



## РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Генератор сигналов произвольной формы

серии HDG2000

V1.0.3

**ООО «Линдар Нова»**

**www: [www.hantek.ru](http://www.hantek.ru)**

**общие вопросы: [order@lindar.ru](mailto:order@lindar.ru)**

**технические вопросы: [hantek@lindar.ru](mailto:hantek@lindar.ru)**

**Hantek Electronic co.,Ltd.**

(С)2016 ООО «Линдар Нова». ([www.lindar.ru](http://www.lindar.ru))

---

## Содержание

Декларация об авторском праве .....	iii
Техника безопасности .....	iv
Глава 1 Начало работы.....	1
1.1 Описание прибора .....	2
1.2 Лицевая панель .....	3
1.3 Задняя панель .....	6
1.4 Подготовка прибора к использованию .....	7
Глава 2 Базовые принципы работы .....	8
2.1 Меню лицевой панели .....	9
2.2 Утилиты .....	12
2.2.1 Настройки системы.....	12
2.2.2 Информация о системе.....	15
2.2.3 Состояние системы .....	15
2.2.4 Обновление .....	16
2.2.5 Счетчик .....	17
2.2.6 Самодиагностика .....	18
2.2.7 Калибровка .....	18
2.3 Функция Save and Recall.....	20
2.4 Дистанционное управление .....	21
Глава 3 Функции и особенности .....	22
3.1 Конфигурация выхода .....	23
3.2 Осциллограммы импульсов .....	26
3.3 Амплитудная модуляция (АМ) и частотная модуляция (ЧМ) .....	29
3.4 Фазовая модуляция (ФМ) .....	33
3.5 Частотно-ключевая модуляция (ЧКМ).....	35
3.6 Широтно-импульсная модуляция (ШИМ).....	36
3.7 Развертка по частоте .....	38
3.8 Режим пульсации .....	41
3.9 Система синхронизации .....	44
Глава 4 Руководство по созданию осциллограммы.....	46
4.1 Создание сигнала Sine .....	48
4.2 Создание сигнала Square .....	49
4.3 Создание сигнала Ramp .....	49
4.4 Создание сигнала Pulse .....	50
4.5 Создание сигнала Noise .....	50
4.6 Создание сигнала произвольной формы.....	51
4.7 Создание гармонического сигнала .....	51
4.8 Метод ввода параметров .....	52

4.9	Режим осциллограммы .....	52
4.10	Цифровой генератор .....	54
Глава 5 Основы программирования SCPI.....		57
5.1	Введение в язык SCPI.....	58
5.2	Алфавитный перечень команд и запросов SCPI .....	61
5.2.1	Подсистема AM .....	62
5.2.2	Подсистема ASK .....	64
5.2.3	Подсистема BPSK .....	65
5.2.4	Подсистема BURSt .....	65
5.2.5	Подсистема CALibration .....	67
5.2.6	Подсистема COUNter .....	68
5.2.7	Подсистема DATA .....	69
5.2.8	Подсистема DISPlay .....	70
5.2.9	Подсистема FM .....	70
5.2.10	Подсистема FREQuency .....	71
5.2.11	Подсистема FSKey .....	72
5.2.12	Подсистема FUNCtion .....	73
5.2.13	Подсистема HARMonic.....	73
5.2.14	Общие команды IEEE-488 .....	77
5.2.15	Подсистема MARKer .....	78
5.2.16	Подсистема MEMory .....	78
5.2.17	Подсистема MMEMory .....	78
5.2.18	Подсистема OUTPut .....	80
5.2.19	Подсистема PHASe .....	81
5.2.20	Подсистема PM .....	81
5.2.21	Подсистема PSK .....	82
5.2.22	Подсистема PWM .....	83
5.2.23	Подсистема ROSCillator .....	84
5.2.24	Подсистема SOURce .....	85
5.2.25	Подсистема SWEEp.....	85
5.2.26	Подсистема SYSTem .....	86
5.2.27	Подсистема VOLTage .....	88
5.3	Примеры программирования .....	89
5.3.1	Настройка сигнала Sine .....	89
5.3.2	Настройка сигнала Square .....	90
5.3.3	Настройка сигнала Ramp .....	90
5.3.4	Настройка сигнала Pulse .....	91
Приложение А .....		92
Приложение В .....		99

# Декларация об авторском праве

Все права защищены; настоящий документ или его часть запрещается воспроизводить или передавать в любой форме и любым способом, электронным и механическим, без предварительного письменного согласия компании Qingdao Hantek Electronic Co., Ltd (в дальнейшем именуемой Hantek).

Компания Hantek оставляет за собой право на изменение настоящего документа без предварительного уведомления. Чтобы получить актуальную версию документа перед совершением заказа, свяжитесь с компанией Hantek.

Hantek приложила все усилия, чтобы обеспечить точность этого документа, однако отсутствие ошибок не гарантируется. Кроме того, Hantek не берет на себя ответственность за получение разрешений по патентам третьих лиц, авторским правам или изделиям, связанным с использованием настоящего документа.

# Техника безопасности

Следует внимательно изучить данные меры предосторожности, чтобы избежать травм персонала и повреждений прибора или смежного оборудования. Чтобы избежать возможных угроз, следует использовать настоящий продукт по назначению.

**Только квалифицированные специалисты допускаются к процедурам техобслуживания.**

**Следует избегать возгорания и травм.**

**Используйте подходящий силовой шнур.** Следует использовать силовой кабель, специально предназначенный для прибора и сертифицированный для использования в вашей стране.

**Заземлите прибор.** Прибор имеет зажимы защитного заземления. Чтобы снизить вероятность удара электротоком, прибор следует подключить к электросети переменного тока посредством заземленного силового кабеля, причем провод заземления должен быть надежно соединен с защитным заземлением в розетке. Нарушение провода заземления или отсоединение зажима защитного заземления приведет к возможному удару электротоком, который может стать причиной травмы.

**Соблюдайте все ограничения на сигналы, подаваемые на входы.** Во избежание возгорания или опасности поражения током проверьте все предельно допустимые величины и этикетку на приборе. Перед подключением прибора тщательно изучите информацию о предельно допустимых величинах, имеющуюся в руководстве по эксплуатации.

**Работа со снятыми крышками запрещена.** Запрещается эксплуатировать прибор, если корпус или панель сняты.

**Не оставляйте внутренние цепи открытыми.** Не прикасайтесь к элементам, оказавшимся открытыми, когда они находятся под нагрузкой.

**Запрещается работа прибора при подозрении на наличие неисправностей.** Если вы подозреваете наличие повреждений изделия, то квалифицированный обслуживающий персонал должен проверить его.

**Хорошая вентиляция.**

**Не эксплуатируйте прибор в местах с повышенной влажностью. Не эксплуатируйте прибор во взрывоопасных условиях. Поддерживайте поверхности изделия сухими и чистыми.**

# Глава 1 Начало работы

- ◇ [Описание прибора](#)
- ◇ [Лицевая панель](#)
- ◇ [Задняя панель](#)
- ◇ [Подготовка прибора к использованию](#)

## 1.1 Описание прибора

Hantek HDG2000 - это генератор осциллограммы со встроенной возможностью создания сигналов и импульсов произвольной формы.

### Особенности:

- ◆ Разрешение 16 бит, частота дискретизации 250 МСа/с
- ◆ Макс. глубина памяти для сигналов произвольной формы 64 Мптс
- ◆ Выход 2 канала
- ◆ Максимальная частота выходного синусоидального сигнала 100 МГц, 80 МГц, 70 МГц, 60 МГц, 50 МГц, 30 МГц, 20 МГц, 10 МГц или 5 МГц
- ◆ WVGA-дисплей (800X480), 7 дюймов, 16 тыс. цветов, TFT
- ◆ 16-канальный цифровой выход вместе с аналоговым каналом могут перестроить больше смешанных сигналов во время ежедневной работы
- ◆ Стандарт развертки по времени TCXO, дополнительное OCXO для сверхвысокой стабильности
- ◆ Множество интерфейсов: USB-хост, USB-устройство. LAN дополнительно
- ◆ Поддержка модуляции AM, FM, PM, ASK, FSK, PSK, BPSK и PWM
- ◆ Совместимость с LXI класс C
- ◆ Совместимость с SCPI (стандартный промышленный набор команд для программируемых приборов)
- ◆ Онлайн-поддержка
- ◆ SD-карта

## Модели

В этом разделе описаны осциллографы модели HDG2000.

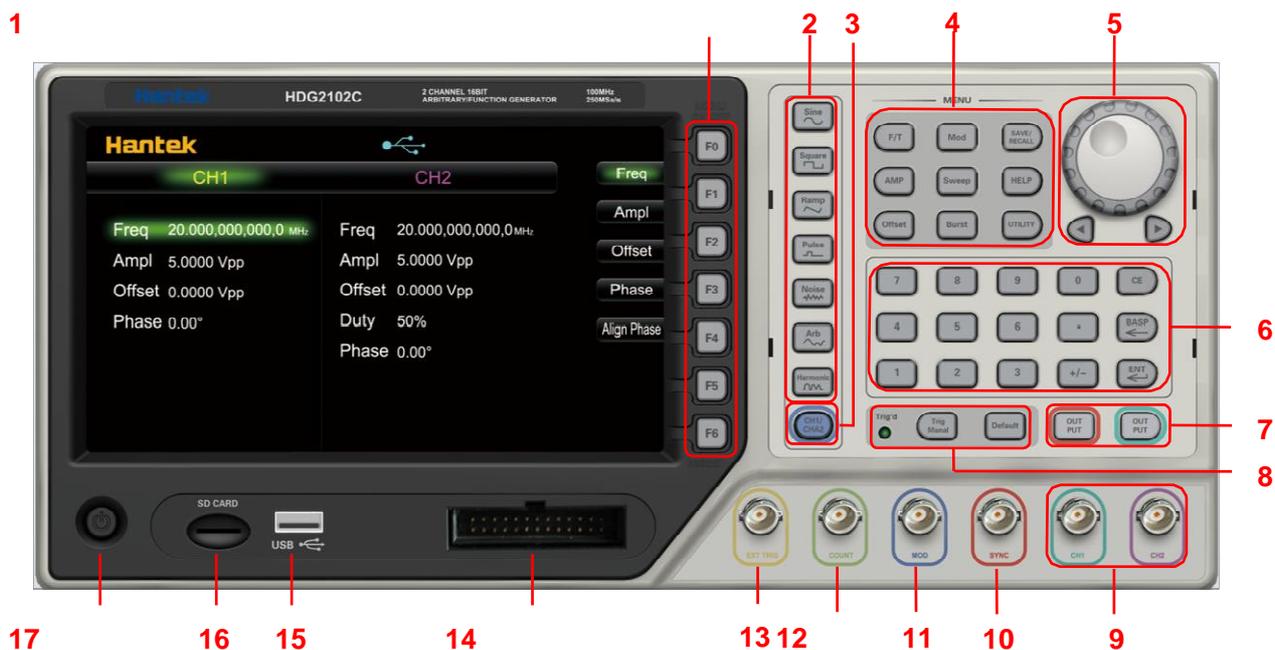
### Модели прибора

Модель	Описание
HDG2002B	5 МГц Разрешение 16 бит Сигналы произвольной формы Глубина памяти 64М
HDG2012B	10 МГц Разрешение 16 бит Сигналы произвольной формы Глубина памяти 64М
HDG2022B	20 МГц Разрешение 16 бит Сигналы произвольной формы Глубина памяти 64М
HDG2032B	30 МГц Разрешение 16 бит Сигналы произвольной формы Глубина памяти 64М
HDG2062B	60 МГц Разрешение 16 бит Сигналы произвольной формы

	Глубина памяти 64М
HDG2082B	80 МГц Разрешение 16 бит Сигналы произвольной формы Глубина памяти 64М
HDG2102B	100 МГц Разрешение 16 бит Сигналы произвольной формы Глубина памяти 64М
HDG2032C	30 МГц Разрешение 16 бит Сигналы произвольной формы Глубина памяти 64М SD-карта 2 Гб
HDG2052C	50 МГц Разрешение 16 бит Сигналы произвольной формы Глубина памяти 64М SD-карта 2 Гб
HDG2072C	70 МГц Разрешение 16 бит Сигналы произвольной формы Глубина памяти 64М SD-карта 2 Гб
HDG2102C	100 МГц Разрешение 16 бит Сигналы произвольной формы Глубина памяти 64М SD-карта 2 Гб

## 1.2 Лицевая панель

Лицевую панель можно разделить на область меню с клавишами с F0 по F6, область цифровой клавиатуры, область горячих клавиш, область режима, область триггера, область вывода осциллограммы, область стрелок курсоров и регуляторов и область интерфейса сигналов и периферийных устройств. Для ввода и вывода сигналов можно нажимать кнопки и клавиши на лицевой панели.



1. Клавиши меню F0-F6
2. Функциональные клавиши осциллограммы
3. Кнопка переключения каналов 1 и 2
4. Меню функции
5. Стрелки курсоров и регуляторы
6. Числовая клавиатура
7. Кнопка выходов каналов 1 и 2
8. Кнопка триггера
9. Разъем выходов каналов 1 и 2
10. Разъем синхронизации
11. Разъем входа сигнала модуляции
12. Высокочастотный разъем (от 24 МГц до 2,7 ГГц) HDG2000C
13. Низкочастотный (24 МГц и меньше) разъем внешнего триггера
14. Цифровой канал
15. USB-порт
16. Порт SD-карты
17. Выключатель

Примечание: Нажмите и удерживайте любую кнопку на лицевой панели, чтобы получить контекстную помощь

### Ввод числа на лицевой панели

◆ На лицевой панели числа вводятся двумя способами:

Используйте регулятор и курсоры для изменения числа. Поверните регулятор, чтобы изменить число (по часовой стрелке для увеличения). Стрелки под регулятором передвигают курсоры.



- ◆ Используйте клавиатуры для ввода чисел и клавиш для выбора единиц. Клавиша +/- позволяет изменить знак числа.



**CE:** Клавиша "удалить"

**BASP:** Удалить последний символ

**ENT:** Клавиша Ввод

**Внимание:** Для защиты от удара электротоком силовой шнур не должен иметь повреждений. Если имеется двухконтактная розетка, подсоедините винт заземления шасси прибора к надежному заземлению.

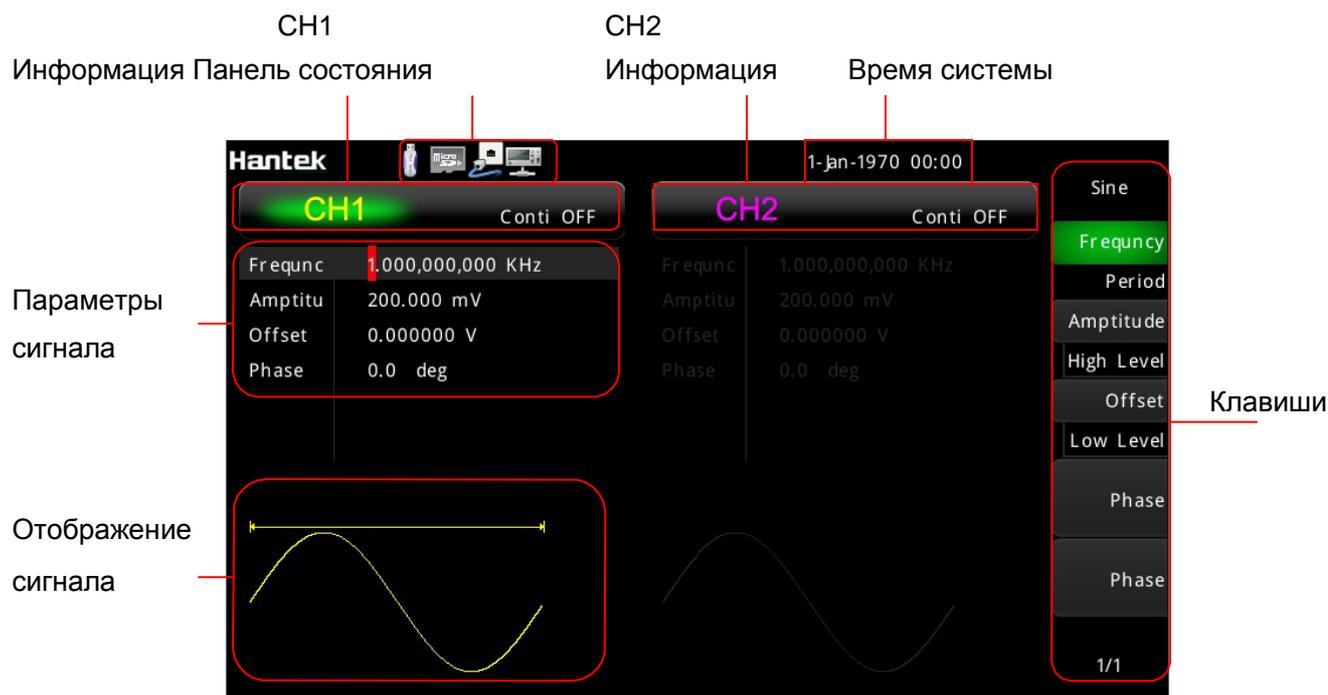
## Онлайн-помощь

Онлайн-помощь для генератора сигналов имеет два типа просмотра - просмотр содержимого и просмотр указателя.

1. Указатель содержит темы онлайн-помощи в восходящем порядке. Тема выбирается регулятором, после чего она открывается.
2. При просмотре содержимого показывается содержимое конкретной темы. Переход осуществляется при помощи служебных слов.
3. Нажмите клавишу Exit, чтобы выйти.

## Область экрана

Генератор сигнала можно разделить на три области: панель состояния наверху экрана, панель меню в правой части экрана, область окна в левом углу экрана.



Панель состояния показывает, подключено ли к прибору внешнее USB-устройство, подключено ли USB-устройство на задней панели к ПК, подключен ли Интернет, а также показывает текущее время.

Панель меню и область окна соответствуют друг другу. Содержимое области окна можно изменить при помощи панели меню. Имеется три способа работы с элементами на панели меню. Один из них - это работа напрямую. Нажмите на элемент, затем операция будет изменена, либо войдите в подменю для выбора или перейдите на следующую страницу для выбора.

Другой способ заключается в выборе. Он позволяет открыть тему и некоторые параметры. Тема отображается наверху элемента меню, а под ней показаны параметры. Нажмите клавиши F0~F6, соответствующие позиции, для выбора разных параметров.

Третий способ - это изменение. Он выглядит так же, как и выбор. Однако тема не указывается, и текущие параметры отображаются перед элементом меню, и дополнительный элемент находится внизу.

Нажмите F6, чтобы подняться или опуститься в меню. Нажмите F10, чтобы вернуться в основное меню.

## 1.3 Задняя панель

1. Внешний вход опорных сигналов 10 МГц
2. Внутренний вход опорных сигналов 10 МГц
3. Разъем USB-разъема

## 1.4 Подготовка прибора к использованию

В этом разделе описаны базовые процедуры для запуска прибора.

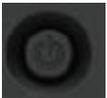
### Подготовка прибора к использованию

Подключите силовой шнур. Включите прибор, нажав на выключатель питания в нижнем левом углу лицевой панели.

Функция прибора по умолчанию - синусоидальный сигнал 1 кГц, 200 мВ пик. При включении выходные разъемы канала отключаются. Чтобы включить выход на разъеме канала, нажмите клавишу над разъемом, и затем нажмите **Output**.

Если прибор не включается, убедитесь, что силовой шнур надежно подключен (при включении автоматически определяется напряжение линии питания). Также убедитесь, что прибор подключен к надежному источнику питания.

### Выключатель питания:



Чтобы отключить прибор, нажмите на выключатель питания.

## Глава 2 Базовые принципы работы

- ◇ [Меню лицевой панели](#)
- ◇ [Утилиты](#)
- ◇ [Функция Save and Recall](#)
- ◇ [Дистанционное управление](#)

## 2.1 Меню лицевой панели

Обзор меню лицевой панели. В этой главе содержатся примеры использования меню лицевой панели.



### Настройка параметров сигнала

- ◆ Период/частота
- ◆ Амплитуда или высокое и низкое напряжение
- ◆ Коррекция
- ◆ Фаза
- ◆ Скважность
- ◆ Симметрия
- ◆ Длительность импульсов
- ◆ Время фронта
- ◆ Сигнал произвольной формы
- ◆ Полоса пропускания

### Единицы и предпочтительные параметры

- ◇ Частота или период
- ◇ Напряжение в виде амплитуды/отклонения или высокий/низкий
- ◇ Единицы напряжения
- ◇ Длительность импульсов и скважность
- ◇ Развертка по частоте - центр/промежуток или Старт/стоп



**Mode :**

#### **Настройка параметров модуляции**

- ◆ Вкл./выкл. модуляцию
- ◆ Тип модуляции: AM, FM, PM, 2ASK, 2FSK, 2PSK, BPSK и PWM
- ◆ Источник модуляции
- ◆ Параметры модуляции



**Sweep :**

#### **Настройка параметров развертки по частоте**

- ◆ Вкл./выкл. развертку
- ◆ Линейный
- ◆ Время развертки
- ◆ Частоты запуска/остановки или центра/промежутка
- ◆ Время удержания и возврата



**Burst :**

#### **Настройка пакетных параметров**

- ◆ Вкл./выкл. пакет
- ◆ Режим пакета: синхронизированный или с внешним шлюзом
- ◆ Циклов на пакет
- ◆ Длительность пакета



**Save/Recall :**

Сохранить и вызвать из памяти состояния прибора



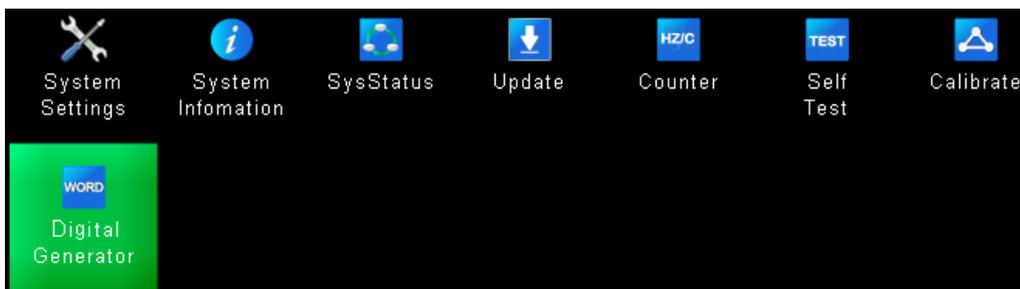
**Help :**

#### **Открыть список разделов помощи**

- ◆ Открыть список разделов помощи
- ◆ Открыть указатель разделов помощи
- ◆ Получить помощь по клавише



Utility :



## 1. Настройки системы

### Настройка параметров системы

- ◆ Настройка языка: Выбрать местный язык для сообщений на лицевой панели и текста помощи
  - ◆ Настройки безопасности: Задать пароль
  - ◆ Настройки дисплея: Включить или отключить режим сохранения экрана; отрегулировать яркость отображения
  - ◆ Настройки звука: Включить или отключить звуковой сигнал:
  - ◆ Сетевые настройки: Задать сеть
  - ◆ Настройка времени и даты: Задать время и дату
  - ◆ Настройка исходных часов: Выбрать внутренние или внешние исходные часы.
- ◇ Синхронизация: 手动当源模式选择为手动时 ·

## 2. System Information (информация о системе)

- ◆ Информация о приборе
- ◆ Информация об аппаратном обеспечении
- ◆ Информация о программном обеспечении
- ◆ Нормативная информация

## 3. SysStatus (статус системы)

- ◆ Проверить статус системы
- ◆ Сохранить и вызвать из памяти статус системы

## 4. Update (обновить)

- ◆ Обновить прошивку

## 5. Counter (счетчик)

- ◆ Включить/отключить счетчик или частотомер

**6. Self Test (самодиагностика)**

- ◆ Выполнить самодиагностику

**7. Calibration (калибровка)**

- ◆ Выполнить калибровку

**8. Digital Generator (Цифровой генератор)**

- ◆ Цифровой генератор

Trigger :

**Задать настройки триггера**

- ◆ Выполнить ручную синхронизацию, когда подсвечивается.
- ◆ Задать источник триггера для сигнала развертки, пакетного сигнала или сигнала произвольной формы.
- ◆ Задать счетчик триггера и задержку.
- ◆ Задать наклон (нарастающий или спадающий фронт) для внешнего источника триггера.
- ◆ Задать наклон (нарастающий или спадающий фронт) для внешнего сигнала триггера.
- ◆ Включить/отключить выход сигнала на разъем "Sync".

Default setting :



Настройки по умолчанию

Нажмите кнопку Default на лицевой панели, и будет осуществлен возврат к заводским настройкам.

**2.2 Меню Utility**

В меню Utility можно выбрать несколько функций, таких как <System Settings>, <System Information>, <System State >, <Counter>, <Self Test>, <Calibration>.

