дистрибьютору или в местное представительство производителя.

3.1.3 Осмотр прибора

- Если прибор имеет физические повреждения, работает неправильно или не проходит проверку характеристик, обратитесь к дистрибьютору или в местное представительство производителя.

3.2 Вывод основных сигналов

3.2.1 Установка частоты выходного синусоидального сигнала

По умолчанию на выходе формируется синусоидальный сигнал 1 кГц с размахом 100 мВ Впп.

Чтобы изменить частоту на 1 МГц:

Коснитесь области отображения осциллограммы или нажмите «Wave» → «Sine» → «Frequency», затем введите с цифровой клавиатуры «1» и выберите единицу «MHz».

3.2.2 Настройка амплитуды синусоиды

Амплитуда по умолчанию (Впп) — 100 мВ.

Чтобы установить амплитуду 1 Впп:

Коснитесь области осциллограммы или нажмите «Wave» → «Sine» → «Amplitude», введите «1» с цифровой клавиатуры и выберите единицу «Vpp».

3.2.3 Настройка напряжения смещения синусоиды

Напряжение смещения по умолчанию — 0 В.

Чтобы установить смещение -150 мВ:

Коснитесь области осциллограммы или нажмите «Wave» → «Sine» → «Offset», введите «-150» с цифровой клавиатуры и выберите единицу «mVpp».

※ Примечание. Этот параметр также можно регулировать многофункциональной ручкой и кнопками со стрелками.

3.2.4 Настройка фазы

Фаза по умолчанию — 0°. Чтобы установить фазу 90°, нажмите кнопку «Phase», введите «90» с цифровой клавиатуры и выберите нужную единицу.

3.2.5 Установка коэффициента заполнения импульсного сигнала

По умолчанию импульсный сигнал имеет частоту 1 МГц и коэффициент заполнения 50%. Для установки коэффициента заполнения 25%:

Коснитесь области осциллограммы или нажмите «Wave» → «Pulse» → «Duty Cycle», введите «25» на цифровой клавиатуре и выберите единицу «%».

3.2.6 Установка симметрии пилообразного сигнала

Частота пилообразного сигнала по умолчанию 1 кГц. Для установки симметрии 75% для треугольного сигнала:

Коснитесь области осциллограммы или нажмите «Wave» → «Ramp» → «Symmetry», введите «75» на цифровой клавиатуре и выберите единицу «%».

3.2.7 Установка смещения DC

Для установки смещения DC 1 В:

Коснитесь области осциллограммы или нажмите «Wave», сдвиньте меню осциллограмм и выберите «DC», затем введите «1» на цифровой клавиатуре и выберите единицу «V».

3.2.8 Установка шумового сигнала

Для установки шумового сигнала с размахом 500mVpp и смещением DC 1 В:

Коснитесь области осциллограммы или нажмите «Wave» → «Noise» → «Amplitude», введите «500» и выберите единицу «mV», затем выберите «Offset», введите «1» и выберите единицу «V».

3.3 Настройки служебных функций

Служебное меню позволяет настраивать и просматривать параметры выхода канала, выхода синхронизации, частотомера, системных настроек, подсветки, языка, экранной заставки и сведений об устройстве (версия ПО).

- Меню функций: настройки канала 1, настройки канала 2
- Выход канала: Off, On
- Инверсия канала: Off, On
- Нагрузка: 50 Ом, 70 Ом, High-Z (1 Ом ~ 9999 Ом)
- Ограничение амплитуды: Off, On
- Верхний предел амплитуды: 10.000 Впп — задаёт верхний предел амплитуды на выходе канала
- Нижний предел амплитуды: -10.000 Впп — задаёт нижний предел амплитуды на выходе канала

1: Выход канала: включение или отключение выхода канала. Примечание: выход можно быстро переключить кнопками CH1/CH2 на передней панели или на сенсорном экране.

2: Инверсия канала: значение «Off» или «On» отключает или включает инверсию сигнала выбранного канала.

3: Нагрузка (Load): фиксированный импеданс (50 Ом, High-Z) или произвольное значение от 1 Ом до 9999 Ом

4: Ограничение амплитуды (Amplitude Limit): при включении ограничивает амплитуду выхода для защиты нагрузки. Значения "On" и "Off"

5: Верхний предел амплитуды: задаёт максимальную амплитуду выхода канала

6: Нижний предел амплитуды: задаёт минимальную амплитуду выхода канала

3.3.1 Настройки системы

- Система, синхронизация выхода: Канал 1, Канал 2, Выкл. — вывод сигнала синхронизации
- Система, начальная фаза: независимая, синхронизированная
- Система, язык: английский, упрощённый китайский
- Система, громкость: 0%~100%
- Система, разделитель: пробел, запятая, нет

- Система, подсветка: 5%~100%
- Система, сброс к заводским настройкам: восстановление заводских настроек

Перейдите в Utility → System, чтобы открыть системные настройки.

1: Синхронизация выхода: выбор источника сигнала синхронизации. Варианты: «CH1», «CH2» или «Off».

2: Начальная фаза: выбор независимой или синхронизированной начальной фазы для CH1 и CH2. Независимая: фазы CH1 и CH2 не связаны. Синхронизированная: CH1 и CH2 стартуют с одинаковой начальной фазой.

3: Язык: установка языка системы. Варианты: английский и упрощённый китайский.

4: Громкость: регулировка громкости звука нажатий. Ползунок от 0% до 100%.

5: Разделитель чисел: установка разделителя для числовых значений. Варианты: запятая, пробел или без разделителя.

6: Подсветка: регулировка яркости экрана. Ползунок от 5% до 100%.

7: Сброс к заводским настройкам: восстановление всех настроек по умолчанию.

3.3.2 Частотомер

- Генератор функций и произвольных сигналов измеряет частоту и коэффициент заполнения TTL-совместимых сигналов в диапазоне от 100 мГц до 100 МГц. Частотомер работает через разъём INPUT/CNT/Sync, на который должен подаваться TTL-совместимый сигнал.
- Перейдите в Utility → Counter для просмотра измерений частоты, периода и коэффициента заполнения. При отсутствии подключённого сигнала на экране остаются последние измеренные значения. Счётчик обновляется только при подаче сигнала уровня TTL.

4. Расширенные функции

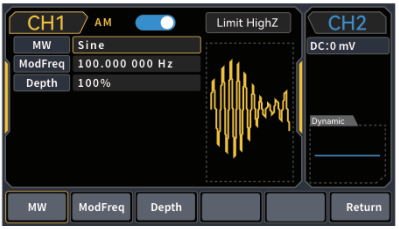
В этой главе описаны функции модуляции: AM, PM, FM, FSK, PSK и ASK. Нажмите клавишу Mode для входа в режим модуляции, повторное нажатие — для выхода.

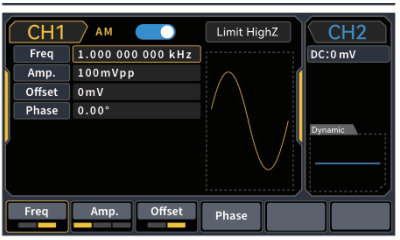
4.1 Выходные модулированные сигналы

4.1.1 Амплитудная модуляция (AM)

При амплитудной модуляции модулированный сигнал обычно состоит из несущей и модулирующего колебания. Амплитуда несущей изменяется в соответствии с модулирующим сигналом. Режимы модуляции каналов CH1 и CH2 независимы, для каждого канала можно задать одинаковый или разный тип модуляции.

- Выбор амплитудной модуляции: нажмите «Mode» → «AM». После включения AM прибор выдаёт модулированный сигнал в соответствии с текущими настройками модуляции и несущей.
- Выбор формы несущей: несущая может быть синусоидальной, прямоугольной, пилообразной или произвольной. По умолчанию используется синусоида. После входа в режим AM нажмите клавишу [Wave] для перехода к настройкам формы несущей.



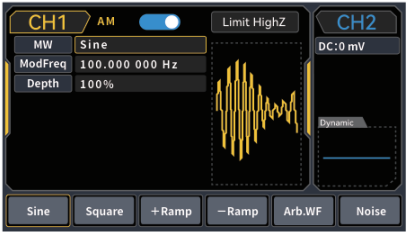


Установка несущей частоты. Доступный диапазон частот зависит от выбранной формы несущей. Частота по умолчанию — 1 кГц. Подробности в таблице ниже.

Форма несущей, меню функций TSG3020 и TSG6020, минимум и максимум:

- Синус, TSG3020: 1 мкГц — 30 МГц, TSG6020: 1 мкГц — 60 МГц
- Прямоугольник, TSG3020: 1 мкГц — 24 МГц, TSG6020: 1 мкГц — 24 МГц
- Треугольник, TSG3020: 1 мкГц — 20 МГц, TSG6020: 1 мкГц — 20 МГц
- Импульс, TSG3020: 1 мкГц — 24 МГц, TSG6020: 1 мкГц — 24 МГц
- Произвольная, TSG3020: 1 мкГц — 10 МГц, TSG6020: 1 мкГц — 10 МГц

Выбор формы модулирующего сигнала. При работе от внутреннего источника модуляции доступны формы: синус, прямоугольник, нарастающая пила, спадающая пила, произвольная форма и шум. По умолчанию используется синус. После включения AM форма модуляции также устанавливается на синус. Для изменения используйте многофункциональную ручку или нажмите «Mod Wave» на экране модуляции AM.