Для выбора этих функций используйте регулятор и кнопку вправо/влево, затем нажмите кнопку ENT для выбора. Также можно нажать кнопки F1 и F2, чтобы выбрать функцию, затем нажмите ENT или F4, чтобы подтвердить. Нажмите F5, чтобы выйти.

**2.2.1 System Settings (Настройки системы)**

Имеются следующие настройки:

Настройка языка

Настройки безопасности  
Настройки отображения  
Настройки звука  
Настройки сети  
Настройки времени  
Настройки опорного сигнала

Выполните следующие действия для входа в меню настроек:

1. Нажмите кнопку <Utility>, выберите “System Setting”, затем нажмите ENT, чтобы выполнить настройки системы;
2. В главном меню System Settings нажмите кнопки F1-F5, чтобы перейти к нужным настройкам.
3. Кроме того, пользователь может выбирать настройки при помощи регулятора.

#### ◇ Language Settings (Настройка языка)

Поддерживаются английский и китайский языки; чтобы изменить язык, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку <Utility>, выберите “System Setting”, затем нажмите ENT, чтобы перейти к разделу System Settings;
2. Выберите “Language Settings”, нажмите кнопку ENT, чтобы открыть настройки языка;
3. Нажмите кнопку F1, чтобы выбрать другой язык;
4. Нажмите F2, чтобы выйти.

#### ◇ Security Settings (Настройки безопасности)

Чтобы использовать функции генератора сигналов, требуется разрешение администратора и ввод пароля, к примеру для функций <Upgrade> и <Calibration>. В настройках безопасности администратор может поддерживать ключи безопасности.

1. Нажмите кнопку <Utility>, затем ENT, чтобы перейти в раздел System Settings, затем выберите Security Settings;
2. Нажмите F1, и появится окно ввода пароля; затем введите нужный пароль, нажмите F1 еще раз, чтобы задать новый пароль при помощи цифровой клавиатуры на лицевой панели.
4. Нажмите F2, чтобы ввести пароль еще раз.
5. Нажмите F3, чтобы подтвердить, и если оба пароля совпадают, то система автоматически вернется к окну <System Settings>. В противном случае поле пароля будет пустым, и вам потребуется ввести его заново;
6. Нажмите F4 для выхода.

**Примечание:** Пароль системы по умолчанию - 88888888. Макс. количество символов - восемь, включая цифры и кавычки.

#### ◇ Display Settings (Настройки дисплея)

Регулировка яркости дисплея.

1. Нажмите кнопку <Utility>, затем ENT, чтобы перейти в раздел System Settings, затем выберите Display Settings;
2. Чтобы отрегулировать яркость, нажмите F1, затем подсветится меню, затем поверните регулятор на лицевой панели, чтобы отрегулировать значения параметров.

Отключить или включить режим сохранения экрана.

1. Нажмите кнопку <Utility>, затем ENT, чтобы перейти в раздел System Settings, затем выберите Display Settings;
3. Нажмите F2, чтобы отключить или включить режим сохранения экрана;
4. Когда режим сохранения экрана включен, нажмите F3, чтобы задать время, через которое он должен включиться;
5. Нажмите F4, чтобы выйти.

#### ◇ **Sound Settings (Настройки звука)**

Если звуковой сигнал клавиатуры включен, он издается при нажатии любой клавиши.

Выполните следующие действия, чтобы включить или отключить звук:

1. Нажмите кнопку <Utility>, затем ENT, чтобы перейти в раздел System Settings, затем выберите Sound Settings;
2. Нажмите F1, чтобы включить или отключить звуковой сигнал.
3. Нажмите F2 для выхода.

#### ◇ **Network Settings (Сетевые настройки)**

Система может установить связь с ПК через интерфейс Ethernet.

1. Нажмите кнопку <Utility>, затем ENT, чтобы перейти в раздел System Settings, затем выберите "Network Settings" и нажмите кнопку ENT, чтобы открыть интерфейс "Network Settings";
2. Нажмите F1, чтобы изменить IP-адрес, введите значения IP в нужном формате при помощи цифровой клавиатуры на лицевой панели.
4. Нажмите F2, чтобы изменить маску подсети, введите значения маски подсети в нужном формате при помощи цифровой клавиатуры на лицевой панели.
5. Нажмите F1, чтобы изменить шлюз, введите значения шлюза в нужном формате при помощи цифровой клавиатуры на лицевой панели.
6. Нажмите F1, чтобы изменить MAC, введите значения MAC в нужном формате при помощи цифровой клавиатуры на лицевой панели.
7. Нажмите F5 для выхода.

**Примечание:** Не во всех режимах прибора имеется интерфейс Ethernet.

#### ◇ **Time Date Setting (Настройка времени и даты)**

Выполните следующие действия, чтобы изменить время и дату:

1. Нажмите кнопку <Utility>, затем ENT, чтобы перейти в раздел System Settings, затем выберите “Time and date Settings” и нажмите кнопку ENT, чтобы открыть интерфейс “Time and date Settings”;
3. Нажмите F1, чтобы изменить год.
4. Нажмите F1, чтобы изменить месяц.
5. Нажмите F1, чтобы изменить день.
6. Нажмите F1, чтобы изменить час.
7. Нажмите F1, чтобы изменить минуты.
8. Нажмите F6, чтобы войти на страницу 2 главного меню, нажмите F1, чтобы изменить второе значение.
9. Нажмите F6, чтобы войти на страницу 2 главного меню, нажмите F2, чтобы выйти.

#### ◆ **Настройки опорного сигнала**

По умолчанию внутренний источник задан на 10М. Для синхронизации разных устройств выберите внешние кристаллы M10 в качестве источника тактовых сигналов.

Выполните следующие действия, чтобы настроить источник опорных тактовых сигналов:

1. Нажмите кнопку <Utility>, затем ENT, чтобы перейти в раздел System Settings, затем выберите “Clock Source” и нажмите кнопку ENT, чтобы открыть интерфейс “Clock Source”.
2. Нажмите F1, чтобы выбрать внутренний источник.
3. Нажмите F1 два раза, чтобы выбрать внешний источник.
4. Нажмите F2 для выхода.

### **2.2.2 System Infomation (Информация о системе)**

Содержит информацию о приборе, аппаратном и программном обеспечении и нормативную информацию.

### **2.2.3 System State (Состояние системы)**

Выполните следующие действия, чтобы узнать состояние системы:

1. Нажмите кнопку <Utility>, затем нажмите F2-> F2->ENT, чтобы перейти к интерфейсу Systatus.
2. Нажмите F5 для выхода.

Выполните следующие действия, чтобы сохранить файл статуса системы:

1. Нажмите кнопку <Utility>, затем нажмите F2-> F2->ENT, чтобы перейти к интерфейсу Systatus.
2. Нажмите F1, чтобы открыть <File Brower>, затем выберите папку (File Win или Disk Win) для сохранения файла.
3. Нажмите F3 в меню <File Brower>, а затем введите название файла.
4. Нажмите F3 еще раз, чтобы сохранить файл.

5. Затем откроется окно состояния системы.
6. Нажмите F5 для выхода.

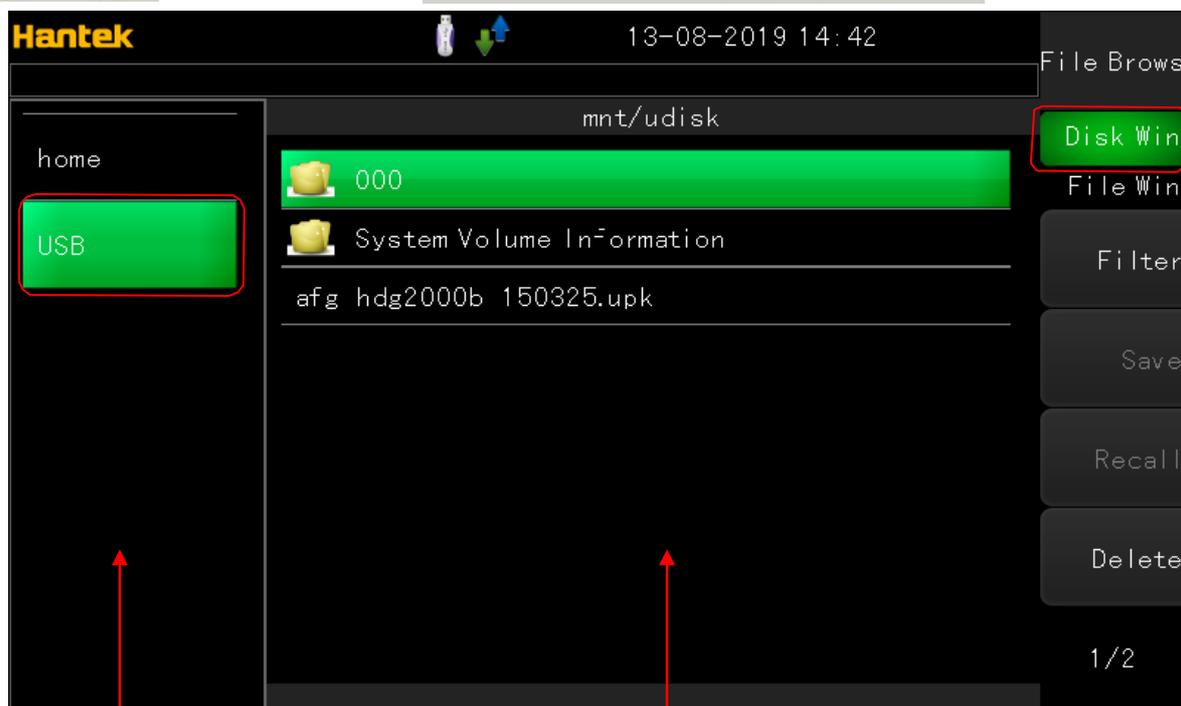
Выполните следующие действия, чтобы вызвать из памяти файл статуса системы:

1. Нажмите кнопку <Utility>, затем нажмите F2-> F2->ENT, чтобы перейти к интерфейсу Systatus.
2. Нажмите F1, чтобы открыть <File Brower>, затем выберите папку с сохраненным файлом.
3. Нажмите F1, чтобы вызвать из памяти выбранный файл состояния системы.
4. Затем откроется окно состояния системы.
5. Нажмите F5 для выхода.

## 2.2.4 Update (обновление)

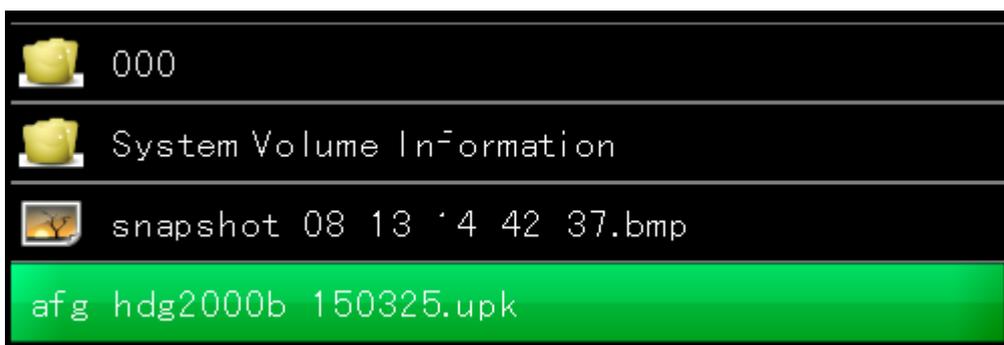
Выполните следующие действия, чтобы обновить систему:

1. Скопируйте файл .upk на USB-диск. Вставьте USB-диск в USB-порт прибора.
2. Нажмите кнопку “Save/Recall”, затем нажмите F1, чтобы переключиться на окно “Disk Win”, поверните регулятор “USB” и нажмите клавишу “Enter” для подтверждения.



Окно диска

Окно файла



3. Нажмите клавишу "Recall->Update", чтобы обновить прошивку.
4. Наконец, перезапустите прибор.

### 2.2.5 Counter (счетчик)

Функция счетчика и частотомера встроены в генератор сигнала произвольной формы, включая низкочастотный счетчик, высокочастотный счетчик, низкочастотный частотомер и высокочастотный частотомер.

Для измерения частоты ниже 100 кГц выберите низкочастотный счетчик и низкочастотный частотомер. Для измерения частоты выше 100 кГц выберите высокочастотный счетчик и высокочастотный частотомер.

Для вычисления низкочастотного сигнала выполните следующие действия:

1. Подключите сигнал к разъему COUNT на лицевой панели.
2. Нажмите кнопку <Utility>, затем нажмите F2-> F2-> F2-> F2->ENT, чтобы перейти к интерфейсу счетчика.
3. Выберите тип счетчика low freq counter.
4. Нажмите F3, чтобы запустить счетчик
5. Нажмите F3, чтобы остановить счетчик

Для измерения частоты низкочастотного сигнала выполните следующие действия:

1. Подключите сигнал к разъему COUNT на лицевой панели.
2. Нажмите кнопку <Utility>, затем нажмите F2-> F2-> F2-> F2->ENT, чтобы перейти к интерфейсу счетчика.
3. Выберите тип счетчика low freq meter.
4. Нажмите F3 для запуска.
5. Нажмите F3 для остановки.
6. Время шлюза по умолчанию - 1 секунда. Нажмите клавишу F4 и используйте регулятор и цифровую клавиатуру, чтобы изменить значение. Для вычисления высокочастотного сигнала выполните следующие действия:

1. Подключите сигнал к разъему COUNT на лицевой панели.
2. Нажмите кнопку <Utility>, затем нажмите F2-> F2-> F2-> F2->ENT, чтобы перейти к интерфейсу счетчика.
3. Выберите тип счетчика high freq counter.
4. Нажмите F3, чтобы запустить счетчик
5. Нажмите F3, чтобы остановить счетчик

Для измерения частоты высокочастотного сигнала выполните следующие действия:

1. Подключите сигнал к разъему COUNT на лицевой панели.
2. Нажмите кнопку <Utility>, затем нажмите F2-> F2-> F2-> F2->ENT, чтобы перейти к интерфейсу счетчика.
3. Выберите тип счетчика high freq meter.
4. Нажмите F3 для запуска.
5. Нажмите F3 для остановки.
6. Время шлюза по умолчанию - 1 секунда. Нажмите клавишу F4 и используйте регулятор и цифровую клавиатуру, чтобы изменить значение.

### 2.2.6 Self Test (самодиагностика)

Чтобы убедиться в возможности нормального использования устройства, выполните самодиагностику.

Во время работы будут проверяться часы в реальном времени, модель ADC, FPGA и передняя аналоговая цепь.

Выполните следующие действия, чтобы начать операцию:

1. Нажмите кнопку <Utility>, затем нажмите F2-> F2-> F2-> F2->ENT, чтобы перейти к интерфейсу самодиагностики.
2. Нажмите F1 для запуска.
3. Результат самодиагностики будет показан на экране. Для проведения самодиагностики требуется 15 секунд.

### 2.2.7 Calibration (калибровка)

В случае успешной самодиагностики пользователь может выполнить калибровку вручную.

Однако для этого требуются права администратора.

В ходе калибровки вычисляется коэффициент коррекции и исправляются ошибки смежных параметров. Во время этой операции выполняется калибровка частоты, коррекции ADC и DC.

Для калибровки выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку <Utility>, затем нажмите F2-> F2-> F2-> F2-> F2->ENT, чтобы перейти к интерфейсу калибровки.
2. Нажмите F1, чтобы ввести пароль.
3. Нажмите F1 еще раз для запуска. Во время операции введите конкретные значения.
4. Введите значение при помощи цифровой клавиатуры.
5. Нажмите F3, чтобы сохранить результат.
6. Нажмите F4 для выхода.

## **Виртуальная клавиатура**

Виртуальная клавиатура используется, главным образом, для ввода символов.

Особенности виртуальной клавиатуры:

1. Имеется два языка: английский и китайский
2. Выбор разных символов при помощи регуляторов, клавиша Ввод для подтверждения
3. Изменение символов

Для использования виртуальной клавиатуры выполните следующие действия:

1. Выберите язык для ввода - английский или китайский
2. Введите символ
3. Измените символов
4. Подтвердите для возврата

Выберите метод ввода

Сначала нажмите F1 для выбора языка ввода - английский или китайский. Введите символы

1. Если выбран английский язык, то поверните регулятор, чтобы выбрать символ, нажмите ВВОД, чтобы ввести его, затем символ появится в текстовом поле в окне.
2. Если выбран китайский язык, то поверните регулятор, чтобы выбрать пиньинь, затем символы пиньинь появятся в окне ввода текста. Одновременно с эти появятся подсказки для ввода китайских символов. Нажмите на кнопку 1-9, чтобы выбрать или изучить следующую или предыдущую группу символов при помощи регулятора.

Изменение символов

1. Нажмите F3, чтобы выбрать окно с "фокусом ввода".
2. Используйте стрелки вправо/влево и клавишу "обратный ход" или CE, чтобы изменить текст.
3. Если вы продолжите вводить символы, нажмите F3 еще раз, чтобы выбрать окно с "фокусом ввода". Подтвердите для возврата.

Нажмите F4 для выхода.

## **Подтверждение пароля**

Для некоторых функций требуется ввод пароля администратора, к примеру, <Security Settings>, <Calibration> и <Upgrade>

Пароль по умолчанию - 88888888.

Выполните следующие действия, чтобы проверить пароль:

1. Введите пароль на цифровой клавиатуре;
2. Нажмите F1, чтобы подтвердить. Если пароль верный, откроется интерфейс функции. В противном случае поле пароля будет пустым, и вам потребуется ввести его заново.

3. Нажмите F3 для выхода.

### Устройство хранения USB

К генератору этой серии можно подключить устройство хранения USB с файловой системой FAT32. Большинство устройств хранения USB имеют память 32 Гб. Файл сигнала, созданный при помощи функции <Wave Editor>, или файл состояния, созданный при помощи функции <System State>, можно сохранить или вызвать из памяти с устройства USB.

### SD-карта

К генератору этой серии можно подключить SD-карту с файловой системой FAT32. Большинство SD-карт имеют память 32 Гб. Файл сигнала, созданный при помощи функции <Wave Editor>, или файл состояния, созданный при помощи функции <System State>, можно сохранить или вызывать из памяти с SD-карты.

## 2.3 Функция Save and Recall

### Браузер файлов

Браузер файлов - это устройство хранения для поиска файлов и сохранения информации о конфигурации, и он включает внутреннюю память, внешнее устройство USB и SD-карту.

Особенности:

1. Поиск файлов и папок
2. Создание и удаление файлов и папок
3. Создание новой корневой директории
4. Открытие файлов и папок в браузере:
  1. Выберите устройство хранения. Нажмите F1, чтобы выбрать устройство в фокусном окне, поверните регулятор и нажмите Ввод, чтобы изменить текущее устройство.
  2. Выберите файл. Нажмите F1, чтобы выбрать область файлов в фокусном окне, измените текущий файл, повернув регулятор.

Удаление файлов:

1. Выберите файл. Затем нажмите F5, чтобы удалить его.
2. После удаления всех файлов в папке выберите папку и нажмите F5, чтобы удалить ее.

Создание папок:

Нажмите F4, чтобы создать новую папку в корневом каталоге.

Открытие файлов:

1. Выберите файл.
2. Нажмите Ввод, чтобы вызвать файл, и если файл распознан, он откроется автоматически.

В противном случае ничего не произойдет.

## **2.4 Дистанционное управление**

Устройство может установить связь с ПК через USB-порт.

Программное обеспечение на ПК может создавать данные сигнала и одновременно с этим осуществлять операции для этого сигнала.

## Глава 3 Функции и особенности

В данной главе содержится информация об особенностях побора, включая лицевую панель и работу удаленного интерфейса. Сначала прочитайте главу [Описание меню лицевой панели](#). См. раздел [Программирование SCPI](#) для получения информации о командах и запросах SCPI. В этом разделе описано:

- ◇ [Конфигурация выхода](#)
- ◇ [Осциллограммы импульсов](#)
- ◇ [Амплитудная модуляция \(АМ\) и частотная модуляция \(ЧМ\)](#)
- ◇ [Фазовая модуляция \(ФМ\)](#)
- ◇ [Частотно-ключевая модуляция \(ЧКМ\)](#)
- ◇ [Широтно-импульсная модуляция \(ШИМ\)](#)
- ◇ [Развертка по частоте](#)
- ◇ [Пакетный режим](#)
- ◇ [Синхронизация](#)

### 3.1 Конфигурация выхода

В данном разделе описана конфигурация выходного канала. Многие команды, связанные с конфигурацией выхода, начинаются с SOURce1: или SOURce2:, что обозначает конкретный канал. Пользователь может опустить их.

#### Функция выхода

Прибор имеет шесть стандартных сигналов: sine (синус), square (прямоугольный), ramp (пилообразный), pulse (импульс), noise (шум) и Harmonic (гармоника). Также имеется девять сигналов произвольной формы, и вы можете создать собственные сигналы при помощи встроенного редактора сигналов.

В следующей таблице показано, какие функции допустимы (\*) для модуляции, развертки и пакетного сигнала. При выборе функции, которая недопустима для модуляции или режима, модуляция или режим отключаются.

Сигнал	AM	FM	PM	ASK	FSK	PSK	BPSK	ШИМ	Пакетный	Развертка
Синусоид.	*	*	*	*	*	*	*		*	*
Прямоугол.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Пилообраз.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Импульс	*	*	*	*	*	*	*		*	*
Гауссовский шум	*								*a	
Сигнал произвольной формы	*	*							*	*

(a) Только стробированные пакеты

- ◇ Ограничения по частоте: При изменении функций может измениться частота для соответствия новым ограничениям по частоте функции.
- ◇ Амплитуда и коррекция не могут превышать рабочие характеристики прибора. Последний заданный параметр можно изменить таким образом, чтобы он находился в заданных пределах.
- ◇ Можно защитить испытываемое устройство (DUT), указав нижний и верхний предел напряжения.

#### ◇ Лицевая панель



#### ◆ SCPI:

**SOURce<n>: FUNCtion <SINusoid|SQUare|RAMP|PULSe|NOISe|DC|SINC|EXPFall|HAVErsine|LOREntz| DUALtone|GAUSE|ECG| USER| HARMonic| >**

#### Выходная частота

Диапазон выходной частоты зависит от функции (частота по умолчанию 1 кГц для всех функций). См. [Приложение В](#).

- ◇ Ограничения по частоте: При изменении функций может измениться частота для соответствия новым ограничениям по частоте функции.
- ◇ Пакетные ограничения: Для пакетов с внутренней синхронизацией минимальная частота составляет 1 Гц.
- ◇ Ограничения скважности: Для прямоугольных и импульсных сигналов скважность ограничена минимальной длительностью импульса 16 нс. К примеру, при частоте 1 кГц скважность можно задать на 0,01%, так как это приведет к длительности импульса 100 нс. При 1 МГц минимальная скважность составляет 1,6%, а при 10 МГц - 16%. Настройка частоты, при которое нельзя достичь текущей скважности, приведет к изменению скважности для того, чтобы минимальная длительность импульса была в пределах заданных характеристик.

◇ **SCPI:**

**SOURce<n>:FREQuency<frequency>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<1|2>:FUNction:ARBitrary:PTPeak <voltage>|MINimum|MAXimum**

**Выходная амплитуда**

Амплитуда по умолчанию - 200 мВ пик. для всех функций.

- ◇ Ограничения по напряжению смещения: Отношение между амплитудой и коррекцией указано ниже.

V пик. < 2(V макс. – |V окрп.|)

- ◇ При настройке высокого и низкого уровня также задается амплитуда сигнала и коррекция. К примеру, если вы задаете высокий уровень на +2В, а низкий - на -1В, то амплитуда будет 3 В пик., а коррекция -500 мВ.

- ◇ Выходной уровень сигнала постоянного тока контролируется напряжением смещения (напряжение смещения пост. тока). Уровень постоянного тока должен быть в пределах ±10 В.

◇ **SCPI:**

**SOURce<n>:VOLTage <amplitude>|MINimum|MAXimum**

**Напряжения смещения постоянного тока**

Смещение по умолчанию - 0 В для всех функций.

- ◇ Пределы, связанные с амплитудой: Отношение между напряжением смещения и выходной амплитудой указано ниже. Пиковое выходное напряжение (постоянного + переменного тока) не может превышать выходные характеристики прибора.

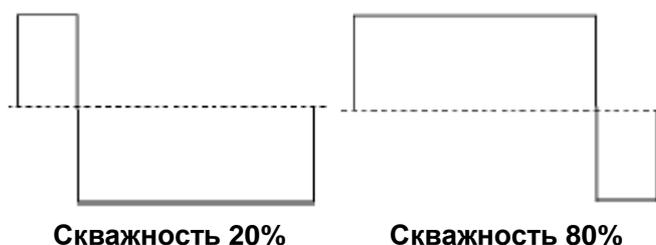
- ◇ При настройке высокого и низкого уровня также задается амплитуда сигнала и коррекция. К примеру, если вы задаете высокий уровень на +2В, а низкий - на -1В, то амплитуда будет 5 В пик., а коррекция -500 мВ.