- Прямоугольный сигнал: коэффициент заполнения 50%
- Нарастающая пила: симметрия 100%
- Убывающая пила: симметрия 0%
- Произвольный сигнал: длина 4 тыс. точек, режим DDS
- Шум: белый гауссов шум

Установка частоты модуляции: задаёт частоту модулирующего сигнала в диапазоне от 2 мГц до 200 кГц (по умолчанию 100 Гц). После включения функции AM частота модуляции по умолчанию равна 100 Гц. Чтобы изменить её, вращайте многофункциональную ручку в интерфейсе функции AM либо нажмите программную кнопку Mod Freq, затем введите число с цифровой клавиатуры и выберите соответствующую единицу измерения.

Установка глубины модуляции: глубина модуляции показывает степень изменения амплитуды в процентах. Глубину модуляции AM можно задать от 0% до 120%, по умолчанию 100%.

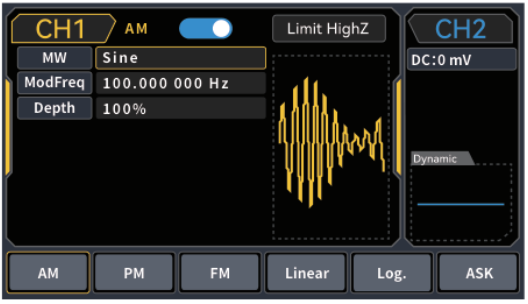
- При глубине 0% на выходе формируется постоянный по амплитуде сигнал (равный половине амплитуды несущей).
- При глубине 100% амплитуда изменяется линейно в соответствии с модулирующим сигналом.
- Если глубина превышает 100%, амплитуда на выходе не превышает 10 Впп (при нагрузке 50 Ом).

Для регулировки глубины используйте многофункциональную ручку в интерфейсе амплитудной модуляции или нажмите программную кнопку «Mod Depth», затем введите значение с цифровой клавиатуры и выберите соответствующую единицу.

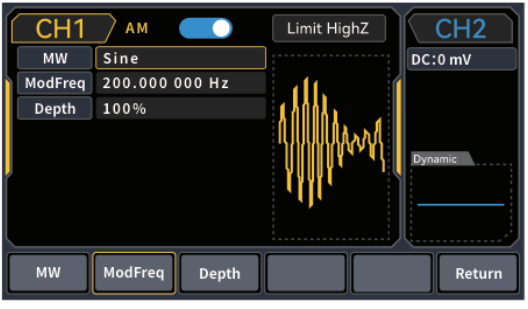
Комплексный пример:

Сначала переведите прибор в режим амплитудной модуляции (AM). Затем задайте в качестве модулирующего сигнала внутреннюю синусоиду 200 Гц, а в качестве несущего сигнала — прямоугольный сигнал частотой 10 кГц, амплитудой 200 мВпп и коэффициентом заполнения 45%. В завершение установите глубину модуляции 80%. Конкретные шаги приведены ниже.

1: Включение функции амплитудной модуляции (AM). Нажмите последовательно «Mode» → «Amplitude Modulation», чтобы включить AM.



2: Установка параметров модулирующего сигнала. После шага 1 нажмите кнопку «Modulation Frequency», введите 200 с помощью цифровой клавиатуры и выберите единицу Гц.

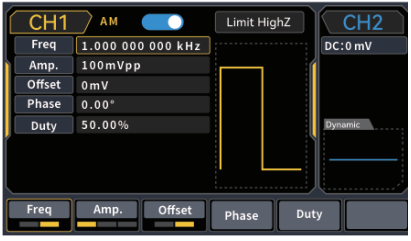


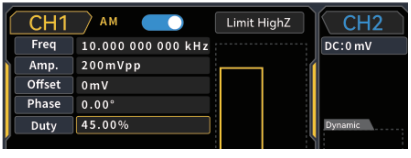
3. Форма и параметры несущего сигнала
Нажмите клавишу Wave, чтобы перейти к экрану выбора формы несущего сигнала. В качестве несущего выберите прямоугольную форму (по умолчанию — синусоида).

- Коснитесь программной клавиши «Frequency», введите 10 на цифровой клавиатуре и выберите единицу кГц.
- Коснитесь программной клавиши «Amplitude», введите 200 на цифровой клавиатуре и выберите единицу мВпп.

• Коснитесь программной клавиши «Duty Cycle», введите 45 на цифровой клавиатуре и выберите единицу %.

См. рисунок справа.





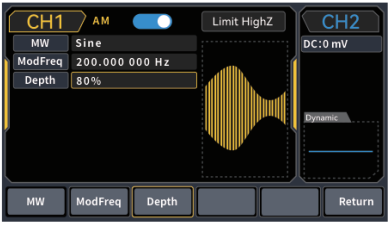
4. Глубина модуляции

После установки параметров несущего сигнала нажмите «Mode» → программную клавишу «AM», чтобы перейти к настройкам амплитудной модуляции.

Коснитесь программной клавиши «Modulation Depth», введите 80 на цифровой клавиатуре и выберите единицу %.

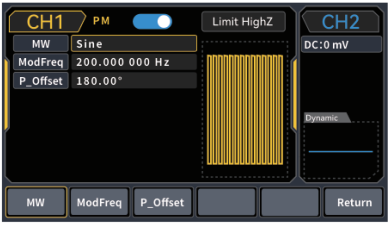


(5) Включение выхода канала. Нажмите кнопку CH1 или коснитесь значка выхода на экране, индикатор подтвердит, что выход канала включён.

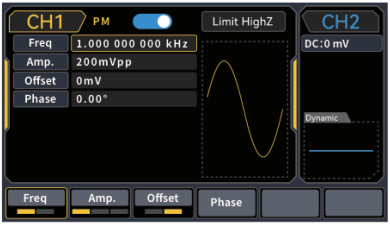


4.1.2 Фазовая модуляция (PM)

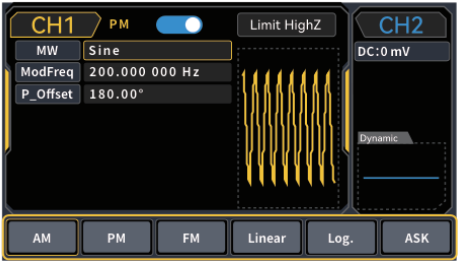
При фазовой модуляции модулированный сигнал обычно состоит из несущей и модулирующего колебания, при этом фаза несущей изменяется в соответствии с амплитудой модулирующего сигнала. Выбор модуляции PM. Нажмите последовательно «Mode» → «Phase Modulation». После включения PM прибор выдаёт модулированный сигнал с текущими настройками модуляции и несущей.



Выбор формы несущей. Несущая может быть синусоидальной, прямоугольной, пилообразной или произвольной формы, по умолчанию используется синусоида. Выбрав модуляцию PM, нажмите клавишу «Wave», чтобы перейти к экрану выбора формы несущей.



Установка несущей частоты. См. раздел о несущей частоте AM. Выбор модулирующей волны. Источник модуляции внутренний. Модулирующая волна может быть синусоидальной, прямоугольной, нарастающей пилой, спадающей пилой, произвольной формы или шумом, по умолчанию используется синусоида. После включения функции PM модулирующая волна по умолчанию синусоидальная. Чтобы изменить её, используйте многофункциональную ручку или нажмите «Модулирующая волна» на экране настроек фазовой модуляции.



- Прямоугольная волна: коэффициент заполнения 50%
- Нарастающая пила: симметрия 100%
- Спадающая пила: симметрия 0%
- Произвольная волна: при выборе в качестве модулирующей генератор функций и произвольных сигналов ограничивает длину произвольной волны значением 4 тыс. точек с автоматической дискретизацией
- Шум: белый гауссов шум

Настройка частоты модуляции. Задайте частоту модулирующей волны в диапазоне от 2 мГц до 20 кГц (по умолчанию 100 Гц). После включения функции PM частота модуляции по умолчанию равна 100 Гц. Чтобы изменить её, используйте многофункциональную ручку на экране настроек PM или нажмите программную клавишу «Modulation Frequency», затем введите значение с цифровой клавиатуры и выберите программную клавишу единицы измерения, чтобы завершить настройку.

Установка фазового сдвига

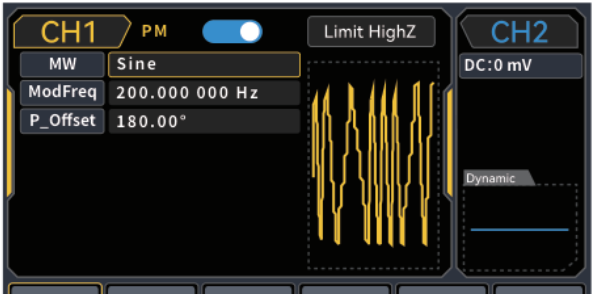
После включения фазовой модуляции (PM) фазовый сдвиг задаёт разность фаз между модулированным PM-сигналом и несущей. Диапазон фазового сдвига — от 0° до 360°, по умолчанию 180°. Для изменения используйте многофункциональную ручку вместе со стрелками или нажмите «Phase Offset» на экране настроек PM.