◇ **SCPI:**

**SOURce<n>:VOLTage:OFFSet <offset>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:VOLTage:OFFSet? [MINimum|MAXimum]**

**Скважность (прямоугольные сигналы)**

Скважность прямоугольных сигналов - это промежуток времени на цикл, в течение которого сигнал имеет высокий уровень. (Скважность импульсов подробно описана в разделе "[Импульсные сигналы](#)".)



◇ Скважность: От 0,001% до 99,995% при низких частотах; диапазон сокращен при высоких частотах. Хранится в энергозависимой памяти; 50% по умолчанию.

◇ **Лицевая панель**



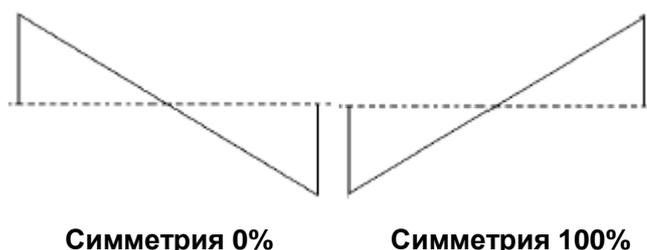
Если вы используете клавиатуру, нажмите кнопку ENT для завершения:

◇ **SCPI:**

**SOURce<n>:FUNction:SQUare:DCYCLE <percent>|MINimum|MAXimum**

**Симметрия (сигналы Ramp)**

Применимо только к сигналам ramp. Симметрия представляет собой часть каждого цикла, в которой сигнал Ramp нарастает.



◇ Симметрия (50% по умолчанию) хранится в энергозависимой памяти и запоминается, когда вы меняете тип сигнала.

◇ Если сигнал ramp является модулирующим сигналом для AM, FM, PM или PWM, то настройки симметрии не применяются.

◇ **Лицевая панель**



◇ **SCPI :**

**SOURce<n>:FUNction:RAMP:SYMMetry <symmetry>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:  
FUNction:RAMP:SYMMetry? [MINimum|MAXimum]**

### Автоматический выбор диапазона напряжения

Автоматический выбор диапазона включен по умолчанию, и прибор выбирает оптимальные настройки затухания.

### Контроль выходов

По умолчанию выход канала отключается при подаче питания, чтобы защитить другое оборудование. Чтобы включить выход, см. инструкции ниже. Когда выход канала включен, горит кнопка соответствующего канала.

◇ Лицевая панель



◇ SCPI:

**OUTPut<n> ON|OFF, OUTPut<n>?**

### Выходной сигнал синхронизации

Выход синхронизации имеется на разъеме Sync лицевой панели. Все стандартные функции выхода (кроме DC и шума) имеют смежный сигнал Sync. Для тех случаев, когда может потребоваться вывод сигнала Sync, вы можете отключить разъем Sync (Меню Trig -> Sync->OFF). Сигнал Sync можно получить из любого канала выхода прибора.

### Общие положения

- ◇ По умолчанию сигнал Sync получают от канала 1 и направляют к разъему Sync (включен).
- ◇ Когда сигнал Sync отключен, выходной уровень на разъеме Sync является низким.
- ◇ Для сигналов sine, pulse, ramp, square, и triangle сигнал Sync является прямоугольным, т.е., высоким в первой половине цикла и низким в последней половине.

◇ Лицевая панель

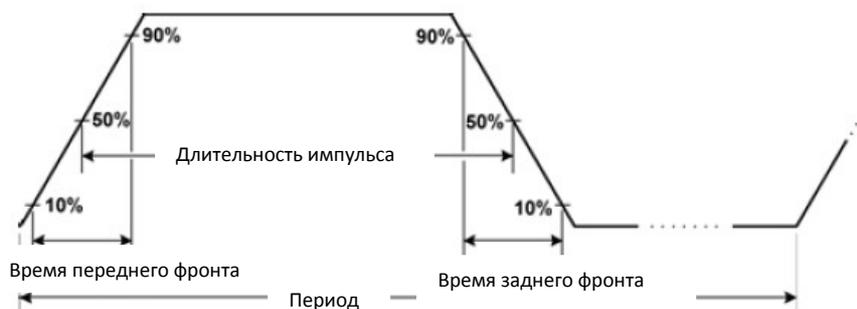


◇ SCPI:

**OUTPut:SYNC:SOURce CH1|CH2**

## 3.2 Осциллограммы импульсов

Как показано ниже, импульсные или прямоугольные сигналы включает период, длительность импульса, нарастающий фронт и спадающий фронт.



## 1. Частота

Частота - количество повторений какого-либо события в единицу времени. Она также называется временной частотой, т.е., подчеркивается контраст по сравнению с пространственной частотой и угловой частотой.

Период - это длительность одного цикла в рамках повторяющегося события, поэтому период обратно пропорционален частоте. Единицы измерения: мГц, мГц, Гц, КГц, МГц.

### ◆ Лицевая панель:

Выберите сигнал Pulse:



Выберите частоту вместо периода:



### ◆ SCPI:

**SOURce<n>:FUNCTion PULSe SOURce<n>:FREQUency<frequency>|MINimum|MAXimum**

## 2. Длительность импульса

Длительность импульса - это время от порога 50% нарастающего фронта импульса до порога 50% следующего нарастающего фронта.

◇ Длительность импульса: от 15 нс до 1 000 000 с. Длительность импульса по умолчанию - 500 мкс.

◇ Длительность импульса ограничена минимальной длительностью импульса (16 нс) и циклом импульса.

Длительность импульса больше или равна минимальной длительности импульса

Длительность импульса меньше или равна циклу импульса минус двухкратная минимальная длительность импульса

◇ Прибор отрегулирует длительность импульса в соответствии заданным периодом.

### ◇ Лицевая панель



◇ **SCPI:**

`SOURce<n>:FUNCtion:PULSe:WIDTh <seconds>|MINimum|MAXimum`

`SOURce<n>:FUNCtion:PULSe:WIDTh? [MINimum|MAXimum]`

К примеру, задайте длительность импульса канала 1 на 5 мс:

`SOURce1:FUNCtion:PULSe:WIDTh 0.005`

### 3. Скважность импульса

Скважность импульса определена следующим образом: Скважность = 100-кратная длительность импульса/период

Длительность импульса - это время от порога 50% нарастающего фронта импульса до порога 50% следующего нарастающего фронта.

◇ Скважность импульса: от 0,01% до 99,99% (см. ограничения ниже). 50% по умолчанию.

◇ Скважность импульса должна соответствовать следующим ограничениям, заданным минимальной длительностью импульса ( $W_{min}$ ). Прибор отрегулирует скважность импульса в соответствии заданным периодом. Скважность связана с длительностью импульса, и, если ее изменить, то длительность импульса изменится автоматически. Скважность импульса ограничена минимальной длительностью импульса (16 нс) и циклом импульса. Скважность импульса  $\geq 100$ -кратная минимальная длительность импульса / цикл импульса

Скважность импульса  $\leq 100 \times (1-2$ -кратная минимальная длительность импульса / цикл импульса)

◇ **Лицевая панель**

Выберите функцию импульса:



Переключиться на скважность:



◇ **SCPI:**

`SOURce<n>:PULSe:DCYClе <percent>|MINimum|MAXimum`

К примеру, задайте скважность канала 1 на 30%: `SOURce1: FUNCtion: PULSe: DCYClе 30`

#### 4. Время фронта

Время фронта задает время перехода для переднего и заднего фронта импульса, независимо друг от друга или совместно. Время фронта представляет собой время между порогами 10% и 90%.

- ◇ Время фронта: 1 мкс по умолчанию.
- ◇ Заданное время фронта должно соответствовать заданной длительности импульса, как указано выше. Прибор отрегулирует время фронта в соответствии заданным периодом.

#### ◇ Лицевая панель



#### ◇ SCPI:

SOURce<n>:FUNCtion:PULSe:TRANsition:LEADing<seconds>|MINimum|MAXimum

SOURce<n>:FUNCtion:PULSe:TRANsition:TRAILing <seconds>|MINimum|MAXimum

Пример:

- a) Задать время переднего фронта канала 1 на 10 нс,  
SOURce1:FUNCtion:PULSe:TRANsition:LEADing 0.00000001
- b) Задать время заднего фронта канала 1 на 10 нс  
SOURce1:FUNCtion:PULSe:TRANsition:TRAILing 0.00000001

### 3.3 Амплитудная модуляция (АМ) и частотная модуляция (ЧМ)

Модулированный сигнал состоит из сигнала несущей и модулирующего сигнала. При АМ амплитуда несущей зависит от уровня напряжения модулирующего сигнала. При ЧМ частота несущей зависит от уровня напряжения модулирующего сигнала. Прибор принимает внутренний и внешний источник модуляции. Один канал может модулировать другой. Выберите АМ или ЧМ перед настройкой других параметров модуляции.

#### Выбор АМ или ЧМ

В приборе можно включить только один режим модуляции на канал. При включении АМ или ЧМ остальные модуляции отключаются. Модуляции двух каналов не зависят друг от друга, и прибор может добавлять модулированные сигналы из двух каналов.

- ◆ Прибор не допускает включения АМ или ЧМ при сигналах развертки и пакетных сигналах. При включении АМ или ЧМ отключите сигналы развертки и пакетные сигналы.
- ◆ Чтобы избежать множественных изменений сигнала, включите модуляцию после настройки других параметров модуляции.

◆ Лицевая панель



◆ SCPI:

SOURce<n>:MOD ON|OFF SOURce<n>:MOD:TYPE AM|FM

**Форма сигнала несущей**

◆ Форма несущей AM или ЧМ: Сигналы Sine (по умолчанию), Square, Ramp, Pulse, Ramp, Noise или сигнал произвольной формы. Нельзя использовать DC (открытый вход) в качестве сигнала несущей.

◆ Что касается ЧМ, то частота несущей должна быть выше или равна отклонению по частоте. При попытке задать отклонение выше частоты несущей прибор задаст отклонение, равное частоте несущей.

◆ Частота несущей плюс отклонение не могут превышать максимальную частоту выбранный функции плюс 100 кГц.

**Частота несущей**

Максимальная частота несущей зависит от функции, как показано ниже. По умолчанию - 1 кГц для всех функций.

Функция	Минимальная частота	Максимальная частота
Синусоидальный	1 мкГц	самая высокая частота
Прямоуголь- ный	HDG2102B, HDG2082B, HDG2062B, HDG2032B, HDG2102C, HDG2072C, HDG2052C , HDG2032C	1 мкГц ~ 30 МГц
	HDG2022B, HDG2012B, HDG2002B	1 мкГц ~ самая высокая частота
Пилообразный	HDG2102B	1 мкГц ~ 4 МГц
	HDG2082B, HDG2062B, HDG2032B, HDG2022B, HDG2012B, HDG2002B HDG2102C, HDG2072C, HDG2052C , HDG2032C	1 мкГц ~ 3 МГц

Импульс	HDG2102B, HDG2082B, HDG2062B, HDG2032B, HDG2022B	1 мкГц ~ 15 МГц
	HDG2102C, HDG2072C, HDG2052C, HDG2032C	
	HDG2012B, HDG2002B	1 мкГц ~ самая высокая частота
Шум	1 мкГц ~ самая высокая частота	

◇ **SCPI:**

SOURce<n>:FREQuency<frequency>|MINimum|MAXimum

### Форма модулирующего сигнала

Прибор принимает внутренний и внешний источник модуляции АМ или ЧМ.

Вы не можете модулировать шум или сигнал произвольной формы при помощи сигнала произвольной формы.

◇ Форма модулирующего сигнала (внутренний источник) может быть:

◇ Синусиодальный сигнал

◇ Прямоугольный со скважностью 50%

◇ UpRamp с симметрией 100%

◇ Треугольный с симметрией 50%

◇ DnRamp с симметрией 0%

◇ Шум - белый гауссов шум

◇ Arb - сигнал произвольной формы

◇ SCPI:

SOURce<n>:MOD:AM:INTernal:FUNCTion SINusoid|SQUare|RAMP

SOURce<n>:MOD:FM:INTernal:FUNCTion SINusoid|SQUare|RAMP

### Частота модулирующего сигнала

Прибор принимает внутренний и внешний источник модуляции.

◇ Модулирующая частота (внутренний источник): зависит от типа сигнала

◇ Модулирующая частота (внешний источник): от 0 до 100 кГц

◇ **SCPI:**

SOURce<n>:MOD:AM:INTernal:FREQuency <frequency>|MINimum|MAXimum

SOURce<n>:MOD:FM:INTernal:FREQuency <frequency>|MINimum|MAXimum

### Глубина модуляции (АМ)

Глубина модуляции - это процентное соотношение, которое представляет изменение амплитуды. При глубине 0% амплитуда составляет половину от амплитуды несущей. При 100% глубине амплитуда зависит от модулирующего сигнала - от 0% до 100% амплитуды несущей.

◇ Глубина модуляции от 0% до 120% 50% по умолчанию.

◇ Лицевая панель



◇ SCPI:

SOURce<n>:MOD:AM:DEPTh <depth>|MINimum|MAXimum

**Отклонение частоты (ЧМ)**

Отклонение частоты представляет пиковое отклонение частоты модулированного сигнала от частоты несущей.

◇ Отклонение частоты: 1 мГц (частота несущей)/2, 100 Гц по умолчанию

◇ Что касается ЧМ, то частота несущей должна быть выше или равна отклонению по частоте. При попытке задать отклонение выше частоты несущей прибор задаст отклонение, равное частоте несущей.

Отклонение частоты + Частота несущей ≤ верхняя частота несущей + 1 кГц

◇ Лицевая панель



◇ SCPI:

SOURce<n>:MOD:FM:DEVIation <deviation>|MINimum|MAXimum

**Модулирующий источник**

Прибор принимает внутренний и внешний источник модуляции.

◇ Модулирующий источник: Внутренний (по умолчанию), другой канал или внешний Внешний источник модуляции может быть до 100 кГц.

◇ При внешнем источнике внешний сигнал модулирует сигнал несущей. Глубина модуляции (AM) или отклонение частоты (ЧМ) контролируется уровнем сигнала ±5В на разъеме MOD лицевой панели.

◇ Лицевая панель

После включения AM или ЧМ выберите источник модуляции:



◇ SCPI :

**SOURce<n>:MOD:AM:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:FM:SOURce INTernal|EXTernal**

### 3.4 Фазовая модуляция (ФМ)

Модулированный сигнал состоит из сигнала несущей и модулирующего сигнала. ФМ практически аналогична ЧМ, но при ФМ фаза модулируемого сигнала зависит от мгновенного напряжения модулирующего сигнала.

#### Выбор фазовой модуляции

◇ Одновременно может работать только один режим модуляции. При включении ФМ предыдущий режим модуляции отключается.

◇ При включении ФМ сигналы развертки и пакетные сигналы отключаются.

◇ Лицевая панель:



Сигнал выдается с использованием текущей несущей и настроек модулированного сигнала.

◇ Чтобы избежать множественных изменений сигнала, включите модуляцию после настройки других параметров модуляции.

◇ SCPI:

**SOURce<n>:MOD ON|OFF**

**SOURce<n>:MOD:TYPE AM|FM|PM|ASK|FSK|PSK|PWM|BPSK**

#### Форма сигнала несущей

Форму несущей ФМ: Сигналы Sine (по умолчанию), Square, Ramp, Pulse или сигнал произвольной формы. Нельзя использовать Noise (шум) или DC (открытый вход) в качестве сигнала несущей.

#### Частота несущей

Максимальная частота несущей зависит от функции, как показано ниже. По умолчанию - 1 кГц для всех функций. Частота несущей должна быть в 20 раз больше пиковой частоты модуляции.

#### Форма модулирующего сигнала

Прибор принимает внутренний и внешний источник модуляции.

Форма модулирующего сигнала (внутренний источник) может быть:

◇ Синусоидальный сигнал

◇ Прямоугольный со скважностью 50%

◇ UpRamp с симметрией 100%

- ◇ Треугольный с симметрией 50%
- ◇ DnRamp с симметрией 0%
- ◇ Шум - белый гауссов шум
- ◇ Arb - сигнал произвольной формы
- ◇ SCPI:

SOURce<n>:MOD:PM:INTernal:FUNctIon SINusoid|SQUare|RAMP

### Частота модулирующего сигнала

Прибор принимает внутренний и внешний источник модуляции.

- ◇ Модулирующая частота (внутренний источник): от 2 мГц до 500 кГц, 100 Гц по умолчанию.

#### ◇ Лицевая панель



Затем введите частоту АМ и ЧМ при помощи регулятора и клавиатуры:



#### ◇ SCPI:

SOURce<n>:MOD:PM:INTernal:FREQuency <frequency>|MINimum|MAXimum

### Фазовое отклонение

Фазовое отклонение представляет пиковое отклонение частоты модулированного сигнала от сигнала несущей. Фазовое отклонение может быть от 0 до 360 градусов (180 по умолчанию).

#### ◇ Лицевая панель



Затем задайте фазовое отклонение:



#### ◇ SCPI:

**SOURce<n>:MOD:PM:DEVIation <deviation>|MINimum|MAXimum****Модулирующий источник**

Прибор принимает внутренний и внешний источник модуляции.

◇ Модулирующий источник: Внутренний (по умолчанию), другой канал или внешний

Внешний источник модуляции может быть до 100 кГц.

◇ При внешнем источнике сигнал несущей модулируется при помощи внешнего сигнала.

Уровень сигнала  $\pm 5$  В, имеющиеся на разъеме Mod лицевой панели, контролирует фазовое отклонение.

◇ **Лицевая панель**



◇ SCPI:

SOURce<n>:MOD:PM:SOURce INTernal|EXTernal

## 3.5 Частотно-ключевая модуляция (ЧКМ)

Вы можете настроить прибор для смещения своей выходной частоты между двумя заданными значениями при помощи модуляции ЧКМ. Скорость, при которой выход смещается между двумя частотами (которые называются "несущая частота" и "частота перестроения"), определяется внутренним синхронизатором или уровнем сигнала на разъеме **TRIG** лицевой панели.

**Для выбора модуляции FSK SOURce<n>:MOD ON|OFF**

**SOURce<n>:MOD:TYPE AM|FM|PM|ASK|FSK|PSK|PWM|BPSK**

- ◆ Одновременно может работать только один режим модуляции. При включении ЧКМ предыдущий режим модуляции отключается.
- ◆ ЧКМ не работает, если включена развертка или пакетные сигналы. При включении ЧКМ сигналы развертки и пакетные сигналы отключаются.
- ◆ Чтобы избежать множественных изменений сигнала, включите модуляцию после настройки других параметров модуляции.

**FSK Carrier Frequency SOURce<n>:FREQuency<frequency>|MINimum|MAXimum**

- ◆ В случае выбора внешнего источника выходная частота определяется по уровню сигнала на разъеме **TRIG** лицевой панели. Если имеется низкий логический уровень, то выдается частота несущей. Если имеется высокий логический уровень, то выдается частота перестроения.

**Частота перестроения ЧКМ**

**SOURce<n>:MOD:FSKey:FREQuency <frequency>|MINimum|MAXimum**

Максимальная частота перестроения зависит от функции. По умолчанию - 100 кГц для всех функций. Внутренний модулирующий сигнал - это прямоугольный сигнал со скважностью 50%. Синусоидальный: от 1 мкГц до самой высокой частоты. Прямоугольный: от 1 мкГц до самой высокой частоты. Пилообразный: от 1 мкГц до самой высокой частоты. Сигнал произвольной формы: от 1 мкГц до самой высокой частоты (кроме DC)

**Скорость ЧКМ****SOURce<n>:MOD:FSKey:INTernal:RATE <frequency>|MINimum|MAXimum**

Скорость ЧКМ - это скорость, при которой выходная частота перемещается между несущей частотой и частотой перестроения при помощи внутреннего источника ЧКМ.

- ◆ Скорость ЧКМ (внутренний источник): от 2 мГц до 1 МГц, 100 Гц по умолчанию.
- ◆ Скорость ЧКМ игнорируется, если выбран внешний источник ЧКМ.

**Источник ЧКМ****SOURce<n>:MOD:FSKey:SOURce INTernal|EXTernal**

Может быть внутренним (по умолчанию) и внешним.

- ◆ Если выбран внутренний источник, то скорость, при которой выходная частота перемещается между несущей частотой и частотой перестроения, определяется по скорости ЧКМ.
- ◆ В случае выбора внешнего источника выходная частота определяется по уровню сигнала на разъеме **TRIG** лицевой панели. Если имеется низкий логический уровень, то выдается частота несущей. Если имеется высокий логический уровень, то выдается частота перестроения.

## 3.6 Широтно-импульсная модуляция (ШИМ)

В этом разделе описана ШИМ, т.е. широтно-импульсная модуляция. ШИМ доступна только для сигнала Pulse, и длительность импульса зависит от модулирующего сигнала. Значение, на которѣ изменяется длительность импульса - это отклонение длительности, и его можно указать в виде процента периода сигнала (т.е., скважности) или в единицах времени. К примеру, если вы укажете импульс со скважностью 20%, и затем включите ШИМ с отклонением 5%, то скважность будет составлять от 15% до 25% под контролем модулирующего сигнала.

Прибор принимает внутренний и внешний источник модуляции.

**Выбор ШИМ**

- ◆ ШИМ не работает, если включена развертка или пакетные сигналы.
- ◆ Чтобы избежать множественных изменений сигнала, включите модуляцию после настройки других параметров модуляции.

**◆ SCPI:**

## SOURce<n>:MOD ON|OFF SOURce<n>:MOD:TYPE PWM

### Форма модулирующего сигнала

Прибор принимает внутренний и внешний источник модуляции.

◆ Форма модулирующего сигнала (внутренний источник) может быть:

- Синусоидальный сигнал
- Прямоугольный со скважностью 50%
- UpRamp с симметрией 100%
- Треугольный с симметрией 50%
- DnRamp с симметрией 0%
- Шум - белый гауссов шум
- Сигнал произвольной формы

◆ Вы можете использовать шум в качестве модулирующего сигнала, но нельзя использовать шум, сигналы произвольной формы или DC в качестве несущей.

◆ Лицевая панель:



◆ SCPI:

SOURce<n>:MOD:PWM:INTernal:FUNction SINusoid|SQUare|RAMP

### Частота модулирующего сигнала

Прибор принимает внутренний и внешний источник модуляции.

◇ Модулирующая частота (внутренний источник): от 2 мГц до 500 КГц. 100 Гц по умолчанию.

◆ Лицевая панель:



◆ SCPI:

SOURce<n>:MOD:PWM:INTernal:FREQuency <frequency>|MINimum|MAXimum

### Отклонение ШИМ

Отклонение ШИМ - это пиковое отклонение длительности модулированного импульсного сигнала.

◇ SCPI :

SOURce<n>:MOD:PWM:DEViation <deviation>|MINimum|MAXimum

### Модулирующий источник

Прибор принимает внутренний и внешний источник модуляции.

- ◆ Модулирующий источник: Внутренний (по умолчанию) и внешний. Внешний источник модуляции может быть до 100 кГц.
- ◆ Если выбран внешний источник модуляции, то отклонение контролируется уровнем сигнала  $\pm 5$  В на разъеме MOD лицевой панели. К примеру, если вы задали отклонение на 1 мкс, то сигнал  $\pm 5$  В соответствует увеличению длительности 1 мкс. При меньшем уровне сигнала создается меньшее отклонение.

- ◆ **Лицевая панель:**



- ◆ **SCPI :**

SOURce<n>:MOD:PWM:SOURce INTernal|EXTernal

## 3.7 Развертка по частоте

В режиме развертки по частоте прибор перемещается от начальной частоты до частоты остановки с заданной скоростью развертки. Вы можете увеличивать или уменьшать частоту развертки. Вы также можете настроить прибор для выдачи одного качения частоты от начальной частоты до частоты остановки, применив внешний или ручную триггер. Прибор может развертывать сигналы sine, square, pulse, ramp, triangle и сигналы произвольной формы (шум и DC недопустимы).

Вы можете задать время выдержки, в течение которого развертка имеет частоту остановки, и время возврата, в течение которого частота изменяется линейно с частоты остановки до начальной частоты.