Комплексный пример

Сначала установите прибор в режим фазовой модуляции (PM). Затем задайте внутренний синусоидальный сигнал 200 Гц как модулирующий и синусоидальный сигнал 900 Гц амплитудой 100 мВпп как несущий. В завершение установите фазовый сдвиг 200°. Порядок действий приведён ниже.

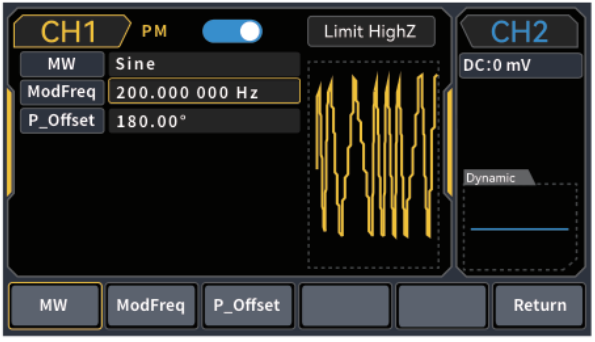
(1) Функция фазовой модуляции (PM)

Последовательно нажмите «Mode» → «Phase Modulation», чтобы включить PM.

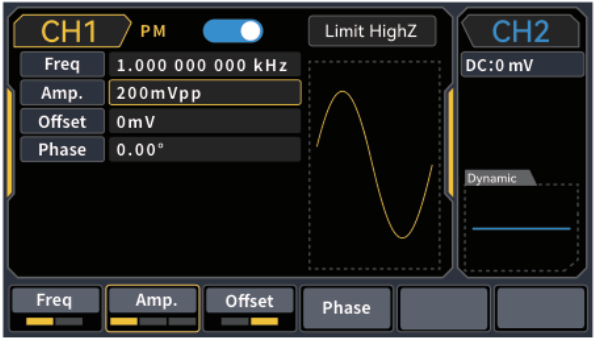


(2) Установка параметров модулирующего сигнала

После шага (1) нажмите программную кнопку «Modulation Frequency», введите 200 с цифровой клавиатуры, затем выберите единицу Гц.

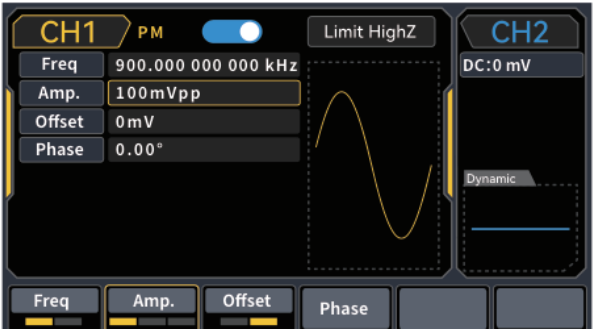


3. Установка формы и параметров несущего сигнала
Нажмите клавишу Wave, чтобы перейти к экрану выбора формы несущего сигнала, затем выберите прямоугольную форму (Square) в качестве несущей (по умолчанию используется синусоида).

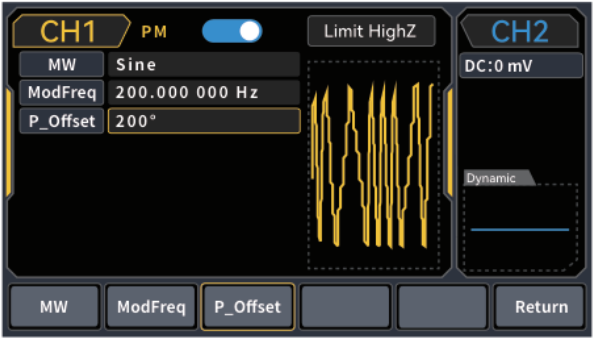


Нажмите экранную клавишу «Frequency» для установки частоты, введите 900 на цифровой клавиатуре, затем выберите единицу Гц.

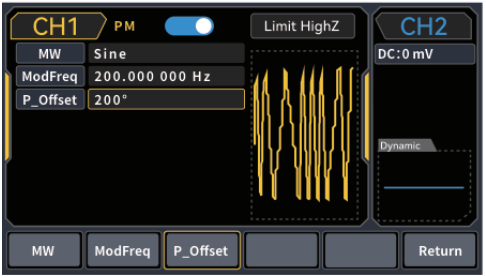
Нажмите экранную клавишу «Amplitude» для установки амплитуды, введите 100 на цифровой клавиатуре, затем выберите единицу мВпп. См. рисунок справа.



4. Установка фазового сдвига
После настройки параметров несущей нажмите «Mode» → «Phase Modulation», чтобы перейти к настройкам PM.
Нажмите экранную клавишу «Phase Offset», введите 200 на цифровой клавиатуре, затем выберите единицу °.



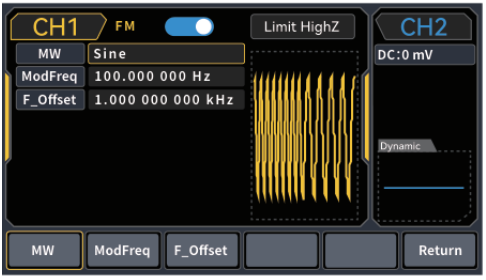
5: Включение выхода канала. Нажмите клавишу CH1. Горящий индикатор означает, что выход канала включён.

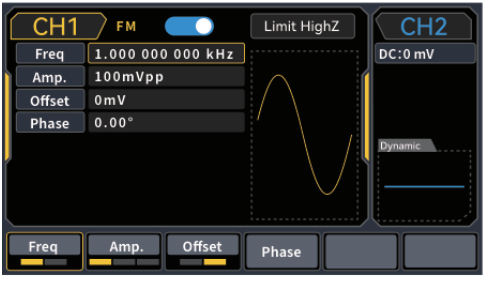


4.1.3 Частотная модуляция (FM)

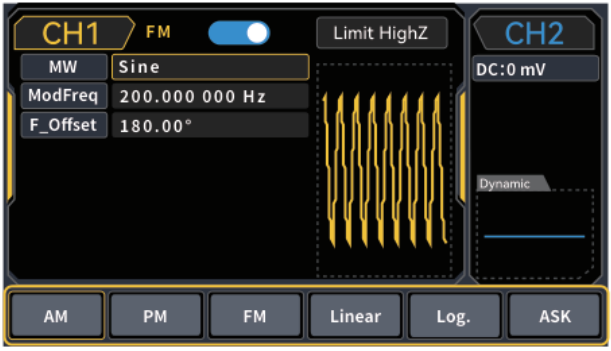
При частотной модуляции модулированный сигнал обычно состоит из несущей и модулирующего сигнала, при этом частота несущей изменяется в соответствии с амплитудой модулирующего сигнала.

- Выбор ЧМ: последовательно нажмите «Mode» → «Frequency Modulation». После включения ЧМ прибор выдаёт модулированный сигнал в соответствии с текущими настройками модуляции и несущей.
- Выбор формы несущей: несущая может быть синусоидальной, прямоугольной, пилообразной или произвольной формы, по умолчанию — синусоида. После выбора ЧМ нажмите клавишу «Wave», чтобы перейти к экрану выбора формы несущей.
- Установка частоты несущей: см. настройку частоты несущей для АМ.





Выбор модулирующего сигнала
Если источник модуляции внутренний, модулирующим сигналом могут быть синусоида, прямоугольник, нарастающая пила, убывающая пила, сигнал произвольной формы или шум. По умолчанию используется синусоида. После включения функции FM модулирующий сигнал по умолчанию — синусоида. Чтобы изменить его, вращайте многофункциональную ручку или нажмите «Modulation Wave» на экране настроек FM.



- Прямоугольный сигнал: коэффициент заполнения 50%
- Нарастающая пила: симметрия 100%
- Убывающая пила: симметрия 0%
- Сигнал произвольной формы: при выборе его в качестве модулирующего генератор функций и произвольных сигналов ограничивает сигнал до 4 тыс. точек с автоматической дискретизацией
- Шум: белый гауссов шум

Установка частоты модуляции

Задайте частоту модулирующего сигнала в диапазоне от 2 мГц до 200 кГц (по умолчанию 100 Гц). После включения FM частота модуляции по умолчанию равна 100 Гц. Чтобы изменить её, вращайте многофункциональную ручку на экране настроек FM либо нажмите программную клавишу «Modulation Frequency», введите значение с цифровой клавиатуры и выберите нужную единицу измерения.

Настройка девиации частоты

Девиация частоты — это величина, на которую частота сигнала с частотной модуляцией отклоняется от несущей частоты. Диапазон регулировки — от минимального DC до половины текущей полосы несущей. По умолчанию установлено 1 кГц. Чтобы изменить значение, после включения ЧМ нажмите программную кнопку «Frequency Deviation».

- Девиация частоты ≤ несущей частоты. Если значение девиации превышает несущую частоту, прибор автоматически ограничивает её максимумом, допустимым для текущей несущей частоты.
- Сумма девиации частоты и несущей частоты ≤ максимальной частоты, допустимой для текущей несущей. Если задано недопустимое значение девиации, прибор автоматически ограничивает её максимумом, допустимым для несущей частоты.