### Выбор развертки

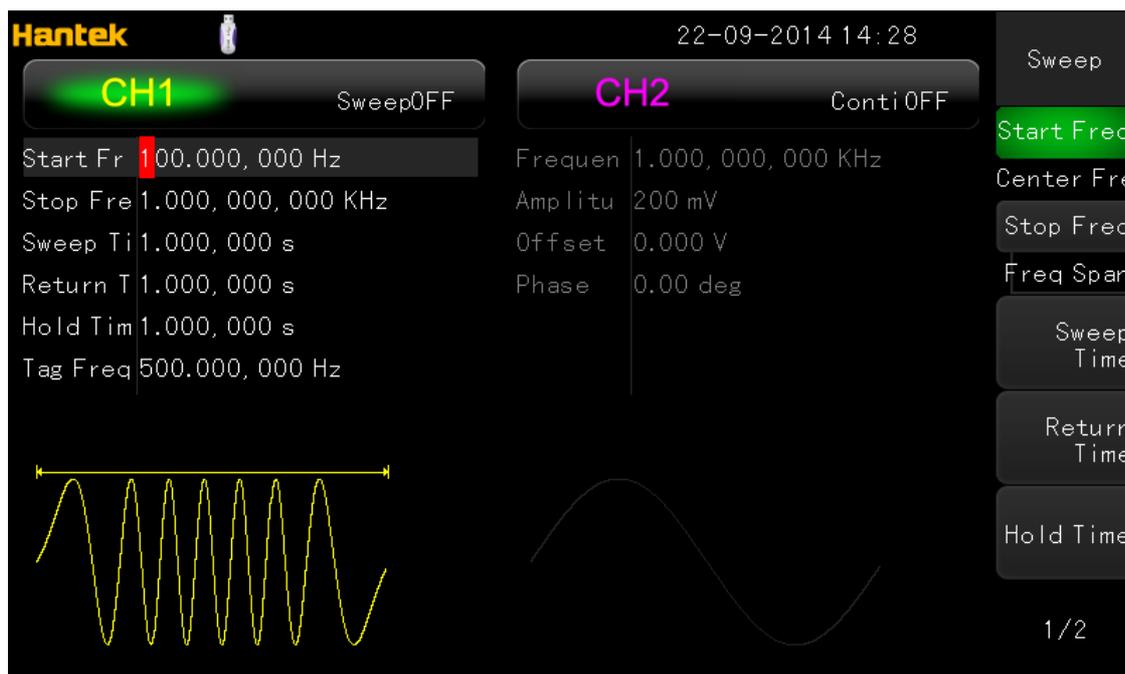
Прибор не допускает включения режима развертки одновременно с пакетным режимом и режимом модуляции. При включении развертки пакетный режим и режим модуляции отключаются.

- ◇ Чтобы избежать множественных изменений сигнала, включите режим развертки после настройки других параметров.

- ◇ **Лицевая панель**

Запустите развертки с использованием имеющейся амплитуды, коррекции и частоты:





Нажмите кнопку “Sweep”, чтобы закрыть режим развертки.

◆ **SCPI: SOURce<n>:SWEep ON|OFF**

**Начальная частота и частота остановки**

Начальная частота и частота остановки задают верхнюю и нижнюю границу частоты. Развертка начинается с начальной частотой, переходит к частоте остановки и затем возвращается к начальной частоте.

◆ Начальная частота и частота остановки: от 1 мкГц до самой высокой частоты. Развертка является непрерывной по фазе на всем диапазоне частоты. Начальная частота по умолчанию - 100 Гц. Частота остановки по умолчанию - 1 кГц.

◇ Для увеличения развертки по частоте задайте начальную частоту меньше частоты остановки. Для уменьшения развертки по частоте выполните противоположные действия.

◆ Каждый канал выдает развертку по частоту или последовательность импульсов через соответствующий терминал BNC.

◆ **Лицевая панель:**



**Центральная частота и диапазон частоты**

Вы также можете задать границы частоты развертки при помощи центральной частоты и диапазона частоты.

◆ Центральная частота: от 1 мкГц до 30 МГц (ограничено 200 кГц для сигналов Ramp) 550 Гц по умолчанию.

◆ Диапазон частоты: от -30 мкГц до 30 МГц (ограничено 200 кГц для сигналов Ramp) 900 Гц по умолчанию.

- ◆ Для увеличения развертки по частоте, задайте положительный диапазон частоты; для уменьшения задайте отрицательный диапазон частоты.
- ◆ Для развертки с отключенным маркером сигнал Sync имеет прямоугольную форму и скважность 50%. Частота сигнала Sync равна заданному времени развертки. Сигнал выдает через разъем Sync на лицевой панели.
- ◆ Для развертки по частоте с включенным маркером сигнал Sync является высоким в начале развертки и низким на частоте маркера.

### Время развертки

Время развертки указывает количество секунд, требуемое для развертки от начальной частоты до частоты остановки. Прибор вычисляет количество точек в развертке на основании времени развертки.

- ◆ Время развертки: от 1 мс до 300 секунд, 1 с по умолчанию.
- ◆ **Лицевая панель:**



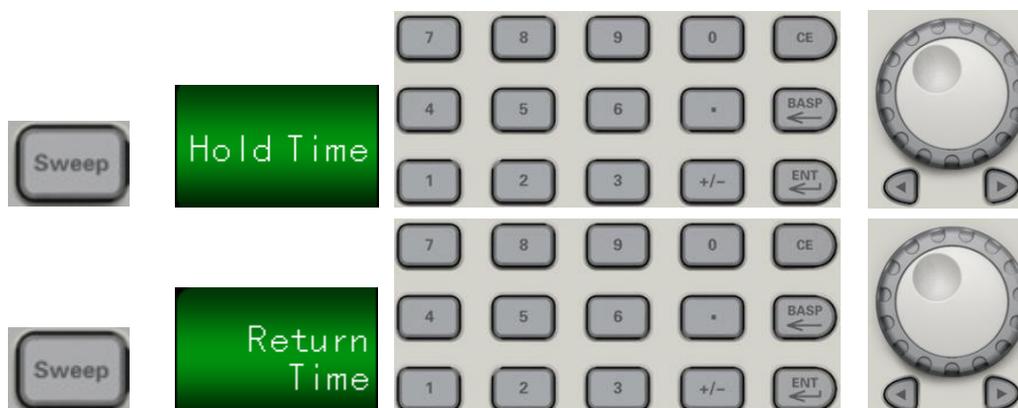
- ◆ **SCPI:**

**SOURce<n>:SWEep:TIME <seconds>|MINimum|MAXimum**

### Время выдержки и возврата

Время выдержки (в секундах) задает время, в течение которого развертка имеет частоту остановки, а время возврата задает количество секунд для возврата с частоты остановки до начальной частоты.

- ◆ Время выдержки и возврата: от 1 мс до 300 секунд (1 с по умолчанию)
- ◆ **Лицевая панель:**



- ◆ **SCPI:**

**SOURce<n>:SWEep:HTIME <seconds>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:SWEep:RTIME <seconds>|MINimum|MAXimum**

### Частота маркера

В случае необходимости вы можете задать частоту, при которой сигнал на разъеме Sync лицевой панели переходит к низкому логическому уровню во время развертки. Сигнал Sync всегда переходит от низкого уровня до высокого уровня в начале развертки.

- ◆ Частота маркера: между заданной начальной частотой и частотой остановки. 550 Гц по умолчанию.

- ◆ Если включен режим развертки, то частота маркера должна быть между заданной начальной частотой и частотой остановки.

- ◆ **SCPI:**

SOURce<n>:MARKer ON|OFF

SOURce<n>:MARKer:FREQuency <frequency>|MINimum|MAXimum

### Источник триггера Sweep

В режим развертки прибор выдает одно колебание частоты при получении сигнала триггера. После одного колебания от начальной частоты до частоты остановки прибор ожидает следующий триггер, выдавая начальную частоту.

- ◆ Источник триггера Sweep: Внутренний (по умолчанию), внешний или ручной.

- ◆ При внутреннем (мгновенном) источнике прибор выдает непрерывную развертку на скорости, заданной общим временем выдержки, временем развертки и временем возврата.

- ◆ При внешнем источнике прибор принимает аппаратный триггер на разъеме задней панели Ext Trig и инициирует одно колебание при каждом получении Ext Trig импульса ТТЛ с заданной полярностью.

- ◆ Период триггера должен превышать или быть равен заданному времени развертки.

- ◆ При ручном источнике прибор выдает одно колебание при каждом нажатии клавиши **[Trigger]** на передней панели.

- ◆ **SCPI :**

SOURce<n>:SWEep:TRIGger:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:SWEep:TRIGger:SLOPe POSitive|NEGative

## 3.8 Пакетный режим

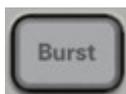
Прибор может выдать сигнал в течение заданного количества циклов, которое называется пакетом. Пакет допустим для синусоидальных, прямоугольных, треугольных, пилообразных, импульсных сигналов и сигналов произвольной формы.

### Выбор пакетного режима

Пакетный режим не работает, если включена развертка или пакетные сигналы. При включении пакетного режима сигналы развертки и пакетные сигналы отключаются.

- ◆ Чтобы избежать множественных изменений сигнала, включите пакетный режим после настройки других параметров.

◆ **Лицевая панель:**



◆ **SCPI: SOURce<n>:BURSt ON|OFF**

**Пакетный режим**

Режим включает два режима, описанных ниже. Выбранный режим контролирует допустимый источник триггера, а также то, какие другие пакетные параметры применяются.

◆ **Синхронизированный пакетный режим (N Cycle, INFINITY Cycle):** Прибор выдает сигнал в течение заданного количества циклов (пакеты) при каждом получении триггера. После выдачи заданного количества циклов прибор останавливается и ожидает следующий триггер. Прибор может использовать внутренний триггер для инициации пакетного режима, либо вы можете подать внешний триггер, нажав кнопку **[Trig Menu]** на лицевой панели, в результате чего сигнал триггера будет подан на разъем TRIG лицевой панели, либо отправить программную команду триггера с удаленного интерфейса. Цикл INFINITY: Прибор выдает сигнал при каждом получении триггера. После выдачи цикла бесконечности прибор останавливается и ожидает следующий триггер.

◆ **Внешний стробированный пакетный режим:** Выходной сигнал включается и отключается на основании уровня внешнего сигнала, подаваемого на разъем TRIG на лицевой панели. Если стробирующий сигнал является верным, то прибор выдает непрерывную осциллограмму. Если стробирующий сигнал является неверным, то текущий цикл осциллограммы завершается, и прибор останавливается на том уровне напряжения, которое соответствует фазе начального пакета выбранной осциллограммы. Выход сигнала шума сразу останавливается, когда стробирующий сигнал становится неверным.

Параметр	BURS:MODE (BURS:MODE)	Кол-во пакетов (BURS:NCYC)	Длительность пакета (BURS:NCYC)	Фаза пакета (BURS:PHAS)	Источник триггера (TRIG:SOUR)
Синхронизированный пакетный режим:	TRIGgered	Доступен	Доступен	Доступен	IMMEDIATE
Синхронизированный пакетный режим:	TRIGgered	Доступен	Не используется	Доступен	EXTernal
Внешний стробированный пакетный режим:	GATed	Не используется	Не используется	Доступен	Не используется

◆ В стробированном режиме счетчик пакетов, длительность пакета и источник триггера игнорируются.

◆ В стробированном режиме вы можете задать полярность сигнала на разъеме TRIG лицевой панели (SOURce<n>:BURSt:TRIGger:SLOPe POSitive|NEGative). По умолчанию задана положительная полярность.

◆ **SCPI : SOURce<n>:BURSt:MODE TRIGgered|GATed|INFINITY**

**Кол-во пакетов**

Количество циклов (от 1 до 100000), которые выдаются на пакет и используются в только синхронизированном пакетном режиме (внутренний или внешний источник).

Количество циклов (от 1 до 500000), которые выдаются на пакет. Команда работает в цикле N.

- ◆ При наличии внутреннего источника триггера заданное количество циклов выдается непрерывно со скоростью, заданной длительностью пакета. Длительность пакета - это время между началами последовательных пакетов.

- ◆ В стробированном пакетном режиме счетчик пакетов игнорируется.

- ◆ SCPI:

SOURce<n>:BURSt:NCYCles <cycles>|MINimum|MAXimum

**Длительность пакета**

Длительность пакета - это время от начала одного пакета до начала следующего пакета (10 мс по умолчанию). Используется только во внутреннем синхронизированном пакетном режиме. Длительность пакета отличается от частоты сигнала, которая задает частоту пакетного сигнала.

- ◆ Длительность пакета используется, только когда включена мгновенная синхронизация (внутренний триггер). Длительность пакета игнорируется, когда включена ручная или внешняя синхронизация (или если выбран стробированный пакетный режим).

- ◆ Вы не можете задать длительность пакета, которая будет слишком короткой для того, чтобы прибор мог выдавать сигналы с заданным количеством пакетов и частотой. Если длительность пакета является слишком короткой, то прибор увеличит ее для того, что можно было непрерывно синхронизировать пакет.

**Начальная фаза**

Начальная фаза пакета от 0 до +360 градусов (0 по умолчанию).

**Источник триггера пакета**

В синхронизированном пакетном режиме:

- ◆ Прибор выдает сигнал в течение заданного количества циклов (пакеты) при каждом получении триггера. После выдачи заданного количества циклов прибор останавливается и ожидает следующий триггер.

- ◆ **Внутренний:** прибор непрерывно выдает, если включен пакетный режим.

- ◆ **EXTernal:** прибор принимает аппаратный триггер на разъеме TRIG лицевой панели.

Прибор выдает один пакет с заданным количеством циклов при каждом получении TRIG импульса ТТЛ с правильной полярностью (SOURce<n>:BURSt:TRIGger:SLOPe POSitive|NEGative). Сигналы внешнего триггера во время пакета игнорируются.

- ◆ **EXTernal или BUS:** счетчик пакетов и пакетная фаза остается в силе. но пакетный период игнорируется.

- ◆ **SCPI :**

SOURce<n>:BURSt:TRIGger:SOURce INTernal|EXTernal

Полярность стробимпульса

Выберите высокий или низкий уровень стробимпульса на разъеме EXT BNC лицевой панели для выдачи последовательности пакетов.

◇ SCPI :

SOURce<n>:BURSt:GATE:POLarity NORMal|INVerted SOURce<n>:BURSt:GATE:POLarity?

Задайте инвертированную полярность стробимпульса на канале 1:

SOURce1:BURSt:GATE:POLarity INVerted

## 3.9 Система синхронизации

В данном разделе описана система синхронизации прибора.

### Обзор синхронизации

Данная информация применяется только к режиму развертки и пакетному режиму. Вы можете выдавать триггер для развертки и пакетов при помощи внутренней синхронизации, внешней синхронизации, синхронизации по таймеру или ручной синхронизации.

◇ Внутренний (по умолчанию): прибор непрерывно выдает сигналы, когда выбран режим развертки и пакетный режим.

◇ Внешний: для контроля колебаний или пакетов используется разъем **TRIG** на лицевой панели. Прибор инициирует одно колебание или выдает один пакет при каждом получении ТТЛ импульса разъемом TRIG. Можно выбрать фронт (нарастающий или спадающий), при котором прибор синхронизируется.

◇ Ручной: синхронизация инициирует одно колебание и выдает один пакет при каждом нажатии [**Trig Menu**] на лицевой панели.

### Источники синхронизации

Данная информация применяется только к режиму развертки и пакетному режиму. Следует задать источник, из которого прибор принимает триггер.

◇ Источник триггера Sweep и Burst: Мгновенный (по умолчанию), внешний или ручной.

◇ Прибор принимает ручной триггер, аппаратный триггер с разъема **TRIG** на лицевой панели или постоянно выдаваемые колебания или пакеты при помощи внутреннего триггера.

◇ Настройка источника триггера является непостоянной.

◇ **SCPI** :

SOURce<n>:SWEep:TRIGger:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:BURSt:TRIGger:SOURce INTernal|EXTernal

### Мгновенная синхронизация

Внутренний режим триггера (по умолчанию): прибор непрерывно выдает колебания или пакет (заданные временем развертки или длительностью пакета).

◇ **SCPI**:

**SOURce<n>:BURSt:TRIGger SOURce<n>:SWEep:TRIGger**

### Ручная синхронизация

Режим ручного триггера: вы вручную синхронизируете прибор, нажав кнопку **[Trig Menu]**. Прибор запускает одно колебание или пакет при каждом нажатии **[Trig Menu]**. Светодиод кнопки подсвечивается, когда вы находитесь в меню триггера, и прибор ожидает ручной синхронизации. Светодиод этой кнопки мигает, когда прибор ожидает ручной синхронизации, но вы не находитесь в меню триггера.

### Внешняя синхронизация

В режиме внешнего триггера прибор принимает аппаратный триггер на разъеме TRIG лицевой панели. Прибор инициирует одно колебание или пакет при каждом получении разъемом Ext Trig TTL импульса с заданным фронтом. Режим внешней синхронизации аналогичен режиму ручной синхронизации за исключением того, что вы подаете триггер на разъем TRIG.

◇ **SCPI** :

```
SOURce<n>:SWEep:TRIGger:SOURce EXTernal SOURce<n>:SWEep:TRIGger:SLOPe  
POSitive|NEGative SOURce<n>:BURSt:TRIGger:SOURce EXTernal  
SOURce<n>:BURSt:TRIGger:SLOPe POSitive|NEGative
```

# Глава 4 Руководство по созданию осциллограммы

- ◇ [Создание сигнала Sine](#)
- ◇ [Создание сигнала Square](#)
- ◇ [Создание сигнала Ramp](#)
- ◇ [Создание сигнала Pulse](#)
- ◇ [Создание сигнала Noise](#)
- ◇ [Создание сигнала случайной формы](#)
- ◇ [Создание гармонического сигнала](#)
- ◇ [Метод ввода параметров](#)
- ◇ [Режим осциллограммы](#)
- ◇ [Цифровой генератор](#)

Генератор осциллограммы данной серии может выдавать разные сигналы. К примеру: Sine (синусоидальный), square (прямоугольный), ramp (пилообразный), pulse (импульсный), noise (шум), DC, sinc (синхронизация), exp fall, lorentz (Лоренц), gauss (Гаусс), haversine (гаверсинус), Dual Tone (двухтональный), ECG (ЭКГ).

### **Частота**

Частота - количество повторений какого-либо события в единицу времени. Она также называется временной частоте, т.е., подчеркивается контраст по сравнению с пространственной частотой и угловой частотой.

Период - это длительность одного цикла в рамках повторяющегося события, поэтому период обратно пропорционален частоте. Единицы измерения: мГц, МГц, Гц, КГц, МГц.

### **Период**

Частота - количество повторений какого-либо события в единицу времени. Она также называется временной частоте, т.е., подчеркивается контраст по сравнению с пространственной частотой и угловой частотой.

Период - это длительность одного цикла в рамках повторяющегося события, поэтому период обратно пропорционален частоте. Единицы измерения: с, мс, мкс, нс.

### **Амплитуда**

Амплитуда периодической переменной - это мера ее изменения за одиночный период. Единицы измерения: В межпик., мВ межпик., мкВ межпик.

### **Коррекция DC**

При описании периодической функции в диапазоне частоты коррекция DC - это среднее значение сигнала.

### **Высокий уровень/низкий уровень**

Уровень сигнала максимальной величины - это сигнал высокого уровня. Минимальное значение - это низкий уровень, единицы: В, мВ, мкВ и т.д.

### **Фаза**

Единицы - градусы. Диапазон начальной фазы можно задать от 0 ° до 360 °. Значение фазы по умолчанию - 0 °.

### **Скважность**

Скважность - это длительность импульса и отношение импульса к общему циклу. Единицы - %, значение по умолчанию - 50%.

### **Симметрия**

Симметрия - это процентное соотношение времени нарастания треугольного сигнала и периода. Диапазон симметрии может быть задан от 0% до 100%. Значение по умолчанию - 50%.

### **Длительность импульса**

Длительность импульса - это время от порога 50% нарастающего фронта импульса до порога 50% спадающей амплитуды импульса. Коэффициент заполнения последовательности импульсов - это процентное соотношение длительности импульсов и цикла импульсов. Диапазон симметрии может быть задан от 0% до 100%. Значение по умолчанию - 50%.

### **Время переднего фронта**

Определяется как характеристики чувствительности от значения устойчивого состояния 10% до значения устойчивого состояния 90%.

### **Время заднего фронта**

Определяется как характеристики чувствительности от значения устойчивого состояния 90% до значения устойчивого состояния 10%.

## **4.1 Создание сигнала Sine**

Сигнал Sine (синусоидальный) - это сигнал с одной частотой. Он называется Sine, потому что имеет синусоидальный график. Любой сложный сигнал можно рассматривать как одиночный сигнал, объединенный несколькими синусоидальными сигналами с разной частотой и амплитудой.

Для выдачи синусоидального сигнала выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку Sine на лицевой панели, и, если включен режим модуляции, развертки или пакетный режим, отключите эти режимы.
2. Нажмите кнопку вывода канала на лицевой панели, чтобы размокнуть выключатель выхода сигнала канала, после чего кнопка загорится;
3. Осциллограф показывает синусоидальный сигнал.
4. Измените частоту сигнала. Это можно сделать, нажав на клавишу частоты/цикла F/T на лицевой панели. Также можно нажать клавишу F1, когда показывается главное меню синусоидального сигнала. Затем подсвечивается выбранный параметр.
5. Измените амплитуду сигнала. Это можно сделать, нажав на клавишу AMP на лицевой панели. Также можно нажать клавишу F2, когда показывается главное меню синусоидального сигнала. Затем подсвечивается выбранный параметр.
6. Измените коррекцию DC сигнала. Это можно сделать, нажав на клавишу Offset на лицевой панели. Также можно нажать клавишу F3, когда показывается главное меню синусоидального сигнала. Затем подсвечивается выбранный параметр.
7. Измените фазу сигнала, нажав клавишу F4, когда показывается главное меню синусоидального сигнала. Затем подсвечивается выбранный параметр.
8. Чтобы задать одинаковую фазу между каналом 1 и 2, нажмите F5, когда показывается главное меню синусоидального сигнала.
9. Чтобы изменить параметры после того, как они подсвечены, пользователь может использовать регуляторы на лицевой панели и цифровую клавиатуру для ввода значений параметров. Обратитесь к разделу "Метод ввода параметров".

## 4.2 Создание сигнала Square

Сигнал Square (прямоугольный) - это сигнал несинусоидальной формы. Для идеального прямоугольного сигнала имеются только "высокое" и "низкое" значения.

Для выдачи прямоугольного сигнала выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку Square на лицевой панели, и, если включен режим модуляции, развертки или пакетный режим, отключите эти режимы.
2. Нажмите кнопку вывода канала на лицевой панели, чтобы размокнуть выключатель выхода сигнала канала, после чего кнопка загорится;
3. Осциллограф показывает прямоугольный сигнал.
4. Измените скважность сигнала, нажав клавишу F5, когда показывается главное меню прямоугольного сигнала. Затем подсвечивается выбранный параметр.
5. Чтобы изменить другие параметры, обратитесь к разделу "Создание сигнала Sine".
6. Чтобы изменить параметры после того, как они подсвечены, пользователь может использовать регуляторы на лицевой панели и цифровую клавиатуру для ввода значений параметров. Обратитесь к разделу "Метод ввода параметров".
7. Чтобы задать одинаковую фазу между каналом 1 и 2, нажмите F5, когда показывается главное меню синусоидального сигнала.

## 4.3 Создание сигнала Ramp

Сигнал Ramp (пилообразный) - это сигнал несинусоидальной формы. Для выдачи пилообразного сигнала выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку Ramp на лицевой панели, и, если включен режим модуляции, развертки или пакетный режим, отключите эти режимы.
2. Нажмите кнопку вывода канала на лицевой панели, чтобы размокнуть выключатель выхода сигнала канала, после чего кнопка загорится;
3. Осциллограф показывает пилообразный сигнал.
4. Измените симметрию сигнала, нажав клавишу F5, когда показывается главное меню прямоугольного сигнала. Затем подсвечивается выбранный параметр.
5. Чтобы изменить другие параметры, обратитесь к разделу "Создание сигнала Sine".
6. Чтобы изменить параметры после того, как они подсвечены, пользователь может использовать регуляторы на лицевой панели и цифровую клавиатуру для ввода значений параметров. Обратитесь к разделу "Метод ввода параметров".
7. Чтобы задать одинаковую фазу между каналом 1 и 2, нажмите F5, когда показывается главное меню синусоидального сигнала.

## 4.4 Создание сигнала Pulse

Для выдачи сигнала Pulse (импульсного) выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку Pulse на лицевой панели, и, если включен режим модуляции, развертки или пакетный режим, отключите эти режимы.
2. Нажмите кнопку вывода канала на лицевой панели, чтобы размокнуть выключатель выхода сигнала канала, после чего кнопка загорится;
3. Осциллограф показывает импульсный сигнал.
4. Чтобы изменить время переднего фронта сигнала, нажмите F6, чтобы войти на стр. 2 главного меню, затем нажмите F2. Затем подсвечивается выбранный параметр.
5. Чтобы изменить время заднего фронта сигнала, нажмите F6, чтобы войти на стр. 2 главного меню, затем нажмите F2 два раза в главном меню прямоугольного сигнала, затем будут подсвечены выбранные параметры.
6. Чтобы изменить длительность импульсов сигнала, нажмите F6, чтобы войти на стр. 2 главного меню, затем нажмите F1 в главном меню прямоугольного сигнала. Затем подсвечивается выбранный параметр.
7. Чтобы изменить скважность сигнала, нажмите F6, чтобы войти на стр. 2 главного меню, затем нажмите F1 два раза в главном меню прямоугольного сигнала. Затем подсвечивается выбранный параметр.
8. Чтобы изменить параметры после того, как они подсвечены, пользователь может использовать регуляторы на лицевой панели и цифровую клавиатуру для ввода значений параметров. Обратитесь к разделу "Метод ввода параметров".
9. Чтобы добиться одинаковой фазы в обоих каналах, клавишу F5, когда показывается главное меню импульсного сигнала.
10. Чтобы изменить другие параметры, обратитесь к разделу "Создание сигнала Sine".