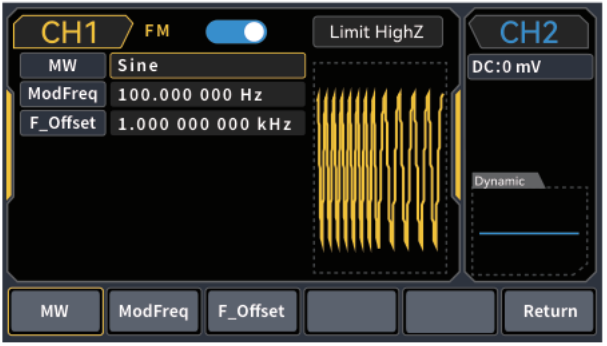
Пример

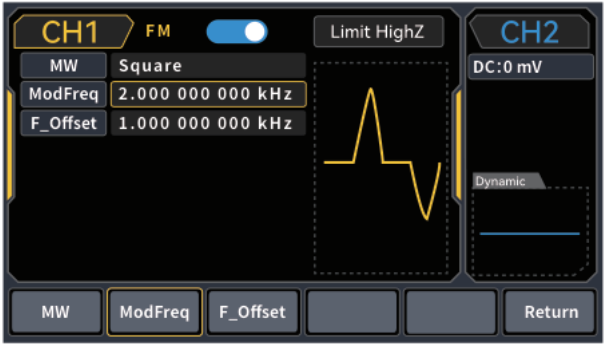
Установите прибор в режим частотной модуляции (ЧМ). Затем задайте в качестве модулирующего сигнала прямоугольный сигнал 2 кГц от внутреннего источника, а в качестве несущего сигнала — синусоидальный сигнал 10 кГц с амплитудой 100 мВ (Впп). После этого установите девиацию частоты 5 кГц. Подробные шаги приведены ниже.

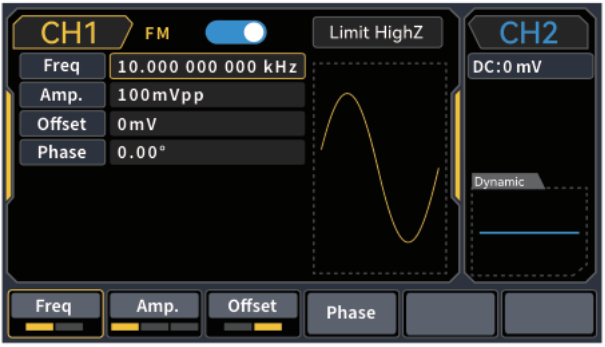
1: Включение частотной модуляции (FM). Последовательно нажимайте «Mode» → «Frequency Modulation», чтобы включить FM.

2: Установка параметров и формы модулирующего сигнала. После шага 1 нажмите программную клавишу «Modulation Wave» и выберите прямоугольную форму (Square) в качестве модулирующей. Затем нажмите программную клавишу «Modulation Frequency», введите 2 на цифровой клавиатуре и выберите единицу кГц.

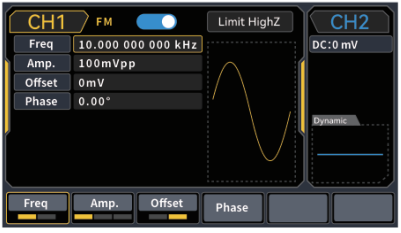
3: Установка формы и параметров несущего сигнала. Нажмите клавишу «Wave», чтобы перейти к интерфейсу выбора формы несущего сигнала, затем выберите синусоиду (по умолчанию: синусоида).


CH1
FM
Limit HighZ
CH2
MW
Sine
ModFreq
100.000 000 Hz
F_Offset
1.000 000 000 kHz
DC:0 mV
Dynamic
MW
ModFreq
F_Offset
Return

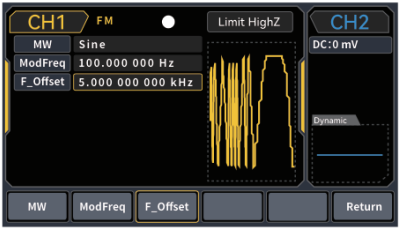

CH1
FM
Limit HighZ
CH2
MW
Square
ModFreq
2.000 000 000 kHz
F_Offset
1.000 000 000 kHz
DC:0 mV
Dynamic
MW
ModFreq
F_Offset
Return



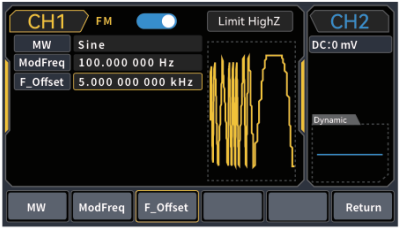
Нажмите программную кнопку «Frequency», чтобы задать частоту. Введите с цифровой клавиатуры 10, затем выберите единицу кГц. Нажмите программную кнопку «Amplitude», чтобы задать амплитуду. Введите с цифровой клавиатуры 100, затем выберите единицу мВ.



4. Настройка смещения частоты
После настройки параметров несущей нажмите «Mode» → программную кнопку FM, чтобы перейти к настройкам FM. Нажмите программную кнопку «Freq Offset», введите с цифровой клавиатуры 5, затем выберите единицу кГц.



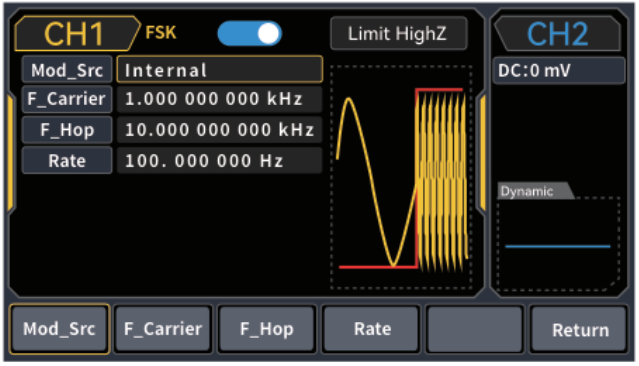
5. Включение выхода канала
Нажмите кнопку CH1. Когда индикатор горит, выход канала включён.

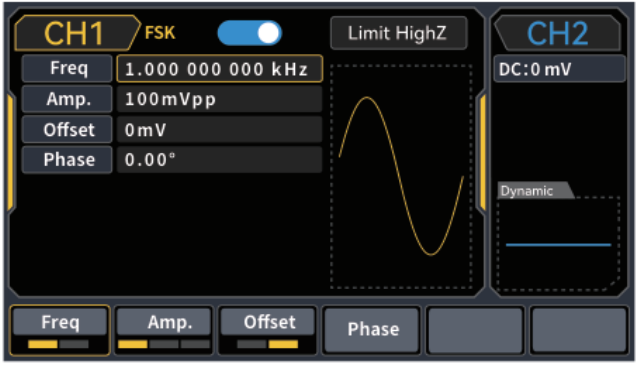


4.1.4 Частотная манипуляция (FSK)

В режиме частотной манипуляции прибор можно настроить на переключение между частотой несущей и частотой сдвига с заданной скоростью.

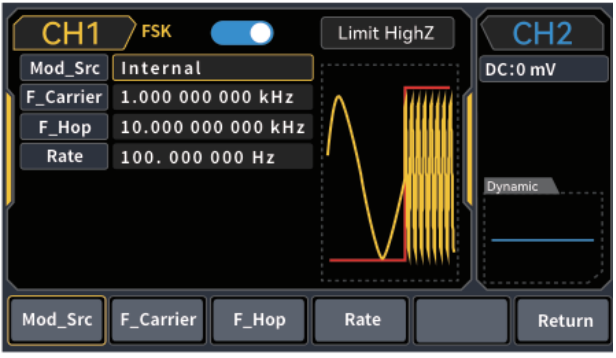
- Выбор модуляции FSK: нажимайте последовательно «Mode» → «FSK», чтобы включить FSK. Прибор будет выдавать модулированный сигнал в соответствии с текущими настройками.
- Выбор формы несущей: несущая может иметь форму синуса, прямоугольника, пилы или произвольную форму, по умолчанию используется синус. После выбора модуляции FM нажмите кнопку «Wave» для входа в интерфейс выбора формы несущей.
- Установка частоты несущей: см. описание частоты несущей в режиме AM.





Выбор источника модуляции

Прибор позволяет выбирать источник модуляции — внутренний или внешний. После включения функции FSK источник модуляции по умолчанию внутренний. Чтобы изменить его, вращайте многофункциональную ручку или последовательно нажимайте в интерфейсе настроек FSK экранную кнопку «Mod Source» → «External», переключая источник модуляции на внешний.



Внутренний источник: если источник модуляции внутренний, модулирующий сигнал — внутренняя прямоугольная волна с фиксированным коэффициентом заполнения 50%. Параметр FSK Rate задаёт частоту переключения между несущей и смещённой частотой.
Внешний источник: если источник модуляции внешний, несущая модулируется внешним сигналом. Выходная частота FSK управляется логическим уровнем на входе цифровой модуляции (порт INPUT/CNT). Например, при низком логическом уровне на внешнем входе на выход подаётся несущая частота, при высоком — смещённая частота.

Установка смещённой частоты

После включения функции FSK смещённая частота по умолчанию равна 10 кГц. Чтобы изменить её, используйте многофункциональную ручку

...ручкой в сочетании со стрелками или нажать программную клавишу «Shift Frequency», затем ввести значение с цифровой клавиатуры и подтвердить нажатием соответствующей программной клавиши единиц. Диапазон регулировки сдвига частоты зависит от формы несущего сигнала. Настройки несущей частоты для каждой формы сигнала приведены в разделе о несущей частоте AM.

• Установка скорости FSK

Если источником модуляции выбран внутренний, можно задать частоту переключения между несущей и сдвинутой частотой (скорость FSK). После включения функции FSK скорость FSK задаётся

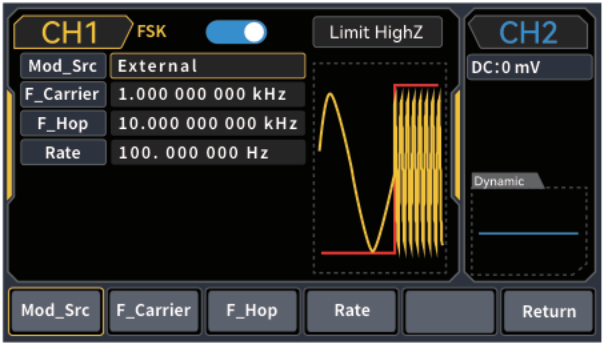
в диапазоне от 2 мГц до 100 кГц. Значение по умолчанию — 100 Гц. Для изменения используйте многофункциональную ручку со стрелками или нажмите программную клавишу «Rate», затем введите значение с цифровой клавиатуры и подтвердите нажатием соответствующей программной клавиши единиц.

• Комплексный пример

Сначала переведите прибор в режим частотной манипуляции (FSK). Затем настройте внутреннюю синусоиду частотой 2 кГц и амплитудой 1 Впп в качестве несущего сигнала и задайте сдвиг частоты 800 Гц. Несущая и сдвинутая частота должны переключаться с частотой 200 Гц. Подробные шаги приведены ниже.

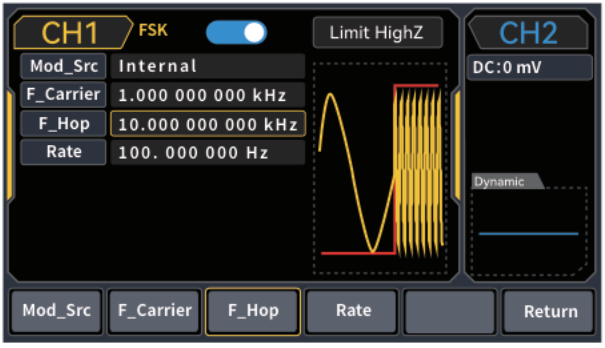
(1) Включение функции FSK

Нажимайте последовательно «Mode» → «FSK», чтобы включить FSK.

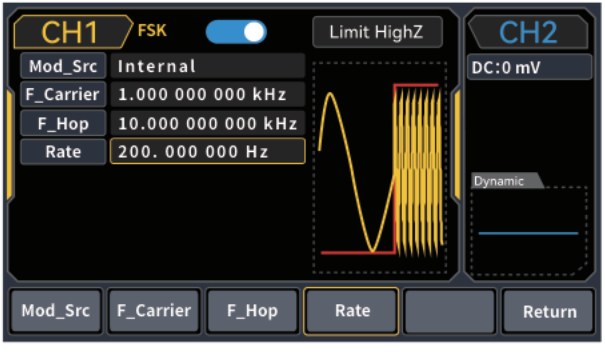


(2) Установка девиации частоты и скорости модуляции

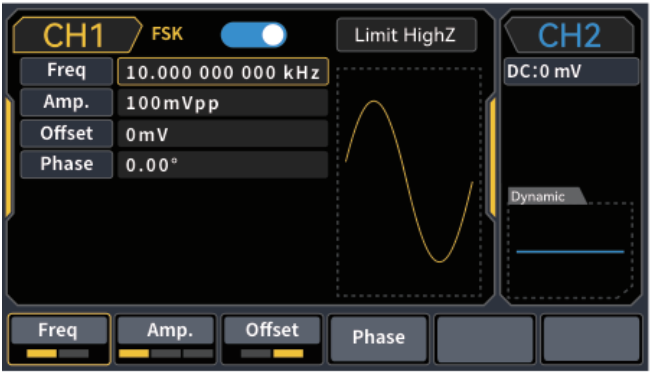
После шага (1) нажмите программную клавишу «Shift Frequency», введите 800 с цифровой клавиатуры, затем выберите единицу Гц.



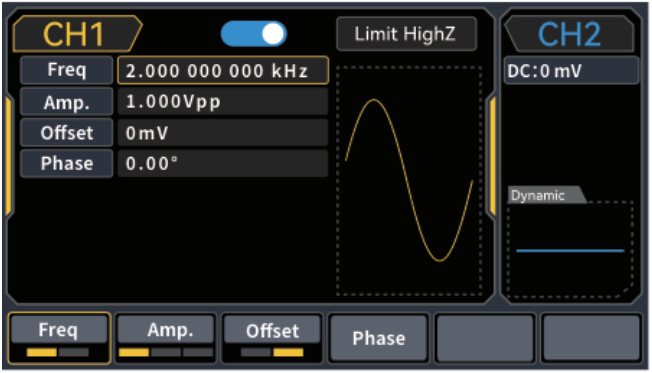
(3) Установка скорости модуляции
Нажмите программную клавишу «Rate», введите 200 с цифровой клавиатуры, затем выберите единицу Гц.



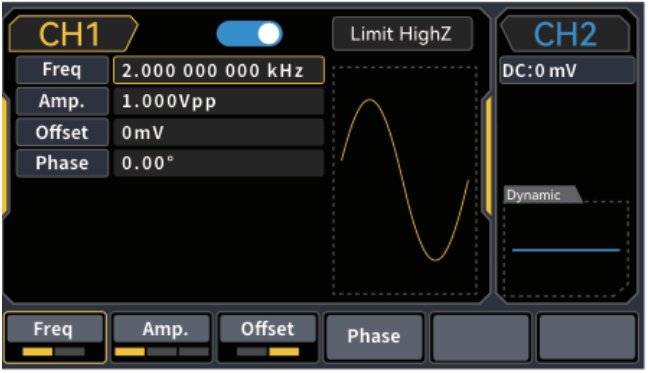
4. Установка несущего сигнала
Нажмите клавишу «Wave», чтобы войти в интерфейс выбора формы несущего сигнала, затем выберите синусоидальный сигнал в качестве несущего (по умолчанию: синусоида).



Нажмите экранную клавишу «Frequency», чтобы задать частоту. С помощью цифровой клавиатуры введите 2, затем выберите единицу кГц. Нажмите экранную клавишу «Amplitude», чтобы задать амплитуду. С помощью цифровой клавиатуры введите 1, затем выберите единицу Впп.

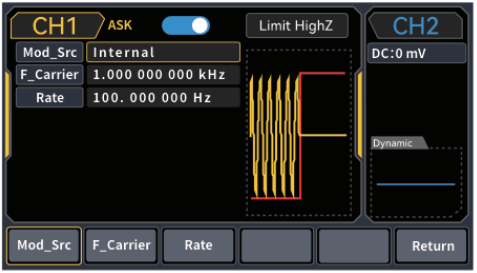


5. Включение выхода канала
Нажмите клавишу CH1. Загорание индикатора означает, что выход канала включён.



4.1.5 Амплитудная манипуляция (ASK)

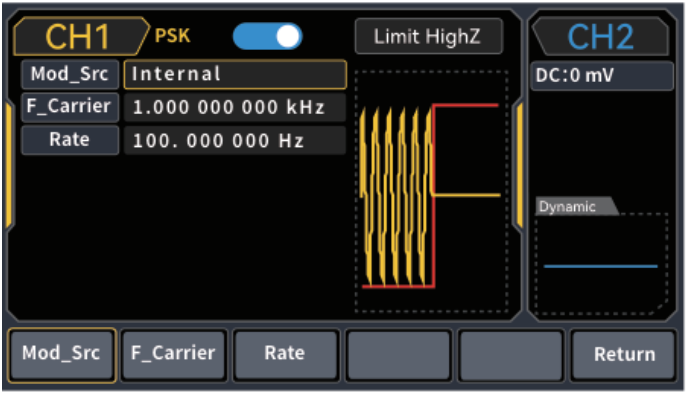
В режиме амплитудной манипуляции (ASK) необходимо задать частоту манипуляции и частоту несущей. Частота манипуляции определяет, как часто амплитуда модулированного сигнала переключается.