## 4.5 Создание сигнала Noise

Сигнал Noise (шум) можно создать только в непрерывном режиме;

Для выдачи сигнала Noise (шум) выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку Noise на лицевой панели;
2. Нажмите кнопку вывода канала на лицевой панели, чтобы размокнуть выключатель выхода сигнала канала, после чего кнопка загорится;
3. Осциллограф показывает сигнал Noise.
4. Чтобы изменить параметры после того, как они подсвечены, пользователь может использовать регуляторы на лицевой панели и цифровую клавиатуру для ввода значений параметров. Обратитесь к разделу "Метод ввода параметров".

5. Чтобы изменить другие параметры, обратитесь к разделу "Создание сигнала Sine".  
Обратите внимание: Для сигнала Noise нельзя применять модуляцию и развертку по частоте.

## 4.6 Создание сигнала случайной формы

Для выдачи сигнала произвольной формы выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку Arb на лицевой панели, и, если включен режим модуляции, развертки или пакетный режим, отключите эти режимы.
  2. Осциллограмма по умолчанию для сигнала произвольной формы - это сигнал DC. Чтобы изменить текущий тип сигнала произвольной формы, в главном меню этого сигнала нажмите F6, чтобы войти на стр. 2 меню, нажмите клавишу F2, чтобы войти в подменю типов сигнала, затем используйте кнопки F1-F6, чтобы выбрать осциллограмму и нажмите F0, чтобы вернуться в главное меню;
  3. Нажмите кнопку вывода канала на лицевой панели, чтобы размокнуть выключатель выхода сигнала канала, после чего кнопка загорится;
  4. Осциллограф показывает сигнал произвольной формы.
  5. Чтобы изменить другие параметры, обратитесь к разделу "Создание сигнала Sine".
  6. Чтобы изменить параметры после того, как они подсвечены, пользователь может использовать регуляторы на лицевой панели и цифровую клавиатуру для ввода значений параметров. Обратитесь к разделу "Метод ввода параметров".
  7. В случае выбора сигналов, заданных пользователями, найдите внутренне устройство прибора (FLASH-устройство) или внешний носитель хранения (устройство USB или SD-карта), выберите файл сигнала с расширением hwf.
  8. Если выбраны сигналы, заданные пользователями, можно изменить параметры частоты дискретизации сигнала произвольной формы и увеличение сигнала произвольной формы.
- Примечание: файл осциллограммы, заданный пользователем, может быть создан самостоятельно или при помощи других инструментов.

## 4.7 Создание гармонического сигнала

Для выдачи гармонического сигнала выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку Harmonic на лицевой панели, и, если включен режим модуляции, развертки или пакетный режим, отключите эти режимы.
2. Нажмите кнопку вывода канала на лицевой панели, чтобы размокнуть выключатель выхода сигнала канала, после чего кнопка загорится;
3. Чтобы изменить порядок гармонического сигнала, нажмите кнопку F4 в меню гармонического сигнала, при этом кнопка подсвечивается: Используйте регулятор и цифровую клавиатуру для изменения значений параметров;

4. Чтобы изменить порядок гармонического сигнала, нажмите кнопку F1 в меню гармонического сигнала, при этом кнопка подсвечивается. Используйте регулятор и цифровую клавиатуру для изменения значений параметров;
5. Чтобы изменить амплитуду особого гармонического сигнала, нажмите кнопку F2 в меню гармонического сигнала, в результате чего эти кнопки подсвечиваются;
6. Чтобы изменить фазу гармонического сигнала, нажмите кнопку F3 в меню гармонического сигнала, при этом кнопка подсвечивается;
7. Чтобы изменить эффективный гармонический сигнал, нажмите кнопку F5, чтобы выбрать нужный тип в меню гармонического сигнала.
8. Осциллограф показывает сигнал гармонической формы.
9. Чтобы изменить параметры после того, как они подсвечены, пользователь может использовать регуляторы на лицевой панели и цифровую клавиатуру для ввода значений параметров. Обратитесь к разделу "Метод ввода параметров".

## 4.8 Метод ввода параметров

Имеется два метода:

1. Ввод с цифровой клавиатуры на лицевой панели. Ввод параметров через диалог и выбор единиц для подтверждения или отмены.
2. Ввод при помощи регулятора и стрелок. Выберите значение параметров при помощи стрелок и уменьшите или увеличьте значение при помощи регулятора.

## 4.9 Режимы

### AM

Амплитудная модуляция. В режиме AM амплитуда высокочастотного сигнала несущей изменяется при мгновенном значении сигнала модуляции.

### FM

Частотная модуляция. Частотная модуляция представляет информацию для изменения мгновенной частоты несущей волны.

### PM

Фазовая модуляция. ФМ - это форма модуляции, которая представляет информацию в виде отклонения в мгновенной фазе несущей волны.

### ASK

Амплитудно-кодовая модуляция. ASK - это форма амплитудной манипуляции, которая представляет цифровые данные в

качестве изменений амплитуды несущей волны.

ASK использует конечное количество амплитуд, каждой из которой присвоен уникальный ряд двоичных чисел. Обычно в каждую амплитуду зашифровано равное количество битов.

## **FSK**

Частотно-ключевая модуляция - это схема частотной модуляции, в которой цифровая информация передается через дискретные изменения частоты несущей волны. [1] Самой простой ЧКМ является двоичная ЧКМ (ДЧКМ).

ДЧКМ использует пару дискретных частот для передачи двоичной (0 и 1) информации. [2] При такой схеме 1 = маркерная частота, а 0 = пространственная частота

## **PSK**

PSK (модуляция с фазовым сдвигом) - это схема цифровой модуляции, при которой данные передаются путем изменения или модуляции фазы опорного сигнала (несущая волна).

В любой схеме цифровой модуляции используется конечное количество разных сигналов для представления цифровых данных. Модуляция использует конечное количество фаз, каждой из которой присвоен уникальный ряд двоичных чисел.

## **BPSK**

Двоичная модуляция с фазовым сдвигом (BPSK, также называется PRK, двукратная относительная фазовая манипуляция, или 2PSK) - это самая простая форма модуляции с фазовым сдвигом (PSK).

В ней используется две фазы, разделенные на  $180^\circ$ .

## **Волна сигнала**

В режиме модуляции волна сигнала используется для модуляции осциллограммы сигнала несущей. Источник можно быть внутренним и внешним.

Форму волны сигнала следует выбрать, когда имеется внутренний источник. Любые сигналы могут быть волнами, кроме Noise и Dc.

## **Сигнал несущей**

Сигнал (обычно синусоидальный), который модулируется (изменяется) входящим сигналом с целью передачи информации. [1] Этот сигнал несущей обычно имеет гораздо большую частоту, чем входящий сигнал.

## **Глубина модуляции**

показывает, как модуляция изменяется от исходного уровня. Диапазон составляет от 0% до 120%.

## **Отклонение частоты**

Используется в FM-радио для описания максимальной мгновенной разницей между

модулируемой частотой FM и номинальной несущей частотой.

Она может быть меньше или равна номинальной несущей частотой, а сумма отклонения частоты и несущей частоты должна быть меньше или равна сумме максимальной несущей частоты + 10 кГц.

### Фазовое отклонение

Показывает, как модуляция изменяется по сравнению с немодулированным уровнем.

### Отклонение скважности

Отклонение скважности и отклонение длительности импульса модулируются, что приводит к изменению среднего значения сигнала. Диапазон составляет от 0 до 500 кс. Оно должно быть меньше длительности импульса и ограничено минимальной длительностью импульса и временем переднего или заднего фронта.

### ШИМ

Широтно-импульсная модуляция ШИМ - это метод модуляции, которая согласует длительность импульса на основании информации о сигнале модулятора.

### Скорость модуляции

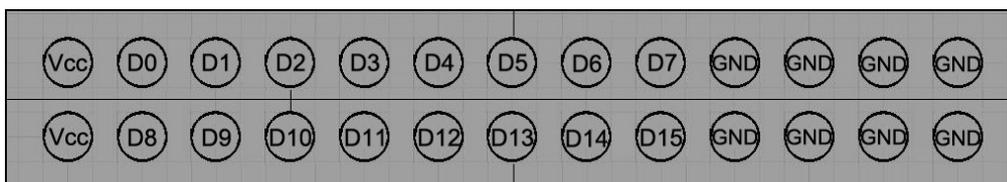
Скорость модуляции - это скорость смещения.

### Частота перестроения

Используется в FSK в качестве скорости изменения несущей частоты.

## 4.10 Цифровой генератор

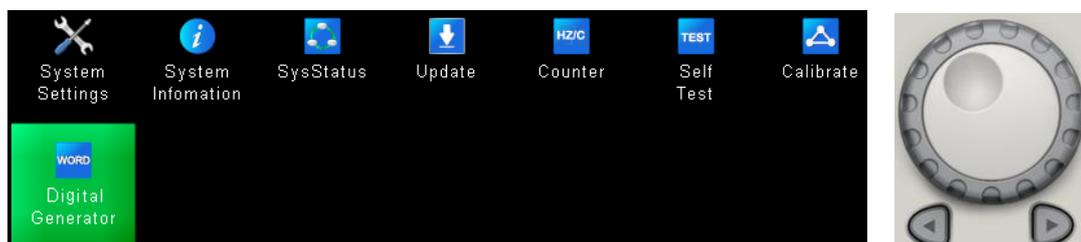
### 1. Описание терминала:



Напряжение: 3,3 В

### 2. Описание функции

Нажмите кнопку "Utility" и используйте регулятор или стрелки, чтобы выбрать интерфейс функции "Digital Generator".



Programmable Signal: Пользователи могут редактировать цифровой сигнал.

Sync Signal: Выходной синхронизированный сигнал канала 1.

OFF: Отключить

Пользователь может задать следующие параметры программируемого сигнала.

Mode: Цикл и шаг

Size: Задать размер программируемого сигнала.

Interval: В режиме цикла - внутреннее время между одним и другим сигналом.

Index: Указатель сигнала

Value: Задать значение 16-битного цифрового сигнала. К примеру:

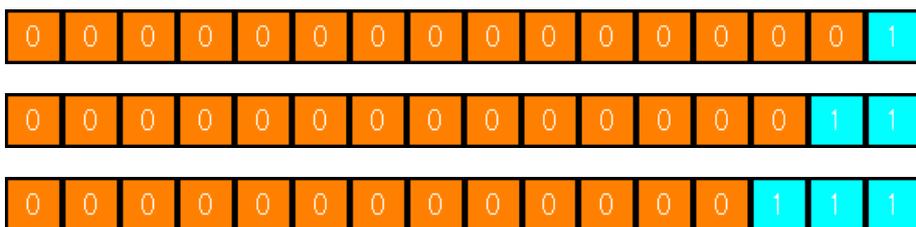
Задать Mode, Size, Interval и Index на Cycle, 3, 2s and 3. Задать три цифровых сигнала на 0000000000000001, 0000000000000011, 0000000000000111. После завершения настройки сигнала нажмите кнопку ENT, чтобы подтвердить и сохранить. Затем будут выданы три цифровых сигнала последовательно и периодически.

Function	Programmable Signal	interval	2.00 s
Mode	Step	Size	3
Value	0000000000000001	Index	1

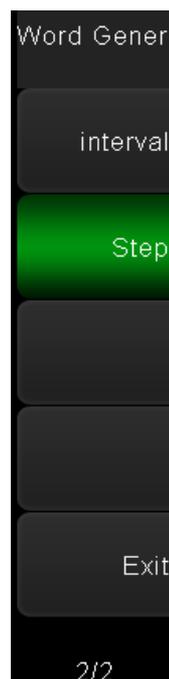
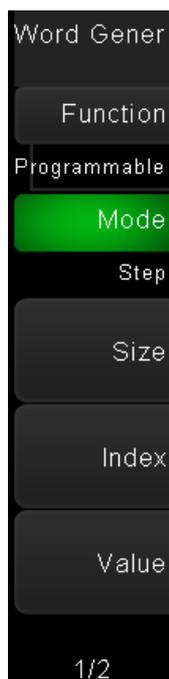
Function	Sync Signal	interval	2.00 s
Mode	Cycle	Size	3
Value	0000000000000011	Index	2

Function	Sync Signal	interval	2.00 s
Mode	Cycle	Size	3
Value	0000000000000111	Index	3

В режиме цикла сигналы будут выдаваться последовательно.



Если задан режим “Step”, нажмите клавишу “Step” на стр. 2/2. Каждый раз при нажатии клавиши “Step” будет выдаваться сигнал.



# Глава 5 Основы программирования SCPI

- ◇ [Введение в язык SCPI](#)
- ◇ [Алфавитный перечень команд из запросов SCPI](#)
- ◇ [Примеры программирования](#)

## 5.1 Введение в язык SCPI

Следующие четыре символа не являются содержанием команд SCPI и не будут отправляться с командами, так как обычно они используются для описания параметров в командах.

### Скобки { }

Параметры, заключенные в скобки, являются необязательными, и их можно игнорировать.

### Вертикальная линия |

Вертикальная линия используется для отделения нескольких параметров, причем один из параметров следует выбрать при отправке команды.

### Треугольные скобки < >

Параметр, заключенный в треугольные скобки, следует заменить на эффективное значение.

### Квадратные скобки [ ]

Содержимое (параметр или ключевое слово) в квадратных скобках можно опустить. Если параметр опускается, то прибор сбросит параметр до заводского значения.

SCPI (стандартный промышленный набор команд для программируемых приборов) - это командный язык на основе ASCII, предназначенный для испытательных и измерительных приборов. Команды SCPI основаны на иерархической структуре, которая также называется древовидная структура. В этой системе смежные команды группируются под одним узлом или корнем, образуя подсистемы. Часть подсистемы OUTPUT изображена ниже для демонстрации древовидной системы.

### Синтаксические структуры

Формат, используемый для отображения команд, указан ниже: SOURCE<n>:VOLTage

<amplitude>|MINimum|MAXimum SOURCE<n>:FREQuency:CENTer {<frequency>|MINimum|MAXimum}

Синтаксис команд показывает большинство команд (и некоторые параметры) в виде набор букв с верхним и нижним регистром. Буквы с верхним регистром показывают сокращенное обозначение команды. Для сокращения строк программы можно отправлять команды в сокращенной форме. Для упрощения читаемости программы можно отправлять команды в длинной форме.

К примеру, в указанном выше синтаксисе, приемлемыми формами являются VOLT и VOLTAGE. Вы можете использовать буквы в верхнем и нижнем регистре. Поэтому приемлемы VOLTAGE, volt и Volt. Другие формы, такие как VOL и VOLTAG, неприемлемы и станут причиной ошибки.

◆ Скобки ( { } ) заключают в себе варианты параметра для данной командной строки. Скобки не отправляются с командной строкой.

◇ Вертикальная линия ( | ) отделяет несколько вариантов параметра для данной командной строки. Линия не отправляется с командной строкой.

◇ Треугольные скобки во втором примере ( < > ) показывают, что вы должны указать значение для заключенного в них параметра. К примеру, в указанном выше синтаксисе содержится параметр <frequency>, заключенный в треугольные скобки. Скобки не отправляются с командной строкой. Следует указать значение параметра (к примеру, "FREQ:CENT 1000"), если вы не выбрали другой вариант в синтаксисе (к примеру, "FREQ:CENT MIN").

◇ Некоторые элементы синтаксиса (к примеру, узлы и параметры) заключены в квадратные скобки.

[ ]). Это говорит о том, что элемент является необязательным, и его можно опустить. Скобки не отправляются с командной строкой. Если вы не укажете значение для дополнительного параметра, то прибор выберет значение по умолчанию.

### Разделители команд

Двоеточие ( : ) используется для отделения ключевого слова команды от ключевого слова нижнего уровня. Следует вставить пробел, чтобы отделить параметр от ключевого слова команды.

### Использование параметров MIN и MAX

Для большинства команд вместо параметра можно указывать "MIN" или "MAX". Пример:  
SOURCE<n>:VOLTage:OFFSet <offset>|MINimum|MAXimum

Вместо выбора конкретного значения для параметра <offset> вы можете заменить MIN, чтобы задать минимальное значение коррекции, MAX, чтобы задать максимальное значение коррекции.

### Терминаторы команд SCPI

Командная строка, отправленная на прибор, должна заканчиваться символом <new line> (<NL>). Сообщение IEEE-488 EOI (конец или идентификация) интерпретируется как символ <NL> и может использоваться для завершения строки команды вместо символа <NL>. Также приемлемо <carriage return> с последующим <NL>. Завершение команды строки всегда сбрасывает текущий путь команды SCPI на корневой уровень.

### Общие команды IEEE-488.2

Стандарт IEEE-488.2 определяет набор общих команд, которые выполняют такие функции как сброс, самодиагностика и операции состояния. Общие команды всегда начинаются со звездочки (\*), имеют длину три символа и могут включать один или несколько параметров. Ключевое слово команды отделено от первого параметра пробелом. Используйте точку с запятой ( ; ), чтобы отделить несколько команд, как показано ниже:

```
*RST; *CLS; *ESE 32; *OPC?
```

### Типы параметров SCPI

Язык SCPI определяет несколько форматов данных для использования в сообщениях программы и ответных сообщениях.

### Числовые параметры

Команды, для которых требуются числовые параметры, принимают все общие десятичные представления чисел, включая дополнительные знаки, десятичные точки и экспоненциальный формат. Также приемлемы особые значения для числовых параметров, такие как MIN и MAX. Вы также можете отправить суффиксы инженерных единиц с числовыми параметрами (к примеру, M, k, m или u). Если команда принимает только определенные особые значения, то прибор автоматически округлит входные числовые параметры до приемлемых значений. Для следующей команды требуется числовой параметр для значения

частоты:

SOURce<n>:FREQuency:CENTer <frequency>|MINimum|MAXimum

### **Дискретные параметры**

Дискретные параметры используются для программирования настроек, которые имеют ограниченное количество значений (к примеру, IMMEDIATE, EXTERNAL). Они могут иметь короткую форму и длинную форму, так же, как и ключевые слова. Вы можете использовать буквы в верхнем и нижнем регистре.

### **Булевы параметры**

Булевы параметры представляют одиночное двоичное условие, являющееся действительным или ложным. Для ложного условия прибор примет "OFF". Для действительного условия прибор примет "ON".

### **Строковые параметры ASCII**

Строковые параметры могут содержать практически любой набор символов ASCII. Строка должна начинаться и заканчиваться кавычками: одиночными или двойными. Вы можете включить знак-разделитель в рамках строки, напечатав его два раза без каких-либо символов между ними.

## 5.2 Алфавитный перечень команд и запросов SCPI

[Подсистема AM](#)

[Подсистема ASK](#)

[Подсистема BPSK](#)

[Подсистема BURSt](#)

[Подсистема CALibration](#)

[Подсистема DATA](#)

[Подсистема DISPlay](#)

[Подсистема FM](#)

[Подсистема FREQuency](#)

[Подсистема FSKey](#)

[Подсистема FUNCtion](#)

[Подсистема HARMonic](#)

[Общие команды IEEE-488.2](#)

[Подсистема MARKer](#)

[Подсистема MEMory](#)

[Подсистема MMEMory](#)

[Подсистема OUTPut](#)

[Подсистема PHASe](#)

[Подсистема PM](#)

[Подсистема PSK](#)

[Подсистема PWM](#)

[Подсистема SOURce](#)

[Подсистема SWEEp](#)

[Подсистема SYSTem](#)

[Подсистема VOLTage](#)

## 5.2.1 Подсистема AM

Подсистема AM позволяет добавить амплитудную модуляцию (AM) в сигнал несущей.

**SOURce<n>:MOD:AM:DEPT<sub>h</sub> <depth>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:MOD:AM:DEPT<sub>h</sub>? [MINimum|MAXimum]**

Параметр	Стандартный ответ
от 0% до 120%, 50% по умолчанию	+5.000000000000000E+01

Задать модуляцию канала 1 на 50%: **SOURce1:MOD:AM:DEPT<sub>h</sub> 50**

- ◆ Чтобы добиться глубины модуляции выше 100%, выходную амплитуду несущей следует сократить.
- ◆ При **AM:SOURce EXTernal** сигнал несущей модулируется при помощи внешнего сигнала.

**SOURce<n>:MOD:AM:INTernal:FREQuency <frequency>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:MOD:AM:INTernal:FREQuency? [MINimum|MAXimum]**

Задать частоту модулирующего сигнала. Сигнал, выбранный в качестве модулирующего источника, будет работать при этой частоте в пределах частоты сигнала.

Параметр	Стандартный ответ
от 2 мГц до 500 кГц	+1.000000000000000E+02

Задать модулирующую частоту канала 1 100 кГц: **SOURce1:MOD:AM:INTernal:FREQuency 100**

- ◆ При выборе сигнала произвольной формы в качестве модулирующего источника, частота изменяется на частоту сигнала произвольной формы, которая основана на частоте дискретизации и количестве точек в сигнале произвольной формы.
- ◆ Эту команду следует использовать только с внутренним источником модуляции (**AM:SOURce INTernal**).

**SOURce<n>:MOD:AM:INTernal:FUNCTion SINusoid|SQUare|RAMP**

**SOURce<n>:MOD:AM:INTernal:FUNCTion?**

Выбрать форму модулирующего сигнала.

Параметр	Стандартный ответ
SINusoid SQUare RAMP, по умолчанию SINusoid	SINusoid, SQUare или RAMP

Выбрать прямоугольный сигнал в качестве источника модуляции канала 1:

**SOURce1:MOD:AM:INTernal:FUNCTion SQUare**

- ◆ Эту команду следует использовать только с внутренним источником модуляции (**AM:SOURce INTernal**).
- ◆ Pulse и DC не могут быть сигналами несущей для AM.

**SOURce<n>:MOD:AM:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:AM:SOURce?**

**SOURce<n>:MOD:FM:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:FM:SOURce?**

**SOURce<n>:MOD:PM:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:PM:SOURce?**

**SOURce<n>:MOD:ASKey:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:ASKey:SOURce?**

**SOURce<n>:MOD:FSKey:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:FSKey:SOURce?**

**SOURce<n>:MOD:PSKey:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:PSKey:SOURce?**

**SOURce<n>:MOD:BPSKey:INTernal:RATE <frequency>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:MOD:PWM:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:PWM:SOURce?**

Выбрать входной источник в качестве модулирующего сигнала.

Параметр	Стандартный ответ
INTernal EXTernal, по умолчанию INTernal	INTernal или EXTernal

Выбрать внешний источник модуляции канала 1: SOURce1:MOD:AM:SOURce EXTernal (можно заменить ASK, FM, BPSK, FSK, PM, PSAK или PWM для AM)

**SOURce<n>:MOD ON|OFF SOURce<n>:MOD?**

Включить или отключить модуляцию.

Параметр	Стандартный ответ
ON OFF, по умолчанию OFF	ON или OFF

Включить модуляцию SOURce1:MOD ON

**SOURce<n>:MOD:TYPE AM|FM|PM|ASK|FSK|PSK|PWM|BPSK SOURce<n>:MOD:TYPE?**

Выбрать источник модуляции

Параметр	Стандартный ответ
TYPE AM FM PM ASK FSK PSK PWM BPSK, по умолчанию AM	AM, FM, PM, ASK, FSK, PSK, PWM или BPSK

Задать модуляцию FM: SOURce<n>:MOD:TYPE FM

- ◆ Чтобы избежать множественных изменений сигнала, включите модуляцию после настройки других параметров модуляции.
- ◆ Одновременно может работать только один режим модуляции.
- ◆ Прибор не включит модуляцию, если включена развертка или пакетный режим. При включении развертки пакетный режим и режим модуляции отключаются.
- ◆ ШИМ допустима только в случае выбора функции импульса.

### 5.2.2 Подсистема ASK

ASK (амплитудно-кодовая модуляция) - это форма амплитудной модуляции, которая представляет цифровые данные в виде изменения амплитуды сигнала несущей.

**SOURce<n>:MOD:ASKey:AMPLitude <amplitude>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:MOD:ASKey:AMPLitude? [MINimum|MAXimum]**

Задаёт амплитуду модулирующего сигнала.

Параметр	Стандартный ответ
От 0 В межпик. до 20 В межпик., 2 В межпик.	+1.0000000000000000E+00

Задать модулирующую амплитуду на 1 В В межпик для канала 1:

SOURce1:MOD:ASKey:AMPLitude 1

**SOURce<n>:MOD:ASKey:INTernal:RATE <frequency>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:MOD:ASKey:INTernal:RATE? [MINimum|MAXimum]**

Задать выходную частоту между несущей частотой и частотой перестроения.