- Выбор модуляции ASK: нажмите последовательно «Mode» → «ASK», чтобы включить режим ASK.
- Выбор источника модуляции: выберите нужный источник модуляции (Internal или External).
- Внутренняя модуляция: в режиме внутренней модуляции ASK модулирующим сигналом служит прямоугольная волна с коэффициентом заполнения 50 %.
- Внешняя модуляция: в режиме внешней модуляции ASK генератор сигналов принимает внешний модулирующий сигнал через разъём «Aux In/Out» на передней панели. Внешний сигнал должен быть прямоугольной волной, соответствующей уровням TTL.
- Скорость: частота, с которой амплитуда выходного сигнала переключается между амплитудой несущей и нулём. Задаётся с цифровой клавиатуры или на экранной клавиатуре. Диапазон от 1 мГц до 1 МГц, по умолчанию 100 Гц.
- Комплексный пример: см. раздел с примером FSK.

4.1.6 Фазовая манипуляция (PSK)

В режиме PSK скорость определяет частоту, с которой переключается фаза модулированного сигнала. Фаза модуляции по умолчанию равна 180°.



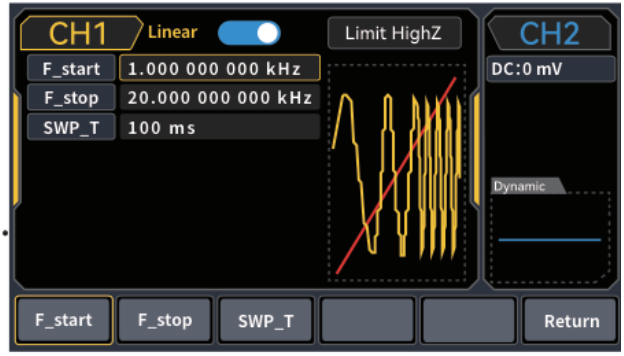
- Выбор модуляции PSK: последовательно нажимайте «Mode» → «PSK», чтобы включить PSK.
- Выбор источника модуляции: поддерживаются модулирующие сигналы от внутреннего и внешнего источников. Нажмите «Mod Source» и выберите «Internal» или «External». По умолчанию выбрано «Internal».
- Внутренняя модуляция: в режиме внутренней модуляции PSK модулирующий сигнал представляет собой прямоугольный сигнал с коэффициентом заполнения 50 %.
- Внешняя модуляция: в режиме внешней модуляции PSK сигнал модуляции подаётся на разъём «Aux In/Out» передней панели. Внешний сигнал модуляции должен быть прямоугольной формы и соответствовать уровням TTL.
- Частота переключения: задаёт частоту, с которой переключается фаза выходного сигнала. Значение вводится с цифровой клавиатуры или экранной клавиатуры. Диапазон от 1 мГц до 1 МГц, по умолчанию 100 Гц. При внешней модуляции параметр недоступен.
- Общий пример: см. раздел с примером FSK.

4.2 Качание частоты на выходе

В режиме качания прибор выводит сигнал, частота которого изменяется за заданное время качания линейно или по логарифмическому закону. Качание поддерживается для синусоидальной, прямоугольной, пилообразной и произвольной формы сигнала (кроме DC).

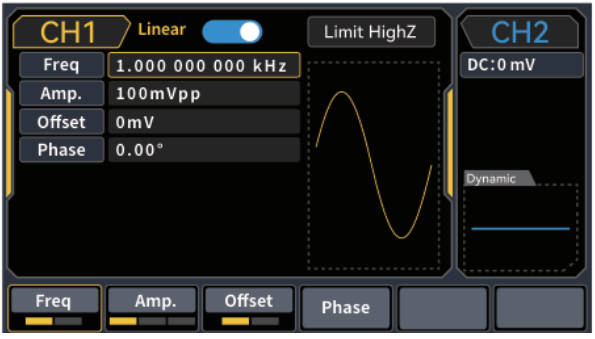
4.2.1 Выбор режима качания

1: Включение функции качания. Нажимайте последовательно «Mode» → «Linear», чтобы включить качание. Прибор будет выводить сигнал качания в соответствии с текущими настройками.



(2) Выбор формы сигнала развёртки

В режиме развёртки доступны синусоидальный, импульсный, пилообразный и произвольный сигналы, по умолчанию используется синусоидальный. После выбора режима развёртки нажмите кнопку «Wave» для перехода к интерфейсу выбора несущей формы сигнала.



4.2.2 Установка начальной и конечной частот

Начальная и конечная частоты задают нижнюю и верхнюю границы развёртки. Генератор функций и произвольных сигналов всегда развёртывает сигнал от начальной частоты к конечной, после чего возвращается к начальной. Нажмите последовательно «Mode» → «Linear», чтобы войти на страницу настроек развёртки. Используйте многофункциональную ручку вместе с кнопками стрелок либо нажмите мягкие кнопки «Start Frequency» или «Stop Frequency», затем введите значение с помощью цифровой клавиатуры и выберите соответствующую мягкую кнопку единицы измерения, чтобы завершить настройку.

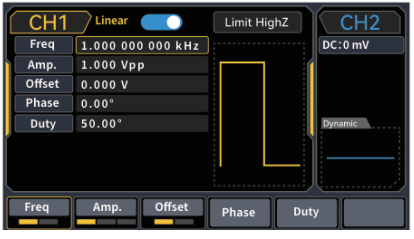
- Если начальная частота < конечной, генератор DDS развёртывает сигнал от низкой частоты к высокой.
- Если начальная частота > конечной, генератор DDS развёртывает сигнал от высокой частоты к низкой.
- Если начальная частота = конечной, генератор DDS выдаёт фиксированную частоту.

Начальная частота по умолчанию — 1 кГц, конечная частота по умолчанию — 20 кГц. Допустимый диапазон начальной и конечной частот зависит от формы развёртки. Диапазоны настройки частоты для различных форм развёртки приведены в таблице ниже:

- Синусоида, TSG3020: 1 мкГц – 30 МГц
- Синусоида, TSG6020: 1 мкГц – 60 МГц
- Прямоугольник, TSG3020: 1 мкГц – 24 МГц

• Прямоугольник, TSG6020: 1 мкГц – 24 МГц
• Пилообразная, TSG3020: 1 мкГц – 20 МГц
• Пилообразная, TSG6020: 1 мкГц – 20 МГц
• Импульс, TSG3020: 1 мкГц – 24 МГц
• Импульс, TSG6020: 1 мкГц – 24 МГц
• Произвольная форма, TSG3020: 1 мкГц – 10 МГц
• Произвольная форма, TSG6020: 1 мкГц – 10 МГц

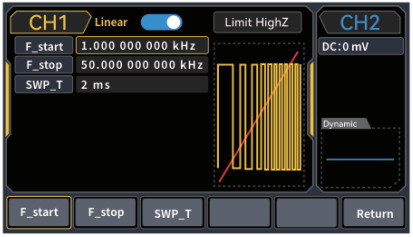
Нажмите программную клавишу «Amplitude», чтобы задать амплитуду. С помощью цифровой клавиатуры введите 1, затем выберите единицу Впп. Нажмите программную клавишу «Duty», чтобы задать коэффициент заполнения. Введите с цифровой клавиатуры 50, затем выберите единицу % (по умолчанию коэффициент заполнения 50%).



Установка начальной и конечной частоты и времени развёртки

Нажмите программную клавишу «Mode» для входа в режим линейной развёртки.

• Нажмите программную клавишу «Start Frequency» или «Stop Frequency», введите 1 с помощью цифровой клавиатуры, затем выберите единицу кГц. Начальная частота по умолчанию — 1 кГц.
• Нажмите программную клавишу «Stop Frequency», введите 50 с помощью цифровой клавиатуры, затем выберите единицу кГц.
• Нажмите программную клавишу «Sweep Time», введите 2 с помощью цифровой клавиатуры, затем выберите единицу ms.



4.2.3 Режим развёртки

Нажмите клавишу «Mode» для выбора линейной или логарифмической развёртки:

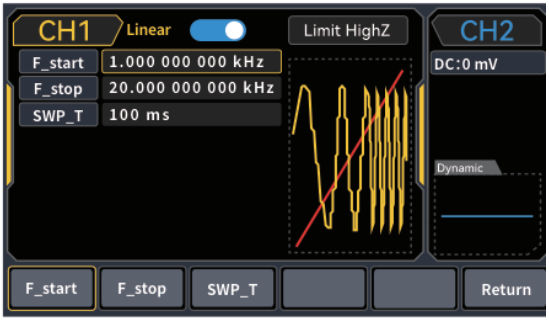
- Линейное: генератор изменяет выходную частоту линейно за время качания.
- Логарифмическое: генератор изменяет выходную частоту по логарифмическому закону за время качания.

4.2.4 Время качания

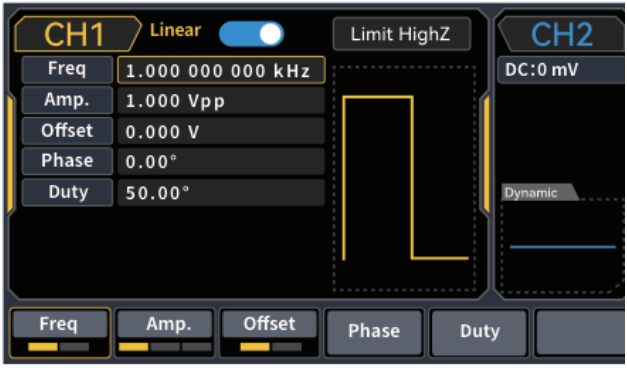
После включения функции качания время качания (диапазон 1 мс~500 с) по умолчанию составляет 100 мс. Чтобы изменить его, нажмите экранную кнопку «Sweep Time» на странице настроек качания, затем введите значение с помощью цифровой клавиатуры и выберите экранную кнопку единиц измерения.