Параметр	Стандартный ответ
от 2 МГц до 1 МГц, 100 Гц по умолчанию.	+2.0000000000000000E+02

Задать скорость модулирования канала 1 на 200 Гц: SOURce1:MOD:ASKey:INTernal:RATE 200

**SOURce<n>:MOD:ASKey:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:ASKey:SOURce?**

Выбрать источник модулирующего сигнала (INTernal или EXTernal).

Параметр	Стандартный ответ
INTernal EXTernal, по умолчанию INTernal	INTernal или EXTernal

Выбрать внешний источник модуляции канала 1: SOURce<n>:MOD:ASKey:SOURce EXTernal

**SOURce<n>:MOD:ASKey:POLarity POSitive|NEGative SOURce<n>:MOD:ASKey:POLarity?**

Выбрать POSitive or NEGative модулирующего сигнала для контроля выхода сигнала.

Параметр	Стандартный ответ
POSitive NEGative, по умолчанию POSitive	POSitive или NEGative

Выбрать POSitive or NEGative модулирующего сигнала для контроля выхода сигнала:

SOURce1:MOD:ASKey:POLarity NEGative

### 5.2.3 Подсистема BPSK

Подсистема BPSK позволяет модулировать осциллограмму при помощи двоичной модуляции с фазовым сдвигом (BPSK) - формы цифровой модуляции. В BPSK сигнал несущей смещается по фазе между двумя фазами при помощи включения/отключения манипуляции. Источник может быть внутренним при использовании прямоугольного сигнала при заданной частоте или внешним при использовании внешнего входа триггера.

**SOURce<n>:MOD:BPSKey:INTernal:RATE <frequency>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:MOD:BPSKey:INTernal:RATE? [MINimum|MAXimum]**

Задаёт скорость, при которой выходная фаза смещается между фазой несущей и фазой коррекции.

Параметр	Стандартный ответ
от 2 мГц до 1 МГц, 100 Гц по умолчанию.	+2.0000000000000000E+02

Задать скорость BPSK на 200 Гц: SOURce1:MOD:BPSKey:INTernal:RATE 200

◇ Скорость BPSK используется только, когда выбран источник *INTernal* (**BPSK:SOURce INTernal**), и игнорируется, когда выбран источник *EXTernal* (**BPSK:SOURce EXTernal**).

◇ Внутренний модулирующий сигнал - это прямоугольный сигнал со скважностью 50%.

**SOURce<n>:MOD:BPSKey:PHASe <phase>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:MOD:BPSKey:PHASe ? [MINimum|MAXimum]**

Задаёт фазовый сдвиг двоичной модуляции с фазовым сдвигом в градусах.

Параметр	Стандартный ответ
От 0 до 360 градусов, по умолчанию 180	+0.0000000000000000E-00

Задаёт фазовый сдвиг на 90 градусов: SOURce1:MOD:BPSKey:PHASe 90

### 5.2.4 Подсистема BURSt

В этом разделе описана подсистема BURSt.

#### Пакетные режимы

Имеется два пакетных режима, описанных ниже. Прибор может включить только один режим одновременно.

◇ **Синхронизированный пакетный режим (по умолчанию):** Прибор выдает сигнал в течение заданного количества циклов (пакеты) при каждом получении триггера. После выдачи заданного количества циклов прибор останавливается и ожидает следующий триггер. Вы можете настроить прибор на использование внутреннего триггера для инициации пакета или вы можете подать внешний триггер, нажав кнопку **[Trig Menu]** на лицевой панели, подав сигнал триггера на разъем TRIG на лицевой панели или отправив программную команду триггера с удаленного интерфейса.

◇ **Внешний стробированный пакетный режим:** Выход прибора включается и отключается на основании уровня внешнего сигнала, подаваемого на разъем TRIG на лицевой панели. Если сигнал является верным, то прибор выдает непрерывную осциллограмму. Если сигнал становится ложным, то текущий цикл осциллограммы завершается, и прибор останавливается, оставаясь при напряжении, соответствующем

начальной пакетной фазе осциллограммы.

В следующей таблице показано, какие режимы связаны с особенностями пакетных режимов.

**SOURce<n>:BURSt:GATE:POLarity NORMal|INVerted SOURce<n>:BURSt:GATE:POLarity?**

Выбирает уровни логики NORMal или INVerted на разъеме **TRIG** лицевой панели для внешнего стробированного пакетного режима.

Параметр	Стандартный ответ
NORMal INVerted, по умолчанию NORMal	NORMal или INVerted

Выбрать INVerted для внешнего стробированного пакетного режима:  
SOURce1:BURSt:GATE:POLarity INVerted

**SOURce<n>:BURSt:MODE TRIGgered|GATed|INFinity SOURce<n>:BURSt:MODE?**

Выбирает пакетный режим.

Параметр	Стандартный ответ
TRIGgered GATed INFinity, по умолчанию TRIGgered	TRIGgered, GATed или INFinity

**Задать стробированный пакетный режим:** SOURce<n>:BURSt:MODE GATed

◇ TRIGgered: прибор выдает осциллограмму в течение заданного количества циклов (счетчик пакетов) при каждом получении триггера из источника триггера ([SOURce<n>:BURSt:TRIGger:SOURce](#)).

◇ В пакетном режиме GATed выходной сигнал включается или отключается на основании сигнала на разъеме **TRIG** лицевой панели. Выбрать полярность сигнала при помощи [SOURce<n>:BURSt:TRIGger:SLOPe POSitive|NEGative](#). Если стробирующий сигнал является верным, то прибор выдает непрерывную осциллограмму.

◇ GATed: счетчик пакетов, длительность пакета и источник триггера игнорируются (они используются только для синхронизированного пакетного режима).

**SOURce<n>:BURSt:NCYCles <cycles>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:BURSt:NCYCles? [MINimum|MAXimum]**

Задаёт количество циклов для выдачи на пакет (только для синхронизированного пакетного режима).

Параметр	Стандартный ответ
от 1 до 1 000 000 (внешний или ручной триггер);	+5.000000000000000E+00
от 1 до 500 000 (внутренний), только для цикла	
N; по умолчанию 1	

Количество циклов на пакет: SOURce1:BURSt:NCYCles 5

**SOURce<n>:BURSt ON|OFF SOURce<n>:BURSt?**

Включает или отключает пакетный режим.

Параметр	Стандартный ответ
ON OFF, по умолчанию OFF	ON или OFF

Включает пакетный режим: SOURce1:BURSt ON

- ◇ Выходная фаза задается на 0, если включен пакетный режим.
- ◇ Чтобы избежать множественных изменений сигнала, включите режим развертки после настройки других параметров.
- ◇ Прибор не допускает включения режима развертки одновременно с пакетным режимом и режимом модуляции. При включении развертки пакетный режим и режим модуляции отключаются.

#### SOURce<n>:BURSt:TRIGger:SLOPe POSitive|NEGative SOURce<n>:BURSt:TRIGger:SLOPe?

Выбрать POSitive or NEGative внешнего сигнала триггера для запуска выхода развертки.

Параметр	Стандартный ответ
POSitive NEGative, по умолчанию POSitive	POSitive или NEGative

Выбрать POSitive or NEGative внешнего сигнала триггера для запуска выхода развертки:

SOURce<n>:BURSt:TRIGger:SLOPe NEGative

### 5.2.5 Подсистема CALibration

Подсистема CALibration используется для калибровки прибора.

#### CALibration:SETup <step> CALibration?

#### CALibration:VALue <value> CALibration:STORe

#### CALibration?

Выполнить калибровку с использованием значения калибровки (CALibration:VALue).

Параметр	Стандартный ответ
отсутствует	0 (пройдено) или +1 (неудача)

Калибровать с использованием текущего значения: CALibration?

- ◇ CALibration:SETup должен всегда предшествовать запросу CALibration?.
- ◇ Изменяет переменную часть постоянных калибровки. Используйте CALibration:STORe, чтобы сохранить эти постоянные в энергозависимой памяти в конце калибровки.

#### CALibration:SETup <step>

Настраивает этап калибровки для выполнения.

Параметр	Стандартный ответ
Целое число от 1 до 8	отсутствует

Подготовка к этапу калибровки 5: CALibration:SETup 5

◇ Эта настройка является постоянной; ее нельзя изменить включением/отключением или \*RST.

### CALibration:STORe

Берет постоянные калибровки из энергозависимой памяти (CALibration?) и помещает их в энергонезависимую память, где они не могут быть изменены включением/отключением.

Параметр	Стандартный ответ
отсутствует	无

Сохранить постоянные калибровки в энергонезависимой памяти: CAL:STOR

### CALibration:VALue <value>

Задаёт значение известного сигнала калибровки.

Параметр	Стандартный ответ
Числовое, по умолчанию 0	отсутствует

◇ Эта настройка является постоянной; ее нельзя изменить включением/отключением или \*RST.

## 5.2.6 Подсистема COUNter

COUNter ON|OFF COUNter:MEASure? COUNter:GATeTime COUNter:GATeTime?

COUNter:TYPE

### COUNter ON|OFF

Включить или отключить частотомер.

Параметр	Стандартный ответ
ON OFF, по умолчанию OFF	ON или OFF

COUNter ВКЛ

### COUNter:MEASure?

Получить текущее значение измерения частотомера.

Параметр	Стандартный ответ
	Текущая частота или счетчик

COUNter:GATeTime AUTO|USER1|USER2|USER3|USER4|USER5|USER6

COUNter:GATeTime?

Задать GATeTime

Параметр	Стандартный ответ
AUTO AUTO USER1 1 мс	AUTO, USER1, USER2, USER3, USER4, USER5 или USER6
USER2 10 мс	
USER3 100 мс	
USER4 1 с	
USER5 10 с	
USER6 >10 с	

### COUNTer:TYPE LFCOUNTER|LFFREQ|HFCOUNTER|HFFREQ

Задать тип счетчика.

Параметр	Стандартный ответ
LF_COUNTER LF_FREQ HF_COUNTER  HF_FREQ, по умолчанию LF_COUNTER	LF_COUNTER, LF_FREQ HF_COUNTER или HF_FREQ

## 5.2.7 Подсистема DATA

Подсистема DATA контролирует заданные пользователем сигналы произвольной формы.

**SOURCE<n>:DATA:DAC16 <addr>,<dots\_num>,<binary\_block>| <value>,<value>, . . .**

Загрузить данные (формат .dac) на ddr2

**SOURCE<n>:DATA: <addr>,<dots\_num>,<binary\_block>| <value>,<value>, . . .**

Загрузить данные (формат float) на ddr2 **SOURCE<n>:DATA:OUTPUT <start\_addr>,<end\_addr>**

Выдать данные по заданному адресу.

**SOURCE<n>:DATA:DAC16 <addr>,<dots\_num>,<binary\_block>| <value>,<value>, . . .**

Параметр	Стандартный
<addr> Шестнадцатеричное число от 0x00 до 64М, 4 байт	отсутствует
<dots_num> Десятичное число	
<binary_block> Двоичное число, байт dots_num*2, начинается в виде “#”	
<value> Целое число, от -32767 до +32767	

**SOURCE<n>:DATA: <addr>,<dots\_num>,<binary\_block>| <value>,<value>, . . .**

Параметр	Стандартный ответ
<addr> Шестнадцатеричное число от 0x00 до 64М, 4 байт	无
<dots_num> Десятичное число	
<binary_block> Двоичное число, байт dots_num*4, начинается в виде “#”	
<value> Целое число, от -1 до +1	

**SOURce<n>:DATA:OUTPut <start\_addr>,<end\_addr>**

Параметр	Стандартный ответ
<start_addr> Шестнадцатеричное число от 0x00 до 64М, 4 байта	
<end_addr> Шестнадцатеричное число от 0x00 до 64М, 4 байта	

### 5.2.8 Подсистема DISPlay

Подсистема DISPlay контролирует отображение на дисплее прибора. **DISPlay:BRIGhtness <brightness>|MINimum|MAXimum DISPlay:BRIGhtness? [MINimum|MAXimum]**

Задать яркость дисплея.

Параметр	Стандартный ответ
1%至 100%, по умолчанию 50%	80%

DISPlay:BRIGhtness 80

**DISPlay:SAVer ON|OFF DISPlay:SAVer ?**

Включить или отключить режим сохранения экрана.

Параметр	Стандартный ответ
ON OFF, по умолчанию ON	ON или OFF

Включить режим сохранения экрана: DISPlay:SAVer:STATe ON

### 5.2.9 Подсистема FM

**SOURce<n>:MOD:FM:DEVIation <deviation>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:MOD:FM:DEVIation? [MINimum|MAXimum]**

Задать пиковое отклонение частоты в Гц.

Параметр	Стандартный ответ
500 Гц по умолчанию	+1.0000000000000000E+03

Задать пиковое отклонение частоты на 1 кГц: SOURce1:MOD:FM:DEVIation 1000

- ◆ Отклонение не может превышать несущую частоту. Если вы попытаетесь задать отклонение, которое превышает несущую частоту (при включенной ЧМ), то прибор установит максимальное значение частот, допустимое для этой несущей частоты.
- ◆ Частота несущей плюс отклонение не могут превышать максимальную частоту выбранной функции плюс 100 кГц. Если вы попытаетесь задать неверное значение частоты, то прибор установит максимальное значение частот, допустимое для этой несущей частоты.
- ◆ Если отклонение вызывает превышение сигналом частотной границы для текущей

скважности (только прямоугольные сигнал), то прибор установит максимальное значение частот, допустимое для этой несущей частоты.

◆ Если вы выберете внешний источник модуляции, то отклонение контролируется уровнем сигнала  $\pm 5$  В на разъеме **Modulation In** задней панели. К примеру, если отклонение частоты составляет 100 кГц, то уровень сигнала +5В соответствует увеличению частоты на 100 кГц. При меньшем уровне внешнего сигнала получается меньшее отклонение, а отрицательный уровень сигнала приводит к сокращению частоты ниже несущей частоты.

Отклонение действительно в следующих условиях: отклонение  $\leq$  отклонение несущей частоты + частота несущей  $\leq$  верхняя частота несущей + 1 кГц

**SOURce<n>:MOD:FM:INTernal:FREQuency <frequency>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:MOD:FM:INTernal:FREQuency? [MINimum|MAXimum]**

Задаёт частоту модулирующего сигнала. Сигнал модулирующего источника работает на этой частоте в пределах частоты этого сигнала.

Параметр	Стандартный ответ
от 2 мГц до 500 кГц, 100 Гц по умолчанию.	+5.000000000000000E+02

Задать модулирующую частоту на 500 Гц: SOURce1:MOD:FM:INTernal:FREQuency 500

◇ При выборе сигнала произвольной формы в качестве модулирующего источника, частота изменяется на частоту сигнала произвольной формы, которая основана на частоте дискретизации и количество точек в сигнале произвольной формы.

◇ Эту команду следует использовать только с внутренним источником модуляции (FM:SOURce INTernal).

**SOURce<n>:MOD:FM:INTernal:FUNcTion SINusoid|SQUare|RAMP**

**SOURce<n>:MOD:FM:INTernal:FUNcTion?**

Эта команда служит для выбора модулирующего сигнала.

Параметр	Стандартный ответ
SINusoid SQUare RAMP, default SINusoid	SINusoid, SQUare или RAMP

Выбрать прямоугольный сигнал в качестве источника модуляции:

SOURce1:MOD:FM:INTernal:FUNcTion SQUare

◇ Эту команду следует использовать только с внутренним источником модуляции (FM:SOURce INTernal).

**5.2.10 Подсистема FREQuency**

Подсистема FREQuency задаёт выходную частоту прибора.

**SOURce<n>:FREQuency<frequency>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:FREQuency? [MINimum|MAXimum]**

Задать выходную частоту.

Параметр	Стандартный ответ
Разные сигналы имеют разный диапазон частот, см. <a href="#">Конфигурация выхода</a> и <a href="#">Приложение В</a>	+1.0000000000000000E+03

Задать выходную частоту на 100 Гц: SOURce1:FREQuency 100

**SOURce<n>:FREQuency:CENTer <frequency>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:FREQuency:CENTer? [MINimum|MAXimum]**

Задать центральную частоту. Используется с диапазоном частоты для развертки по частоте.

Параметр	Стандартный ответ
Разные сигналы имеют разный диапазон частот, см. <a href="#">Конфигурация выхода</a> и <a href="#">Приложение В</a> 550 Гц по умолчанию	+1.0000000000000000E+03

Задать центральную частоту развертки на 1 кГц: SOURce1:FREQuency:CENTer 1000

◇ Следующее уравнение показывает, как диапазон связан с начальной частотой и частотой остановки. Диапазон частоты = Частоты остановки + Начальная частота

◇ Следующее уравнение показывает, как центральная частота связана с начальной частотой и частотой остановки. Центральная частота = (Частоты остановки + Начальная частота)/2

### 5.2.11 Подсистема FSKey

Подсистема FSKey задает сигнал FSK. **SOURce<n>:MOD:FSKey:FREQuency**

**<frequency>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:MOD:FSKey:FREQuency?**

**[MINimum|MAXimum]**

Задать частоту изменения FSK (или перестройки).

Параметр	Стандартный ответ
см. <a href="#">Конфигурация выхода</a> и <a href="#">Приложение В</a> 100 Гц по умолчанию	+2.0000000000000000E+02

Задать скорость перестройки частоты на канале 1 на 200 Гц:

SOURce1:MOD:FSKey:FREQuency 200

**SOURce<n>:MOD:FSKey:INTernal:RATE <frequency>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:MOD:FSKey:INTernal:RATE? [MINimum|MAXimum]**

Задать скорость перемещения выходной частоты между несущей частотой и частотой перестройки.

Параметр	Стандартный ответ
от 2 МГц до 1 МГц, 100 Гц по умолчанию.	+2.0000000000000000E+02

Задать скорость перехода на канале 1 на 200 Гц: SOURce1:MOD:FSKey:INTernal:RATE 200

Скорость FSK следует использовать только с внутренним источником модуляции (FSK:SOURce INTernal).

### 5.2.12 Подсистема FUNCtion

Подсистема FUNCtion настраивает выходную функцию прибора:

**SOURce<n>:FUNCtion <wave>** Выходной сигнал

**SOURce<n>:FUNCtion:ARBitrary <filename>** Файл выходного сигнала произвольной формы

**SOURce<1|2>:FUNCtion:ARBitrary:PTPeak** Межпиковое напряжение для сигнала произвольной формы

**SOURce<1|2>:FUNCtion:ARBitrary:SRATe** Частота дискретизации для сигнала произвольной формы **SOURce<n>:FUNCtion:SQUare:DCYClе** Цикл скважности для импульса

**SOURce<n>:FUNCtion:RAMP:SYMMetry** % симметрии для пилообразного сигнала

**SOURce<n>:FUNCtion:PULSe:DCYClе** Цикл скважности для импульса

**SOURce<n>:FUNCtion:PULSe:WIDTh** Длительность импульса

**SOURce<n>:FUNCtion:PULSe:TRANSition:LEADing** Время переднего фронта для импульса

**SOURce<n>:FUNCtion:PULSe:TRANSition:TRAIling** Время заднего фронта для импульса

**SOURce<n>:FUNCtion <wave> SOURce<n>:FUNCtion?**

Выбирает функцию выхода

Параметр	Стандартный ответ
SINusoid SQUare RAMP PULSe NOISe DC SINC EXPFall HAVErsine LOREntz  DUALtone GAUSE  ECG  USER  HARMonic , по умолчанию	SINusoid, SQUare, RAMP, PULSe, NOISe, DC, SINC, EXPFall, HAVErsine, LOREntz, DUALtone, GAUSE, ECG, USER или HARMonic

Задать выход на канале 1 на сигнал sine: SOURce1:FUNCtion SINusoid

◇ NOISe создает белый гауссов шум

◇ ARB создает сигнал произвольной формы, в данный момент выбранный [FUNCtion:ARBitrary](#).

**SOURce<n>:FUNCtion:ARBitrary <filename>, SOURce<n>:FUNCtion:ARBitrary?**

Параметр	Стандартный ответ
Эффективное имя файла: включая заданный пользователем файл и файл встроенного сигнала; Общее использование: "INT:/Builtin/SINC.hwf", "INT:/Mywave.hwf", "SD:/mywave.hwf", "USB:/mywave.hwf"	Имя файла

Задать имя файла для сигнала произвольной формы: INT:/Builtin/SINC.hwf

SOURce1:FUNCTION:ARbitrary "INT:/Builtin/SINC.hwf", return Int:/Builtin/SINC.hwf

**SOURce<1|2>:FUNCTION:ARbitrary:PTPeak <voltage>|MINimum|MAXimum,**

**SOURce<1|2>:FUNCTION:ARbitrary:PTPeak? {MINimum|MAXimum}**

Задать межпиковое напряжение.

Параметр	Стандартный ответ
Дискретные значения 1,4,5,20, по умолчанию 1 В	+4.000000000000000E+00

Задать межпиковое напряжение на 4 В: SOURce1:FUNCTION:ARbitrary:PTPeak 4

**SOURce<1|2>:FUNCTION:ARbitrary:SRATe {<sample\_rate>|MINimum|MAXimum},**

**SOURce<1|2>:FUNCTION:ARbitrary:SRATe? {MINimum|MAXimum}**

Задаёт частоту дискретизации для сигнала произвольной формы.

Параметр	Стандартный ответ
От 1 до 255, по умолчанию 1	+2.500000000000000E+07

Задать частоту дискретизации на канале 1 на 25 МГц/с: SOURce1:FUNCTION:ARbitrary:SRATe 10

sample rate = 250M/(4\*n)

n: значение, настроенное пользователем

Если n равно 0, то частота дискретизации составляет 250М.

**SOURce<n>:FUNCTION:SQUare:DCYCLE <percent>|MINimum|MAXimum,**

**SOURce<n>:FUNCTION:SQUare:DCYCLE? [MINimum|MAXimum]**

Задаёт скважность импульса.

Параметр	Стандартный ответ
От 0,001% до 99,996%, ограничено в соответствии с описанием ниже, 50% по умолчанию	+3.000000000000000E+01

Задать скважность на 30%: SOURce1:FUNCTION:SQUare:DCYCLE 30

**SOURce<n>:FUNCTION:RAMP:SYMMetry <symmetry>|MINimum|MAXimum,**

**SOURce<n> : FUNCTION:RAMP:SYMMetry? [MINimum|MAXimum]**

Задаёт % симметрии для пилообразных сигналов.

Параметр	Стандартный ответ
от 0% до 100%, 50% по умолчанию	+3.000000000000000E+01

Задать симметрию на канале 1 на 30%: SOURce1:FUNCTION:RAMP:SYMMetry 30

**SOURce<n>:FUNCTION:PULSE:DCYCLE <percent>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:PULSE:DCYCLE? [MINimum|MAXimum]**

Задаёт скважность импульса.

Параметр	Стандартный ответ
от 0 % до 100%, 50% по умолчанию	+3.000000000000000E+01

Задать скважность на канале 1 на 30%: SOURce1:FUNCTION:PULSE:DCYCLE 30

◆ Команды **FUNCTION:PULSE:DCYCLE** и **FUNCTION:PULSE:WIDTH** влияют на тот же параметр.

◆ Скважность импульса определена следующим образом:

Скважность = 100-кратная длительность импульса/период

Длительность импульса - это время от порога 50% нарастающего фронта импульса до порога 50% следующего нарастающего фронта.

◆ Диапазон скважности импульса - от 0% до 100%. Однако скважность импульса ограничена максимальной длительностью импульса и ограничения по времени фронта, которые не позволяют задать значения 0% и 100%. К примеру, для импульсного сигнала 1 кГц скважность импульса ограничена диапазоном от 0,002% до 99,998% и минимальной длительностью импульса 16 нс.

◆ *Ограничения, основанные на длительности импульса:* Заданная скважность импульса должна соответствовать следующим ограничениям, заданным минимальной длительностью импульса (Wmin).

$$\text{Скважность} \geq (W_{\text{min}} / \text{период}) \times 100 \quad \text{Скважность} \leq (1 - W_{\text{min}} / \text{период}) \times 100$$

**SOURce<n>:FUNCTION:PULSE:WIDTH <seconds>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:FUNCTION:PULSE:WIDTH? [MINimum|MAXimum]**

Задаёт длительность импульса.

Параметр	Стандартный ответ
от 16 нс до 1000 мкс, 500 мс по умолчанию	+5.000000000000000E-03

Задать длительность импульса канала 1 на 5 мс: SOURce1:FUNCTION:PULSE:WIDTH 0.005

◆ Команды **FUNCTION:PULSE:DCYCLE** и **FUNCTION:PULSE:WIDTH** влияют на тот же параметр.

◆ Длительность импульса - это время от порога 50% нарастающего фронта импульса до порога 50% следующего нарастающего фронта.

◆ Длительность импульса  $\geq W_{\text{min}}$

$$\text{Длительность импульса} \leq \text{Период} - 2 \times W_{\text{min}}$$

**SOURce<n>:FUNCTION:PULSE:TRANSition:LEADing<seconds>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:PULSE:TRANSition:LEADing? [MINimum|MAXimum]**

**SOURce<n>:FUNCTION:PULSE:TRANSition:TRAILing <seconds>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:PULSe:TRANSition:TRAILing? [MINimum|MAXimum]**

Задаёт время фронта импульса на переднем, заднем или на обоих фронтах импульса.