4.2.5 Комплексный пример

В режиме качания задайте в качестве качаемой формы импульсный сигнал с амплитудой 1 Впп и коэффициентом заполнения 50 %. Установите режим качания Linear, начальную частоту 1 кГц, конечную частоту 50 кГц и время качания 2 мс. Для запуска выхода качания используйте внутренний источник. Подробные шаги приведены ниже.

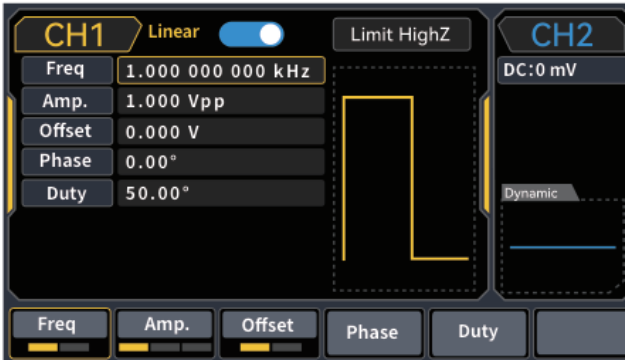


1. Включение линейного качания
Последовательно нажмите «Mode» → «Linear», чтобы включить линейное качание.
(2) Выбор формы сигнала развёртки
Нажмите клавишу «Wave» для перехода к интерфейсу выбора формы сигнала развёртки, затем выберите прямоугольную форму (по умолчанию установлена синусоидальная).



(3) Включение выхода канала

Нажмите клавишу CH1: индикатор загорится, показывая, что выход канала включён.

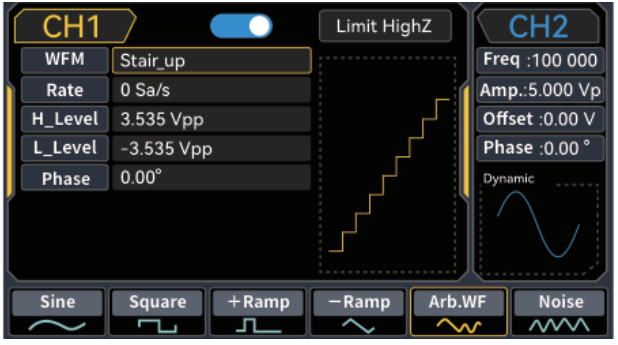


4.3 Вывод произвольных форм сигнала

В приборе сохранено 24 типа произвольных форм сигнала. Нужную форму можно выбрать через пункт «Файл формы сигнала».

4.3.1 Включение функции произвольной формы

Последовательно нажмите программные кнопки «Wave» → «Arbitrary Wave», чтобы включить режим произвольной формы. Прибор выдаёт произвольную форму с текущими настройками.



4.3.2 Выбор произвольной формы

Можно выбрать любую из встроенных произвольных форм. После включения режима произвольной формы выберите нужную форму многофункциональной ручкой и стрелками либо программной кнопкой «Waveform File».

Список встроенных произвольных форм:

0: AmpALT
1: AttALT
2: Cardiac
3: cosh
4: Dirichlet
5: EEG
6: EMG
7: EOG
8: Gauspuls
9: Gmonopuls
10: Laplace
11: Log_down
12: Log_up
13: LogNormal
14: Lorentz
15: Pulseilogram
16: Radar
17: sinc
18: SineVer
19: Stair down
20: Stair up
21: Trapezia
22: TV
23: Voice

4.3.3 Выбор режима

Нажмите«DDS»или«Point-by-Point»для переключения между режимом DDS и режимом «точка за точкой».

Режим DDS. В режиме выхода DDS параметры настраиваются так же, как для синусоидального сигнала. Прибор выдаёт выбранную произвольную форму сигнала методом DDS с текущими настройками.

Режим «точка за точкой». В этом режиме можно задать частоту дискретизации (точек в секунду) или частоту. Остальные параметры настраиваются так же, как для синусоидального сигнала. Прибор выдаёт выбранную произвольную форму сигнала поэлементно (точка за точкой) с текущими настройками.

5. Поиск и устранение неисправностей

Ниже перечислены возможные проблемы, возникающие при работе с прибором, и способы их устранения. Выполняйте шаги в указанном порядке. Если проблема не устраняется, обратитесь к дистрибьютору или в местный сервисный центр. Обязательно сообщите сведения об устройстве (для их получения нажмите Utility → System → About).

5.1 Нет изображения (чёрный экран)

Если после нажатия кнопки питания на боковой панели генератор сигналов не реагирует (чёрный экран):

1: Проверьте, надёжно ли подключён кабель питания.
2: Проверьте, включён ли выключатель питания на задней панели и установлен ли он в положение «I».
3: Проверьте, исправно ли работает выключатель питания на передней панели.
4: Перезапустите прибор.
5: Если проблема не устраняется, обратитесь к дистрибьютору или в местный сервисный центр.

5.2 Отсутствие выходного сигнала

Если настройки верны, но сигнал на выходе отсутствует:

1: Проверьте, надёжно ли подключён кабель BNC к выходному каналу.
2: Проверьте, включена ли кнопка CH1 или CH2.
3: Если проблема не устраняется, обратитесь к дистрибьютору или в местный сервисный центр.

6. Обслуживание и уход

Общий уход

- Не храните и не размещайте прибор в местах, где ЖК-дисплей может длительное время подвергаться воздействию прямого солнечного света.
- Во избежание повреждения прибора или кабелей не размещайте его в условиях повышенной влажности и не допускайте контакта с жидкостями или растворителями.

Уход и чистка

- Регулярно очищайте прибор в зависимости от условий эксплуатации.
- Перед чисткой отключите питание. Используйте мягкую влажную (но не мокрую) ткань. Для удаления пыли с поверхности допускаются слабые моющие средства или чистая вода. Не применяйте агрессивные химические средства, содержащие бензол, толуол, ксилол или ацетон.
- При очистке прибора с ЖК-дисплеем следите, чтобы не поцарапать защитный экран.
- Не допускайте контакта прибора с коррозионно-активными жидкостями во избежание повреждений.

Внимание! Перед повторным подключением к питанию убедитесь, что прибор полностью высох. Влага может вызвать короткое замыкание или привести к травме.

7. Контакты

- Наименование изделия: генератор функциональных сигналов
- Марка / модель: TSG3020/TSG6020
- Производитель: Shenzhen FNIRSI Technology Co., Ltd.
- Адрес: 8-й этаж, западная сторона корпуса C, промпарк Weihuada, Dalang Street, Longhua District, Шэньчжэнь, Гуандун, Китай
- Горячая линия: +86-755-28020752
- E-mail сервисной службы: support@fnirsi.com
- E-mail для деловых вопросов: business@fnirsi.com
- Официальный сайт: https://www.fnirsi.com/
- Соответствие стандарту: GB/T 9317-2012



http://www.fnirsi.com/

8. Гарантийная информация

※ Эта страница является базовым гарантийным талоном. Сохраняйте её должным образом.

Благодарим за выбор продукции нашей компании. Гарантийный срок на изделие отсчитывается с даты продажи. В течение гарантийного срока, если изделие установлено и эксплуатируется в соответствии с руководством, в нормальных условиях и режимах, а неисправность вызвана дефектами исходных материалов или обработки, вы можете воспользоваться бесплатным ремонтом согласно условиям настоящей гарантии. Сохраняйте гарантийный талон как документ, подтверждающий гарантию. При утере талона он не выдаётся повторно.

В следующих случаях ремонт выполняется за плату:

- Невозможно предъявить оригинальный действительный гарантийный талон.
- Повреждения из-за неправильной установки, не соответствующей требованиям, стандартам или соответствующим спецификациям изделия.
- Повреждения из-за того, что принадлежности в месте установки не соответствуют требованиям, стандартам или соответствующим спецификациям изделия.
- Повреждения из-за неправильного использования, неправильного хранения, несанкционированной разборки или несанкционированного ремонта пользователем.
- Истечение гарантийного срока.