Параметр	Стандартный ответ
1 мкс по умолчанию	+1.0000000000000000E-08

Задать время переднего фронта на канале 1 на 10 нс:

SOURce1:FUNcTion:PULSe:TRANSition:LEADing 0.00000001

Задать время переднего фронта на канале 1 на 10 нс:

SOURce1:FUNcTion:PULSe:TRANSition:TRAILing 0.00000001

- ◆ Время переднего фронта применяется к фронту нарастания и представляет собой время от 10% до 90% фронта; задний фронт представляет время от 90% до 10%.
- ◆ Заданное время фронта должно соответствовать заданной длительности импульса и периоду. Прибор ограничит время фронта в соответствии с заданной длительностью импульса и скважности.

**5.2.13 Подсистема HARMonic**

SOURce<n>:HARMonic:AMPL – Амплитуда гармоника SOURce<n>:HARMonic:PHASe – Фаза гармоника SOURce<n>:HARMonic:ORDEr – Порядок гармоника SOURce<n>:HARMonic:TYPE – Тип гармоника

**SOURce<n>:HARMonic:AMPL <sn>,<value>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:HARMonic:AMPL?**

Задать амплитуду гармоника

Параметр	Стандартный ответ
<sn> целое число от 2 до 16, по умолчанию 2;	отсутствует

Задаёт амплитуду второй гармоника на В межпик. на канале 1: SOURce1:HARMonic:AMPL 2,1

**SOURce<n>:HARMonic:PHASe <sn>,<value>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:HARMonic:PHASe? <sn>[,MINimum|MAXimum]**

Задать фазу гармоника.

Параметр	Стандартный ответ
<sn> целое число от 2 до 16, по умолчанию 2;	+9.0000000000000000E+01
<value> Непрерывные действительные числа, от 0 до 360 градусов, 0 по умолчанию	

Задать фазу второй гармоника на канале 1 на 90 градусов: SOURce1:HARMonic:PHASe 2,90

**SOURce<n>:HARMonic:ORDEr <value>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:HARMonic:ORDEr?  
[MINimum|MAXimum]**

Задать порядок гармоника.

Параметр	Стандартный ответ
от 2 до самой высокой частоты ÷ фундаментальная частота, целое число, не более 16, по умолчанию 2	+8.000000000000000E+00

Задать порядок гармоника канала 1 на 8: SOURce1:HARMonic:ORDEr 8

**SOURce<n>:HARMonic:TYPE EVEN|ODD|ALL|USER**

**SOURce<n>:HARMonic:TYPE?**

Выбрать тип гармоника - четный, нечетный или все.

Параметр	Стандартный ответ
EVEN ODD ALL, по умолчанию ALL	EVEN, ODD или ALL

Задать нечетный порядок гармоника канала 1: SOURce1:HARMonic:HARMonic:TYPE ODD

**5.2.14 Общие команды IEEE-488.2**

\*IDN? - Идентификация прибора:

\*RCL/\*SAV - Вызвать/сохранить состояние прибора

\*RST - Сброс до заводских настроек

\*TRG - Команда триггера; команда работает в режиме развертки и пакетном режиме

\*TST? - Самодиагностика

**\*IDN?**

Запрос идентификации. Показать строку идентификации прибора.

Параметр	Стандартный ответ
отсутствует	Показать завод, модуль, серийный номер и

Показать строку идентификации прибора: \*IDN?

**\*RST**

Вернуть заводские настройки прибора.

Параметр	Стандартный ответ
отсутствует	отсутствует

Перезагрузить прибор: \*RST

◆ Не влияет на сохраненные состояния прибора, сохраненные сигналы произвольной формы или настройки ввода/вывода; они хранятся в энергонезависимой памяти.

### 5.2.15 Подсистема MARKer

**SOURce<n>:MARKer** – Включить или отключить функцию маркера развертки

**SOURce<n>:MARKer:FREQuency** - Задать маркерную частоту

**SOURce<n>:MARKer ON|OFF SOURce<n>:MARKer?**

Включить или отключить функцию маркера развертки

Параметр	Стандартный ответ
ON OFF, по умолчанию OFF	ON или OFF

Включить маркер развертки на канале 1: SOURce1:MARKer ON

**SOURce<n>:MARKer:FREQuency <frequency>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:MARKer:FREQuency? [MINimum|MAXimum]**

Задать маркерную частоту.

Параметр	Стандартный ответ
Любая частоту между начальной частоту и частотой остановки, 550 Гц по умолчанию	+1.0000000000000000E+03

Задать маркерную частоту на 1000 Гц : SOURce2:MARKer:FREQuency 1000

### 5.2.16 Подсистема MEMory

**MEMory:STATe:DELete USER1|USER2|USER3|USER4|USER5**

Удаляет место хранения состояния

Параметр	Стандартный ответ
USER1 USER2 USER3 USER4 USER5	отсутствует

Удалить содержимое места хранения 1: MEM:STAT:DEL USER1?

### 5.2.17 Подсистема MMEMory

Подсистема MMEMory контролирует файловую систему в приборе или на внешней файловой USB-системе. Файловая система может хранить и загружать несколько форматов файлов.

#### Команды и запросы

Подсистема MMEMory включает следующие команды и запросы:

MMEMory:CATalog? - показывает доступное и используемое место и файлы на устройстве

памяти MMEMory:CDIRectory - изменяет директорию

MMEMory:COpy - копирует файл на устройство памяти

MMEMory:DELeTe - удаляет файлы из устройства памяти

MMEMory:LOAD:STATe - загружает сохраненное состояние прибора из файла

MMEMory:MDIRectory - создает новую директорию (папку)

MMEMory:RDIRectory - удаляет директорию

MMEMory:STORe:STATe - сохраняет состояние прибор а в файл

### MMEMory:CATalog?

Показывает список всех файлов на текущей папке хранения, включая внутреннюю память и USB-привод.

### MMEMory:CDIRectory <folder> MMEMory:CDIRectory?

Изменить текущий путь на < directory\_name >

Тип ASCII, строка с двойными кавычками, ограничена 256 символами

Параметр	Стандартный ответ
Стройка с двойными кавычками, ограничена 256 символами.	(отсутствует)

MMEMory:CDIRectory "SD:/tmp"

### MMEMory:COpy <folder>,<file\_name>

Скопировать файл из папки < folder > в имя файла < file\_name >(не является текущим путем).

<folder> Тип ASCII, строка с двойными кавычками, ограничена 256 символами

<file\_name> Стройка с двойными кавычками (включая суффикс), ограничена 40 символами

Параметр	Стандартный ответ
Оба файла могут иметь любое действительное имя файла.	(отсутствует)

MMEMory:COpy "SD:/tmp","tmp1.hsf"

### MMEMory:DELeTe <file\_name>

Удаляет файл. Чтобы удалить папку, используйте MMEMory:RDIRectory.

Параметр	Стандартный ответ
Любое действительное имя файла, включая расширение.	(отсутствует)

Удалить указанный файл из корневого каталога внутренней системы памяти: MMEMory:DELeTe  
"Int:/tmp.hsf"

### MMEMory:LOAD:STATe <file\_name> MMEMory:STORe:STATe <file\_name>

Загружает или сохраняет настройки прибора при помощи файла в устройстве хранения.

Параметр	Стандартный ответ
Любой действительный на устройстве	нет

хранения, включая расширение

Загрузить настройки прибора из файла во внутренней памяти:

MMEMory:LOAD:STATe "Int:/tmp.hsf"

Сохранить настройки прибора в корневой каталог внутренней системы памяти:

MMEMory:STORe:STATe "Int:/tmp.hsf"

### MMEMory:RDIRectory <folder> MMEMory:MDIRectory <folder>

MMEMory:MDIRectory создает новую директорию (папку) на устройстве хранения.

MMEMory:RDIRectory удаляет директорию (папку) на устройстве хранения.

Параметр	Стандартный ответ
Любое название директории, включая описатель устройства хранения, по умолчанию INT:\ Стройка с двойными кавычками, ограничена 256 символами.	"INT:"

MMEMory:RDIRectory MMEMory:MDIRectory "test"

## 5.2.18 Подсистема OUTPUT

Подсистема OUTPUT контролирует выход канала на лицевой панели и разъемы Sync:

OUTPUT<n> - состояние разъема выхода канала на лицевой панели

OUTPUT<n> - состояние разъема Sync на лицевой панели

### OUTPUT<n> ON|OFF, OUTPUT<n>?

Включает или отключает разъем выхода на лицевой панели.

Параметр	Стандартный ответ
ON OFF, по умолчанию OFF	ON или OFF

Включить выходной разъем на канале 1: OUTPUT1 ON

◇ Когда выход включен, подсвечивается клавиша выхода канала на лицевой панели.

◇ OUTPUT изменяет состояние разъема выхода канала путем переключения выходного реле без обнуления выходного напряжения.

### OUTPUT:SYNC:SOURce CH1|CH2

Отключает или включает разъем Sync на лицевой панели.

Параметр	Стандартный ответ
CH1 CH2, по умолчанию CH1	ON или OFF

Отключает разъем Sync на лицевой панели для канала 1: OUTPUT:SYNC:SOURce CH1

## 5.2.19 Подсистема PHASe

Подсистема PHASe позволяет регулировать фазу сигнала; это полезно в применении канал-канал и канал-синхронизация. Эта подсистема позволяет использовать разъемы **10 MHz Out** и **10 MHz In** на задней панели для синхронизации нескольких приборов.

**SOURce<n>:PHASe** - задает фазовую коррекцию выходного сигнала (недоступно для сигналов произвольной формы или шума)

**SOURce<n>:PHASe:SYNChronize** - синхронизирует фазу обоих внутренних каналов на двухканальном приборе.

**SOURce<n>:PHASe <phase>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:PHASe? [MINimum|MAXimum]**

Задаёт угол коррекции фазы сигнала.

Параметр	Стандартный ответ
от 0 до 360 градусов, 0 по умолчанию.	+9.00000000000000E+01

Задаёт коррекцию фазы канала 1 на 90 градусов: SOURce1:PHASe 90

◇ Используйте **PHASe:SYNChronize** для синхронизации фаз двух внутренних каналов.

### **SOURce<n>:PHASe:SYNChronize**

Одновременно сбросить все фазовые генераторы в приборе для установления единой, внутренней нулевой исходной точки фазы.

Параметр	Стандартный ответ
отсутствует	отсутствует

Сбросить все фазовые генераторы: PHAS:SYNC

◇ SOURce1 и SOURce2 не действуют для данной команды:

◇ Настройка не работает, если какой-либо канал находится в режиме модуляции в двух каналах.

## 5.2.20 Подсистема PM

Подсистема PM позволяет модулировать сигнал по фазе.

**SOURce<n>:MOD:PM:DEViation <deviation>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:MOD:PM:DEViation? [MINimum|MAXimum]**

Задать фазовое отклонение в градусах. Это значение представляет пиковое отклонение частоты модулированного сигнала от сигнала несущей.

Параметр	Стандартный ответ
от 0 до 360 градусов, 180 градусов по умолчанию.	+9.00000000000000E+01

Задаёт фазовый отклонение на 90 градусов: SOURce1:MOD:PM:DEViation 90

Если выбран внешний источник модуляции, то отклонение контролируется уровнем сигнала  $\pm 5$  В на разъеме MOD лицевой панели. К примеру, если вы задали частотное отклонение на 180 градусов, то уровень сигнала +5В соответствует фазовому отклонению +180 градусов. При меньшем уровне внешнего сигнала получается меньшее отклонение, а отрицательный уровень сигнала позволяет добиться отрицательного отклонения.

**SOURce<n>:MOD:PM:INTernal:FREQuency <frequency>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:MOD:PM:INTernal:FREQuency? [MINimum|MAXimum]**

Задаёт частоту модулирующего сигнала. Сигнал, выбранный в качестве модулирующего источника, будет работать при этой частоте в пределах частоты этого сигнала.

Параметр	Стандартный ответ
от 2 мГц до 500 кГц, 100 Гц по умолчанию.	+1.0000000000000000E+04

Задать модулирующую частоту на 10 кГц: **SOURce1:MOD:PM:INTernal:FREQuency 10000**

◊ Эту команду следует использовать только с внутренним источником модуляции (PM:[SOURce INTernal](#)).

**SOURce<n>:MOD:PM:INTernal:FUNCTion SINusoid|SQUare|RAMP**

**SOURce<n>:MOD:PM:INTernal:FUNCTion?**

Выбрать форму модулирующего сигнала.

Параметр	Стандартный ответ
SINusoid SQUare RAMP, по умолчанию	SINusoid, SQUare или RAMP
SINusoid	

Выбрать прямоугольный сигнал в качестве модулирующего сигнала:

**SOURce1:MOD:PM:INTernal:FUNCTion SQUare**

◊ Эту команду следует использовать только с внутренним источником модуляции (PM:[SOURce INTernal](#)).

**SOURce<n>:MOD:PM:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:PM:SOURce?**

Выбрать источник (INTernal или EXTernal) модулирующего сигнала.

Параметр	Стандартный ответ
INTernal EXTernal, по умолчанию INTernal	INTernal или EXTernal

Выбрать внешний источник модуляции канала 1: **SOURce1:MOD:FM:SOURce EXTernal**

### 5.2.21 Подсистема PSK

PSK (модуляция с фазовым сдвигом) - это схема цифровой модуляции, при которой данные передаются путем изменения или модуляции фазы опорного сигнала (несущая волна).

В любой схеме цифровой модуляции используется конечное количество разных сигналов для представления цифровых данных. Модуляция использует конечное количество фаз, каждой из которой присвоен уникальный ряд двоичных чисел.

**SOURce<n>:MOD:PSKey:PHASe <phase>|MINimum|MAXimum**

**SOURce<n>:MOD:PSKey:PHASe ? [MINimum|MAXimum]**

Задать фазу в градусах.

Параметр	Стандартный ответ
От 0 до 360 градусов, по умолчанию 180	+9.000000000000000E+01

Задать фазу на канале 1 на 90 градусов: `SOURce1:MOD:PSKey:PHASe 90`

**`SOURce<n>:MOD:PSKey:INTernal:RATE <frequency>|MINimum|MAXimum`**

**`SOURce<n>:MOD:PSKey:INTernal:RATE? [MINimum|MAXimum]`**

Задать "мобильную" скорость выходной частоты между несущей частотой и частотой перестройки.

Параметр	Стандартный ответ
от 2 МГц до 1 МГц, 100 Гц по умолчанию.	+2.000000000000000E+02

Задать скорость PSK на канале 1 на 200 Гц: `SOURce1:MOD:PSKey:INTernal:RATE 200`

**`SOURce<n>:MOD:PSKey:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:PSKey:SOURce?`**

Выбрать источник (INTernal или EXTernal) модулирующего сигнала.

Параметр	Стандартный ответ
INTernal EXTernal, по умолчанию INTernal	INTernal или EXTernal

Выбрать внешний источник модуляции канала 1: `SOURce<n>:MOD:FSKey:SOURce EXTernal`

**`SOURce<n>:MOD:PSKey:POLarity POSitive|NEGative SOURce<n>:MOD:PSKey:POLarity?`**

Выбрать **POSitive** or **NEGative** модулирующего сигнала для контроля выхода сигнала.

Параметр	Стандартный ответ
POSitive NEGative, по умолчанию POSitive	POSitive или NEGative

Задать модулирующий сигнал ASK на канале 1 на NEGative: `SOURce1:MOD:PSKey:POLarity NEGative`

## 5.2.22 Подсистема PWM

Подсистема PWM позволяет выполнить широтно-импульсную модуляцию (AM) в сигнале несущей. **`SOURce<n>:MOD:PWM:DEViation <deviation>|MINimum|MAXimum`**

**`SOURce<n>:MOD:PWM:DEViation? [MINimum|MAXimum]`**

Задать отклонение по длительности импульса; отклонение ± в секундах от длительности импульса сигнала несущей.

Параметр	Стандартный ответ
от 0 нс до 500 кс, 200 мкс по умолчанию	+1.000000000000000E+00

Задать отклонение длительности импульса на 1 с: `SOURce1:MOD:PWM:DEViation 1`

- ◇ Отклонение длительности импульса не может превышать текущую длительность импульса.
- ◇ Отклонение длительности импульса ограничено текущим временем фронта.

**`SOURce<n>:MOD:PWM:INTernal:FREQuency <frequency>|MINimum|MAXimum`**

**`SOURce<n>:MOD:PWM:INTernal:FREQuency? [MINimum|MAXimum]`**

Выбрать частоту, при которой выходная длительность импульса смещается через свое отклонение длительности импульса. Сигнал, используемый в качестве модулирующего источника, будет работать при этой частоте в пределах частоты этого сигнала.

Параметр	Стандартный ответ
от 2 мГц до 500 кГц, 100 Гц по умолчанию.	+1.0000000000000000E+02

Задать внутреннюю частоту ШИМ на 100 Гц: `SOURce1:MOD:PM:INTernal:FREQuency 100`

◇ При выборе сигнала произвольной формы в качестве модулирующего источника, частота изменяется на частоту сигнала произвольной формы, которая основана на частоте дискретизации и количество точек в сигнале произвольной формы.

◇ Эту команду следует использовать только с внутренним источником модуляции (`PWM:SOURce INTernal`).

### `SOURce<n>:MOD:PWM:INTernal:FUNCtion SINusoid|SQUare|RAMP`

#### `SOURce<n>:MOD:PWM:INTernal:FUNCtion?`

Выбрать форму внутреннего модулирующего сигнала.

Параметр	Стандартный ответ
SINusoid SQUare RAMP, по умолчанию	SINusoid, SQUare или RAMP
SINusoid	

Выбрать прямоугольный сигнал в качестве модулирующего сигнала:

`SOURce1:MOD:PM:INTernal:FUNCtion SQUare`

◇ Эту команду следует использовать только с внутренним источником модуляции (`PWM:SOURce INTernal`).

### `SOURce<n>:MOD:PWM:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:PWM:SOURce?`

Выбрать входной источник в качестве модулирующего сигнала.

Параметр	Стандартный ответ
INTernal EXTernal, по умолчанию INTernal	INTernal, по умолчанию EXTernal

Выбрать внешний источник модуляции: `SOURce1:MOD:FM:SOURce EXTernal`

## 5.2.23 Подсистема ROSCillator

Подсистема ROSCillator контролирует использование генератора опорного сигнала и входа внешнего генератора опорного сигнала. Генератор опорного сигнала - это первичный тактовый генератор для синтеза всех сигналов. Все сигналы заблокированы по фазе в генераторе опорного сигнала, которые контролирует частоту и фазу выходного сигнала.

ROSCillator:SOURce - выбирает внутренний или внешний источник генератора опорного сигнала

SYSTem:ROSCillator:SOURce INTernal|EXTernal SYSTem:ROSCillator:SOURce?

Параметр	Стандартный ответ
INTernal EXTernal, по умолчанию INTernal	INTernal или EXTernal

Использовать внешний источник генератора опорного сигнала: SYSTem:ROSCillator:SOURce  
EXTernal

- ◆ **EXTernal:** прибор используется разъем **10 MHz In** на задней панели в качестве опорного и выдает ошибку, если сигнал отсутствует или прибор не может заблокировать его. В случае ошибки прибор выдает результат, но частота является нестабильной.
- ◆ **INTernal:** прибор использует внутренний источник генератора опорного сигнала и игнорирует сигнал на разъеме **10 MHz In**.

## 5.2.24 Подсистема SOURce

### Подсистемы, в которых используется дополнительное ключевое слово SOURce

Так как команды подсистемы SOURce зачастую используются без ключевого слова SOURce, эти команды указаны в своих собственных подсистемах ниже:

[AM](#)

[ASK](#)

[BPSK](#)

[BURSt](#)

[DATA FM](#)

[FREQuency](#)

[FSKey](#)

[FUNCtion](#)

[MARKer](#)

[PHASe](#)

[PM](#)

[ROSCillator](#)

[SWEep](#)

[VOLTage](#)

## 5.2.25 Подсистема SWEep

**SOURce<n>:SWEep:HTIME <seconds>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:SWEep:HTIME?  
[MINimum|MAXimum]**

Задаёт количество секунд, в течение которых развертка удерживается (останавливается) на частоте остановки перед возвратом к

начальной частоте.

Параметр	Стандартный ответ
от 1 мс до 300 с, 1 с по умолчанию	+5.000000000000000E+00

Задать время выдержки развертки на 5 секунд: SOURce1:SWEep:HTIME 5

**SOURce<n>:SWEep:RTIME <seconds>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:SWEep:RTIME ?**  
**[MINimum|MAXimum]**

Задаёт количество секунд, которое требуется для возврата развертки с частоты остановки к начальной частоте.

Параметр	Стандартный ответ
от 1 мс до 300 с, 1 с по умолчанию	+5.000000000000000E+00

Задать время возврата развертки на 5 секунд: SOURce1:SWEep:RTIME 5

**SOURce<n>:SWEep ON|OFF**

**SOURce<n>:SWEep?**

Включает или отключает развертку.

Параметр	Стандартный ответ
ON OFF, по умолчанию OFF	ON или OFF

Включить развертку: SOURce1:SWEep ON

**SOURce<n>:SWEep:TIME <seconds>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:SWEep:TIME ?**  
**[MINimum|MAXimum]**

Задаёт время (в секундах) для перехода с начальной частоты до частоты остановки.

Параметр	Стандартный ответ
от 1 мс до 300 с, 1 с по умолчанию	+5.000000000000000E+00

Задать время развертки на 5 секунд: SOURce1:SWEep:TIME 5

### 5.2.26 Подсистема SYSTem

Подсистема SYSTem контролирует сохранение статуса прибора, вызов статуса после отключения питания, состояния ошибок, самодиагностику, дисплей лицевой панели и настройку удаленного интерфейса.

SYSTem:BEEPer - выдает звуковой сигнал

SYSTem:BEEPer:STATe - отключает или включает звуковой сигнал

SYSTem:COMMunicate:LAN:GATEway - задать шлюз

SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress - задать IP адрес

SYSTem:COMMunicate:LAN:MAC - Найти MAC адрес

SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASk - Задать маску

SYSTem:ERRor? - считывает и убирает одну ошибку из очереди ошибок

SYSTem:LANGuage - выбрать язык

SYSTem:KLOCK - удаленная клавиатура: заблокировать или разблокировать клавиатуру на лицевой панели

SYSTem:VERSion? - показать версию SCPI, используемую прибором

### SYSTem:BEEPer

Выдать звуковой сигнал

Параметр	Стандартный ответ
отсутствует	отсутствует

SYSTem:BEEPer

◊ Эта команда позволяет обойти текущее состояние звукового сигнала (SYSTem:BEEPer:STATe ). Это значит, что вы можете издать один звуковой сигнал, даже если он отключен.

### SYSTem:BEEPer:STATe ON|OFF

Отключить или включить звуковой сигнал.

Параметр	Стандартный ответ
ON OFF, по умолчанию ON	ON или OFF

Включить звуковой сигнал: SYSTem:BEEPer:STATe ON

◊ При отключении звукового сигнала щелчок при нажатии клавиш на лицевой панели не отключается.

◊ Звуковой сигнал всегда издается (даже если отключен) при отправке SYSTem:BEEPer.

◊ Эта настройка является постоянной; ее нельзя изменить включением/отключением или \*RST.

### SYSTem:COMMunicate:LAN:GATEway <address> SYSTem:COMMunicate:LAN:GATEway?

Задать шлюз

Параметр	Стандартный ответ
от 0.0.0.0 до 223.255.255.255 (127.x.x.x исключен)	nnn.nnn.nnn.nnn

Задать шлюз на 192.168.1.1: SYSTem:COMMunicate:LAN:GATEway 192.168.1.1

### SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress <ip\_addr> SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress?

Задать IP-адрес

Параметр	Стандартный ответ
от 0.0.0.0 до 223.255.255.255(127.x.x.x исключен)	IP: nnn.nnn.nnn.nn

Задать IP на 192.168.1.118: SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress 192.168.1.118

### SYSTem:COMMunicate:LAN:MAC?

Найти MAC-адрес

### SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASk <mask> SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASk?

Задать маску

Параметр	Стандартный ответ
от 0.0.0.0 от 255.255.255.255	Smask: nnn.nnn.nnn.nn

Задать маску на 192.168.1.118: SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdres 192.168.1.118

### SYSTem:ERRor?

Считывает или убирает одну ошибку из очереди ошибок:

Параметр	Стандартный ответ
отсутствует	-113, "Undefined header; keyword cannot be found";
Нет ошибки: 0, "No Error".	
Считывает или убирает первую ошибку из очереди ошибок: SYST:ERR?	

### SYSTem:LANGUage ENGLish|SCHinese, SYSTem:LANGUage?

Выбрать английский или китайский язык.

Параметр	Стандартный ответ
ENGLish SCHinese, по умолчанию ENGLish	ENGLish или SCHinese

Выбрать китайский язык: SYSTem:LANGUage SCHinese

### SYSTem:KLOCK ON|OFF SYSTem:KLOCK?

Удаленно включить или отключить клавиатуру лицевой панели.