Приложение A: Состояние после сброса к заводским настройкам

Несущая волна
- Текущая несущая: синусоида
- Выходная нагрузка: HighZ
- Выход синхронизации: выкл.
- Выход канала: выкл.
- Инверсия выхода канала: выкл.
- Ограничение амплитуды: выкл.
- Верхний предел амплитуды: +10 В
- Нижний предел амплитуды: -10 В

Основная волна
- Частота: 1 кГц
- Амплитуда: 100mVpp
- Смещение DC: 0 мВ
- Начальная фаза: 0°
- Коэффициент заполнения меандра: 50%
- Симметрия пилообразного сигнала: 100%
- Коэффициент заполнения импульса: 50%
- Время нарастания импульса: 12 нс
- Время спада импульса: 12 нс

Произвольная форма сигнала
- Встроенная произвольная форма: AbsSine

AM-модуляция
- Источник модуляции: Internal
- Модулирующий сигнал: синусоида
- Частота модуляции: 100 Гц
- Глубина модуляции: 100%

FM-модуляция
- Источник модуляции: внутренний
- Модулирующий сигнал: синусоида
- Частота модуляции: 100 Гц
- Девиация частоты: 1 кГц

PM-модуляция

• Источник модуляции: внутренний
• Модулирующий сигнал: синусоида
• Частота фазовой модуляции: 100 Гц
• Фазовый сдвиг: 180°

Модуляция FSK

• Источник модуляции: внутренний
• Частота FSK: 100 Гц
• Сдвиг частоты: 2 МГц

Качание частоты

• Тип качания: линейное
• Начальная частота: 1 кГц
• Конечная частота: 20 кГц
• Время качания: 100 мс

Системные параметры

• Громкость зуммера: макс.
• Разделитель разрядов: ,
• Подсветка: 100%
• Язык: зависит от заводских настроек

Приложение B: Технические характеристики

Если не указано иное, все технические характеристики гарантируются при соблюдении двух условий:

1: Генератор сигналов находится в пределах периода калибровки и прошёл калибровку.

2: Генератор сигналов непрерывно проработал более 30 минут при указанной рабочей температуре (от 18°C до 28°C).

Все характеристики гарантируются, кроме отмеченных как «типичные значения».

- Модель: TSG3020, TSG6020
- Каналы: 2 канала (TSG3020), 2 канала (TSG6020)
- Максимальная частота: 30 МГц (TSG3020), 60 МГц (TSG6020)
- Частота дискретизации: 200 Мвыб/с
- Формы сигналов: синусоида, прямоугольник, треугольник, импульсы, шум, DC, произвольные формы
- Режимы работы: стробирование выхода, непрерывный, модуляция, качание частоты
- Виды модуляции: AM, FM, PM, FSK, ASK, PSK, Line, Log

Характеристики сигналов

Синусоидальный сигнал

- Диапазон частот: 1μHz…30 МГц или 1μHz…60 МГц
- Разрешение: 1μHz
- Погрешность: ±50 ppm в течение 90 суток, ±100 ppm в течение 1 года (18…28 °C)
- Гармонические искажения (типично): −60dBc в полосе DC…5 МГц
- Гармонические искажения (типично), 5 МГц…30 МГц: −50 dBc
- Гармонические искажения (типично), 30 МГц…60 МГц: −40 dBc
- Общие гармонические искажения (типично): <0,2 % (DC…20 кГц, 1 Впп)
- Паразитные сигналы (негармонические, типично), DC…10 МГц: < −70 dBc
- Паразитные сигналы (негармонические, типично), >10 МГц: < −70 dBc + 6 дБ/октава
- Фазовый шум (типично), 10 МГц: ≤ −125 dBc/Гц (типично, 0 dBm, отстройка 10 кГц)

Прямоугольный сигнал
- Диапазон частот: 1 мкГц...24 МГц
- Разрешение: 1 мкГц
- Время нарастания/спада: 13,5 нс (типично, 1 кГц, 1 Впп)
- Выброс (типично): ≤1 %
- Коэффициент заполнения: 0,01...99,99 % (ограничено текущей установкой частоты)
- Симметрия (при коэффициенте заполнения 50%): 1 нс + 100ppm периода
- Дрожание (типичное значение): для 1 МГц, 1 Впп, 50 Ом — ≤5 МГц: 2ppm + 200ps, >5 МГц: 200ps

Пилообразный сигнал
- Диапазон частот: 1μHz – 20 МГц / 1μHz – 20 МГц
- Разрешение: 1μHz
- Нелинейность: 3% ± 2 мВ (типичное значение, 1 кГц, 1 Впп, симметрия 50%)
- Симметрия: от 0.0% до 100.0% (ограничено текущей установкой частоты)

Импульсный сигнал
- Диапазон частот: 1μHz – 24 МГц / 1μHz – 24 МГц
- Разрешение: 1μHz

Параметры импульса
- Длительность импульса: ≥17 нс
- Перестраиваемый фронт: ≥12 нс (30 МГц), ≥12 нс (60 МГц)
- Выброс (типичное значение): ≤2% (типично, 1 Впп)
- Дрожание: 150ps

Гауссов шум
- Полоса пропускания: 30 МГц (-3dB) типично, 60 МГц (-3dB) типично
- Постоянное смещение: 9.999 В
- Диапазон (амплитуда AC + DC): ±5 В (50 Ом), ±10 В (High Z)
- Погрешность смещения: ±3% от установленного значения смещения, ±6% от установленного значения амплитуды, ±2 мВ

Характеристики сигнала произвольной формы
- Диапазон частот: 1μHz - 10 МГц (30 МГц), 1μHz - 10 МГц (60 МГц)
- Разрешение: 1μHz

- Длина осциллограммы: 4 тыс. точек
- Разрешение по вертикали: 14 бит (со знаком)
- Частота дискретизации: 200 Мвыб/с
- Минимальное время нарастания / спада: < 20 нс (типичное значение)
- Джиттер: режим DDS — 5 нс ±150 пс, режим «точка за точкой» — ±150 пс
- Энергонезависимая память: 24 осциллограммы

Выходные характеристики

- Диапазон амплитуды: ≤10 МГц — 1 мВпп…10 Впп (50 Ом), ≤60 МГц — 1 мВпп…5 Впп (50 Ом)
- Погрешность (синус 1 кГц): ±(5 % от установленного значения + 2 мВпп)
- Неравномерность амплитуды (относительно синуса 1 кГц, 1 Впп / 50 Ом): условия измерения — типичное значение (синус, 2,0 Впп)
- ≤100 кГц: ±0,1 дБ
- ≤20 МГц: ±0,3 дБ
- ≤30 МГц: ±0,5 дБ
- ≤40 МГц: ±0,6 дБ
- ≤60 МГц: ±0,8 дБ

Выходной сигнал

- Сопротивление: 50 Ом (типичное)
- Изоляция: не более 42Vpk относительно земли
- Защита: защита канала

Тип модуляции

- AM, несущая: синус, прямоугольник, треугольник, произвольная форма
- AM, модулирующий сигнал: синус, прямоугольник, треугольник, шум, произвольная форма
- AM, частота модуляции: 2mHz - 200 кГц
- AM, глубина модуляции: 0% - 120%
- FM, несущая: синус, прямоугольник, треугольник, произвольная форма
- FM, модулирующий сигнал: синус, прямоугольник, треугольник, шум, произвольная форма
- FM, частота модуляции: 1μHz - 200 кГц

• FM, девиация частоты: DC - 15 МГц (UTG932), DC - 30 МГц (UTG962)
Тип модуляции
ФМ-модуляция (PM)
• Несущая: синус, меандр, треугольник, произвольная форма
• Модулирующий сигнал: синус, меандр, треугольник, шум, произвольная форма
• Частота модуляции: 2mHz - 200 кГц
• Фазовый сдвиг: 0° - 360°
FSK-модуляция
• Несущая: синус, меандр, треугольник, произвольная форма
• Источник: внутренний / внешний
• Модулирующий сигнал: меандр с коэффициентом заполнения 50%
• Скорость: 2mHz - 100 кГц
Качание частоты
• Несущая: синус, меандр, треугольник, произвольная форма
• Тип: линейное, логарифмическое
• Время качания: 1 мс - 500 с±0.1%
• Синхросигнал

Выход сигнала

• Уровень выхода: TTL-совместимый
• Частота выхода: 1μHz - 2 МГц
• Выходной импеданс: 50 Ом, типовое
• Режим связи: DC

Вход запуска

• Уровень входа: TTL-совместимый
• Входной импеданс: >10kΩ, связь DC

Частотомер

• Уровень входа: TTL-совместимый
• Диапазон входных частот: 100mHz - 100 МГц
• Погрешность: ±51ppm
• Разрешение по частоте: 7 bits
• Режим связи: DC

Общие характеристики

Дисплей

• Тип дисплея: 4.3-дюймовый TFT LCD

- Разрешение дисплея: 480 по горизонтали × 272 по вертикали
- Напряжение питания: DC5 В, 2 А
- Потребляемая мощность: <10 Вт

Условия эксплуатации

- Диапазон температур: рабочая 10°C - +40°C
- Диапазон температур: нерабочая -20°C - +60°C
- Способ охлаждения: естественное охлаждение
- Диапазон влажности: при температуре ниже +35°C ≤90% относительной влажности
- Диапазон влажности: от +35 до +40 ℃ при относительной влажности ≤60 %
- Рабочая высота: до 2000 м
- Нерабочая высота: до 15000 м

Механические характеристики

- Габариты (справочно): 172 x 90 x 68 мм
- Масса нетто: ≈732.6 г
- Масса брутто: ≈1191 г

Приложение C: Комплект поставки

- Модель: TSG6000

Стандартные принадлежности:

- Адаптер питания, соответствующий местным стандартам, 1 шт.
- Кабель BNC - зажим «крокодил», 1 шт.
- Кабель BNC (1 м), 1 шт.
- Гарантийный талон, 1 шт.

Источник питания

- Входное напряжение: 100 - 240 В (RMS), 50/60 Гц, 0,4 А
- Выходное напряжение: 5 В пост. тока
- Выходной ток: 2 А