Параметр	Стандартный ответ
ON OFF, по умолчанию OFF	ON или OFF

Отключить клавиатуру на лицевой панели: SYSTem:KLOCK ON

### SYSTem:VERSion?

Найти и показать информацию о версии SCP

Параметр	Стандартный ответ
отсутствует	Показать информацию SCP

Найти и показать информацию о версии SCP: SYSTem:VERSion?

## 5.2.27 Подсистема VOLTage

Подсистема VOLTage задает параметры, вязанные с выходным напряжением.

**SOURce<n>:VOLTage <amplitude>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:VOLTage? [ {MINimum|MAXimum} ]**

Задать амплитуду выхода.

Параметр	Стандартный ответ
от 2 мВ межпик. до 20 В межпик., 200 В	+10.0000000000000E+00

Задать выходную амплитуду на канале 1 на 10 В межпик.: SOURce1:VOLTage 10

### SOURce<n>:VOLTage:OFFSet <offset>[MINimum]MAXimum SOURce<n>:VOLTage:OFFSet? [MINimum]MAXimum

Задать напряжение смещения постоянного тока.

Параметр	Стандартный ответ
от -10 до +10 В, по умолчанию 0В	+1.0000000000000E-01

Задать напряжение смещения на канале 1 на 100 мВ: SOURce1:VOLTage:OFFSet 0.1

◇ Отношение между напряжением смещения и выходной амплитудой указано ниже.

$$|V_{смещ} < V_{макс} - V_{межпик} / 2$$

◇ При настройке высокого и низкого уровня также задается амплитуда сигнала и коррекция. К примеру, если вы задаете высокий уровень на +2В, а низкий - на -1В, то амплитуда будет 5 В пик., а коррекция -500 мВ.

## 5.3 Примеры программирования

Следующие примеры программирования помогут выполнить простые задачи.

[Настройка сигнала Sine](#)

[Настройка сигнала Square](#)

[Настройка сигнала Ramp](#)

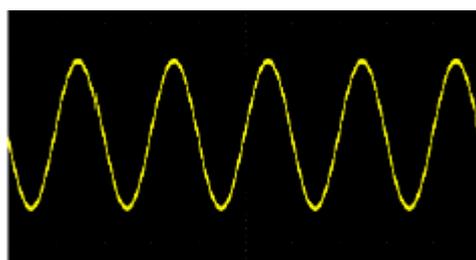
[Настройка сигнала Pulse](#)

### 5.3.1 Настройка сигнала Sine

В этом разделе описана конфигурация синусоидального сигнала.

#### Описание

Синусоидальный сигнал имеет амплитуду, коррекцию и фазу относительно импульса синхронизации. Следующие команды позволяют получить синусоидальный сигнал, указанный выше.



SOURce1:FUNCTION SINusoid SOURce1:FREQuency 100000

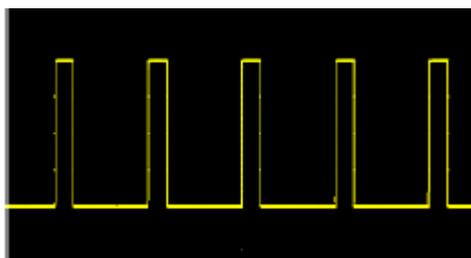
```
SOURce1:VOLTage 2 OUTPut1 ON SOURce1:PHASe 90
```

### 5.3.2 Настройка сигнала Square

#### Описание

Прямоугольный сигнал имеет амплитуду, коррекцию и фазу относительно импульса синхронизации. Она также имеет скважность и период. Его амплитуду и коррекцию можно задать при помощи низкого и высокого напряжения.

Следующие команды позволяют получить прямоугольный сигнал, указанный выше.



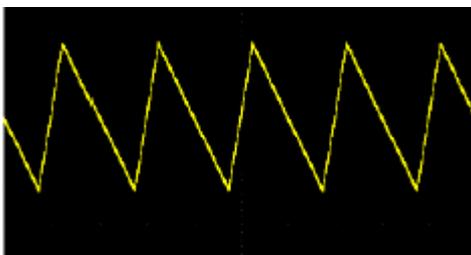
```
SOURce1:FUNCTion SQUare SOURce1:FUNCTion:SQUare:DCYCLe 20  
SOURce1:FREQuency 100000  
SOURce1:VOLTage 4 OUTPut1 ON
```

### 5.3.3 Настройка сигнала Ramp

#### Описание

Пилообразный сигнал имеет амплитуду, коррекцию и фазу относительно импульса синхронизации. Он также имеет симметрию для создания треугольных и других аналогичных сигналов.

Следующие команды позволяют получить пилообразный сигнал, указанный выше.



```
SOURce1:FUNCTion RAMP SOURce1:FUNCTion:RAMP:SYMMetry 25  
SOURce1:FREQuency 1000  
SOURce1:VOLTage 2
```

```
SOURce1:VOLTage:OFFSet 1.0 OUTPut1 ON
```

### 5.3.4 Настройка сигнала Pulse

#### Описание

Импульсный сигнал имеет амплитуду, коррекцию и фазу относительно импульса синхронизации. Он также имеет наклон фронта, период и скважность (или длительность импульса). Его амплитуду и коррекцию можно задать при помощи низкого и высокого напряжения.

Следующие команды позволяют получить импульсный сигнал, указанный выше.



```
SOURce1:FUNCtion PULS SOURce1:FUNCtion:PULSe:TRANSition:LEADing 0.00000004
```

```
SOURce1:FUNCtion:PULSe:TRANSition:TRAIling 0.000001
```

```
SOURce1:FUNCtion:PULSe:WIDTh 0.000003
```

```
SOURce1:FREQuency 200000
```

```
SOURce1:VOLTage 3 OUTPut1 ON
```

# Приложение А

## Краткое руководство по командам осциллографа HDG2000

### Команды DATA

SOURce<n>:DATA:DAC16 <addr>,<dots\_num>,<binary\_block>| <value>,<value>, . . .

SOURce<n>:DATA: <addr>,<dots\_num>,<binary\_block>| <value>,<value>, . . .

**Команды конфигурации выхода** SOURce<n>:FUNction <wave>, SOURce<n>:FUNction?

### КОНТРОЛЬ ЧАСТОТЫ

SOURce<n>:FREQuency<frequency>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:FREQuency?

[MINimum|MAXimum] SOURce<n>:FREQuency:STARt<frequency>|MINimum|MAXimum

SOURce<n>:FREQuency:STARt? [MINimum|MAXimum] SOURce<n>:FREQuency:STOP

<frequency>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:FREQuency:STOP? [MINimum|MAXimum]

SOURce<n>:FREQuency:CENTer <frequency>|MINimum|MAXimum

SOURce<n>:FREQuency:CENTer? [MINimum|MAXimum] SOURce<n>:FREQuency:SPAN

<frequency>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:FREQuency:SPAN? [MINimum|MAXimum]

### НАПРЯЖЕНИЕ

SOURce<n>:VOLTage <amplitude>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:VOLTage?

[[MINimum|MAXimum]] SOURce<n>:VOLTage:OFFSet <offset>|MINimum|MAXimum

SOURce<n>:VOLTage:OFFSet? [MINimum|MAXimum]

### ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ СИГНАЛ

SOURce<n>:FUNction:SQUare:DCYClе <percent>|MINimum|MAXimum,

SOURce<n>:FUNction:SQUare:DCYClе? [MINimum|MAXimum]

### ПИЛООБРАЗНЫЙ СИГНАЛ

SOURce<n>:FUNction:RAMP:SYMMetry <symmetry>|MINimum|MAXimum,

SOURce<n> : FUNction:RAMP:SYMMetry? [MINimum|MAXimum]

**ИМПУЛЬСНЫЙ СИГНАЛ**

SOURce<n>:FUNction:PULSe:DCYClE <percent>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:PULSe:DCYClE? [MINimum|MAXimum] SOURce<n>:FUNction:PULSe:WIDTh  
 <seconds>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:FUNction:PULSe:WIDTh? [MINimum|MAXimum]  
 SOURce<n>:FUNction:PULSe:TRANsition:LEADing<seconds>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:PULSe:TRANsition:LEADing? [MINimum|MAXimum]  
 SOURce<n>:FUNction:PULSe:TRANsition:TRAILing <seconds>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:PULSe:TRANsition:TRAILing? [MINimum|MAXimum]

**СИГНАЛ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ**

SOURce<n>:FUNction:ARBitrary <filename>, SOURce<n>:FUNction:ARBitrary?  
 SOURce<1|2>:FUNction:ARBitrary:PTPeak <voltage>|MINimum|MAXimum,  
 SOURce<1|2>:FUNction:ARBitrary:PTPeak? {MINimum|MAXimum}  
 SOURce<1|2>:FUNction:ARBitrary:SRATe {<sample\_rate>|MINimum|MAXimum},  
 SOURce<1|2>:FUNction:ARBitrary:SRATe? {MINimum|MAXimum}

**ВЫХОД**

OUTPut<n> ON|OFF, OUTPut<n>?  
 OUTPut:SYNC:SOURce CH1|CH2

**Команды модуляции** SOURce<n>:MOD ON|OFF SOURce<n>:MOD?

SOURce<n>:MOD:TYPe AM|FM|PM|ASK|FSK|PSK|PWM|BPSK SOURce<n>:MOD:TYPe?

**AM**

SOURce<n>:MOD:AM:DEPTH <depth>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:MOD:AM:DEPTH?  
 [MINimum|MAXimum] SOURce<n>:MOD:AM:SOURce INTernal|EXTernal  
 SOURce<n>:MOD:AM:SOURce?  
 SOURce<n>:MOD:AM:INTernal:FREQuency <frequency>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:MOD:AM:INTernal:FREQuency? [MINimum|MAXimum]  
 SOURce<n>:MOD:AM:INTernal:FUNction SINusoid|SQUare|RAMP  
 SOURce<n>:MOD:AM:INTernal:FUNction?

**FM**

SOURce<n>:MOD:FM:DEVIation <deviation>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:MOD:FM:DEVIation? [MINimum|MAXimum] SOURce<n>:MOD:FM:SOURce  
 INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:FM:SOURce?  
 SOURce<n>:MOD:FM:INTernal:FREQuency <frequency>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:MOD:FM:INTernal:FREQuency? [MINimum|MAXimum]  
 SOURce<n>:MOD:FM:INTernal:FUNCTion SINusoid|SQUare|RAMP  
 SOURce<n>:MOD:FM:INTernal:FUNCTion?

**PM**

SOURce<n>:MOD:PM:DEVIation <deviation>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:MOD:PM:DEVIation? [MINimum|MAXimum] SOURce<n>:MOD:PM:SOURce  
 INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:PM:SOURce?  
 SOURce<n>:MOD:PM:INTernal:FREQuency <frequency>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:MOD:PM:INTernal:FREQuency? [MINimum|MAXimum]  
 SOURce<n>:MOD:PM:INTernal:FUNCTion SINusoid|SQUare|RAMP  
 SOURce<n>:MOD:PM:INTernal:FUNCTion?

**ASK**

SOURce<n>:MOD:ASKey:AMPLitude <amplitude>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:MOD:ASKey:AMPLitude? [MINimum|MAXimum]  
 SOURce<n>:MOD:ASKey:INTernal:RATE <frequency>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:MOD:ASKey:INTernal:RATE? [MINimum|MAXimum]  
 SOURce<n>:MOD:ASKey:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:ASKey:SOURce?  
 SOURce<n>:MOD:ASKey:POLarity POSitive|NEGative SOURce<n>:MOD:ASKey:POLarity?

**FSK**

SOURce<n>:MOD:FSKey:FREQuency <frequency>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:MOD:FSKey:FREQuency? [MINimum|MAXimum]  
 SOURce<n>:MOD:FSKey:INTernal:RATE <frequency>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:MOD:FSKey:INTernal:RATE? [MINimum|MAXimum]  
 SOURce<n>:MOD:FSKey:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:FSKey:SOURce?  
 SOURce<n>:MOD:FSKey:POLarity POSitive|NEGative SOURce<n>:MOD:FSKey:POLarity?

**PSK**

SOURce<n>:MOD:PSKey:PHASe <phase>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:MOD:PSKey:PHASe  
 ? [MINimum|MAXimum] SOURce<n>:MOD:PSKey:INTernal:RATE <frequency>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:MOD:PSKey:INTernal:RATE? [MINimum|MAXimum]  
 SOURce<n>:MOD:PSKey:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:PSKey:SOURce?  
 SOURce<n>:MOD:PSKey:POLarity POSitive|NEGative SOURce<n>:MOD:PSKey:POLarity?

**BPSK**

SOURce<n>:MOD:BPSKey:PHASe <phase>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:MOD:BPSKey:PHASe ? [MINimum|MAXimum]  
 SOURce<n>:MOD:BPSKey:INTernal:RATE <frequency>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:MOD:BPSKey:INTernal:RATE? [MINimum|MAXimum]

**ШИМ**

SOURce<n>:MOD:PWM:DEViation <deviation>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:MOD:PWM:DEViation? [MINimum|MAXimum] SOURce<n>:MOD:PWM:SOURce  
 INTernal|EXTernal SOURce<n>:MOD:PWM:SOURce?  
 SOURce<n>:MOD:PWM:INTernal:FREQuency <frequency>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:MOD:PWM:INTernal:FREQuency? [MINimum|MAXimum]  
 SOURce<n>:MOD:PWM:INTernal:FUNcTION SINusoid|SQUare|RAMP  
 SOURce<n>:MOD:PWM:INTernal:FUNcTION?

**Развертка по частоте**

SOURce<n>:SWEep ON|OFF  
 SOURce<n>:SWEep?  
 SOURce<n>:SWEep:TIME <seconds>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:SWEep:TIME?  
 [MINimum|MAXimum] SOURce<n>:SWEep:HTIME <seconds>|MINimum|MAXimum  
 SOURce<n>:SWEep:HTIME? [MINimum|MAXimum] SOURce<n>:SWEep:RTIME  
 <seconds>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:SWEep:RTIME ?  
 [MINimum|MAXimum] SOURce<n>:SWEep:TRIGger:SOURce INTernal|EXTernal  
 SOURce<n>:SWEep:TRIGger:SOURce?  
 SOURce<n>:SWEep:TRIGger:SLOPe POSitive|NEGative SOURce<n>:SWEep:TRIGger:SLOPe?

SOURce<n>:SWEep:TRIGger

**Пакетный режим** SOURce<n>:BURSt ON|OFF SOURce<n>:BURSt?

SOURce<n>:BURSt:MODE TRIGgered|GATed|INFinity SOURce<n>:BURSt:MODE?

SOURce<n>:BURSt:NCYCles <cycles>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:BURSt:NCYCles?

[MINimum|MAXimum] SOURce<n>:BURSt:GATE:POLarity NORMal|INVerted

SOURce<n>:BURSt:GATE:POLarity?

SOURce<n>:BURSt:TRIGger:SOURce INTernal|EXTernal SOURce<n>:BURSt:TRIGger:SOURce?

SOURce<n>:BURSt:TRIGger:SLOPe POSitive|NEGative SOURce<n>:BURSt:TRIGger:SLOPe?

SOURce<n>:BURSt:TRIGger

### **Хранение состояния**

MEMory:STATe:VALid? USER1|USER2|USER3|USER4|USER5 MEMory:STATe:DELeTe

USER1|USER2|USER3|USER4|USER5

**Массовая память** MMEMory:CATalog? MMEMory:CDIRectory <folder> MMEMory:CDIRectory?

MMEMory:COpy <folder>,<file\_name> MMEMory:DELeTe <file\_name> MMEMory:RDIRectory

<folder> MMEMory:MDIRectory <folder> MMEMory:LOAD:STATe <file\_name>

MMEMory:STORe:STATe <file\_name>

### **Система**

DISPlay:BRIGhtness <brightness>|MINimum|MAXimum DISPlay:BRIGhtness? [MINimum|MAXimum]

DISPlay:SAVer ON|OFF

DISPlay:SAVer ?

**Конфигурация удаленного интерфейса**

SYSTem:BEEPer:STATe ON|OFF

SYSTem:BEEPer

SYSTem:LANGUage ENGLish|SCHinese, SYSTem:LANGUage? SYSTem:KLOCK ON|OFF

SYSTem:KLOCK?

SYSTem:COMMunicate:LAN:GATEway <address> SYSTem:COMMunicate:LAN:GATEway?

SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress <ip\_addr> SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress?

SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASK <mask> SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASK?

SYSTem:COMMunicate:LAN:MAC? SYSTem:ERRor?

SYSTem:ROSCillator:SOURce INTernal|EXTernal SYSTem:ROSCillator:SOURce?

SYSTem:VERSion?

DISPlay:BRIGhtness <brightness>|MINimum|MAXimum DISPlay:BRIGhtness? [MINimum|MAXimum]

DISPlay:SAVer ON|OFF

DISPlay:SAVer ?

**Блокировка фаз**

SOURce<n>:PHASe <phase>|MINimum|MAXimum SOURce<n>:PHASe? [MINimum|MAXimum]

SOURce<n>:PHASe:SYNChronize

**Счетчик**

COUNter ON|OFF COUNter:MEASure?

COUNter:GATEtime UTO|USER1|USER2|USER3|USER4|USER5|USER6

:COUNter:GATEtime?

COUNter:TYPE LFCOUNTER|LFFREQ|HFCOUNTER|HFFREQ

**Калибровка** CALibration:SETup <step> CALibration?

CALibration:VALue <value> CALibration:STORE

**IEEE-488**

\*IDN?

\*RCL

\*SAV

\*RST

\*TRG

\*TST?

**Прочее**

SOURce<n>:MARKer ON|OFF SOURce<n>:MARKer?

SOURce<n>:MARKer:FREQuency <frequency>|MINimum|MAXimum

SOURce<n>:MARKer:FREQuency? [MINimum|MAXimum]

# Приложение В

Модель	HDG 2102B	HDG 2082B	HDG 2062B	HDG 2032B	HDG 2022B	HDG 2012B	HDG 2002B
--------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

## Основные характеристики

Канал	2						
Глубина памяти	64М						
Частота	100 МГц	80 МГц	60 МГц	30 МГц	20 МГц	10 МГц	5 МГц
Частота	200 миллионов замеров в секунду						
Разрешение	16 бит						
Цифровой вывод	Выход 16 канала						

## Частотная характеристика

Стандартные сигналы	Sine, Square, Ramp, Pulse, Noise, Sinc, Exponential Rise, Exponential Fall, ECG, Gauss, Haver Sine, Lorentz, Dual-Tone, DC						
Синус	1 мГц~Макс.						
Прямоугольный	1 мГц~30 МГц				1 мГц~Макс.		
Импульсный	1 мГц~15 МГц					1 мГц~Макс.	
Пилообразный/Треугольный	1 мГц~4 МГц		1 мГц~3 МГц				
Белый шум	100 МГц	80 МГц	60 МГц	30 МГц	20 МГц	10 МГц	5 МГц
Произвольной формы	1 мГц~30 МГц	1 мГц~25 МГц	1 мГц~25 МГц	1 мГц~20 МГц	1 мГц~20 МГц	1 мГц~10 МГц	1 мГц~5 МГц
Разрешение	1 мГц						
Точность	±2ppm, 18~28°C						

## Чистота спектра синусоидального сигнала

Гармонические искажения	Стандартные (0 дБм) DC-1 МГц: <-60 дБн; 1 МГц-10 МГц: <-55 дБн; 10 МГц-100 МГц: <-50 дБн						
Общие гармонические	<0,1% (10 Гц-20 кГц, 0 дБм)						
Паразитный сигнал (негармонический)	Стандартный (0 дБм): ≤10 МГц; <-65 дБн; >10 МГц<-65 дБн+6 дБ/фаза спектра						
Шум фазы	Стандартный (0 дБм, коррекция 10 кГц,) 10 МГц: ≤-115 дБн/Гц						

## Прямоугольный

Время нарастания/спада	<10 нс	<11 нс	<12 нс	<14 нс	<16 нс	<18 нс	<18 нс
Перебор	<3%(100 кГц, 1 В межпик.)						
Скважность	≤10 МГц: 20,0%~80,0%; 10 МГц~40 МГц: 40,0%~60,0%; >40 МГц: 50,0%			8,0%~92,0%			
Асимметрия	1% периода +5 нс						

Дрожание (среднекв.) пс	Стандартное (1 МГц, 1 В межпик., 50 Ом) $\leq 5$ МГц: 2ppm+500 пс; > 5 МГц: 500 пс
----------------------------	--

## Пилообразный

Линейность	$\leq 1\%$ (1 кГц, 1 В межпик.)
Симметрия	0%~100%

## Импульсный

Период	33,33 нс ~ 1 мс	40 нс ~ 1 мс	40 нс ~ 1 мс	50 нс ~ 1 мс	50 нс ~ 1 мс	100 нс ~ 1 мс	200 нс ~ 1 мс
Импульс	$\geq 12$ нс	$\geq 14$ нс	$\geq 14$ нс	$\geq 16$ нс	$\geq 16$ нс	$\geq 18$ нс	$\geq 18$ нс
Время переднего фронта	$\geq 8$ нс	$\geq 9$ нс	$\geq 10$ нс	$\geq 10$ нс	$\geq 11$ нс	$\geq 11$ нс	$\geq 12$ нс
Перебор	<3%(1 В межпик.)						
Дрожание (среднекв.)	Стандартное (1 МГц, 1 В межпик., 50 Ом) $\leq 5$ МГц 2ppm+500 пс > 5 МГц 500 пс						

## Произвольной формы Генератор осциллограммы

Длительность сигнала	64М точка
Вертикальное	16 бит
Частота	200 миллионов замеров в секунду
Время нарастания/спада	Стандартное (1 В межпик.): <6 нс
Дрожание	Стандартное (1 МГц, 1 В межпик., 50 Ом) $\leq 5$ МГц 2ppm+500 пс; > 5 МГц 500 пс

## Амплитудная характеристика

Диапазон амплитуды	$\leq 20$ МГц: 2 мВ межпик.- 20 В межпик.; $\leq 60$ МГц: 2 мВ межпик. -15 В межпик.; $\leq 80$ МГц: 2 мВ межпик.-10 В межпик.; $\leq 90$ МГц: 2 мВ межпик.- 5 В межпик.; $\leq 100$ МГц: 2 мВ межпик. - 2 В межпик.
Точность	Стандартная (синус 1 кГц, отклонение 10В, >10 мВ межпик., авто); $\pm 1\%$ настройки $\pm 2$ мВ межпик.
Равномерность амплитуды	$\leq 10$ МГц: $\pm 0,1$ дБ; $\leq 60$ МГц: $\pm 0,2$ дБ; $\leq 100$ МГц: $\pm 0,4$ дБ
Разрешение	1 мВ или 4 разряда
Сопrotивление	50 Ом

## Характеристика коррекции

Диапазон	$ V_{смещ} < V_{макс} - V_{межпик}/2$
Точность	$\pm(1\%$ настройки + 5 мВ+ 0,5% амплитуды)

## Характеристика модуляции

Тип модуляция	AM, FM, PM, 2ASK, 2FSK, 2PSK, PWM AM
Сигналы несущей	Синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	Внутренний/внешний

Модулирующие сигналы	Синус, прямоугольный, пилообразный, шум, произвольной формы
Частота	1 Гц ~500 кГц
Глубина	0%~120%

## FM

Сигналы несущей	Синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	Внутренний/внешний
Модулирующие сигналы	Синус, прямоугольный, пилообразный, шум, произвольной формы
Частота	1 Гц ~500 кГц
Отклонение частоты	0~360

## PM

Сигналы несущей	Синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	Внутренний/внешний
Модулирующие сигналы	Синус, прямоугольный, пилообразный, шум, произвольной формы
Частота	1 Гц ~500 кГц
Отклонение частоты	0%~120%

## 2ASK

Сигналы несущей	Синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	Внутренний/внешний
Модулирующие сигналы	Прямоугольный со скважностью 50%
Скорость	1 Гц ~500 кГц

## 2FSK

Сигналы несущей	Синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	Внутренний/внешний
Модулирующие сигналы	Прямоугольный со скважностью 50%
Скорость	1 Гц ~500 кГц

## 2PSK

Сигналы несущей	Синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	Внутренний/внешний
Модулирующие сигналы	Прямоугольный со скважностью 50%
Скорость	1 Гц ~500 кГц

## ШИМ

Сигналы несущей	Синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	Внутренний/внешний

Модулирующие сигналы	Синус, прямоугольный, пилообразный, шум, произвольной формы
Скорость	1 Гц ~500 кГц
Отклонение по длительности	от 0% до 100% длительности импульса

## Характеристика пакета

Кол-во пакетов	1~2000000000
Стробированный	Внешний триггер
Источник	Внутренний, внешний или ручной.

## Характеристики развертки

Тип	линейный
Тип Направление	вверх
Время развертки	280 000 с
Время удержания и возврата	280 000 с
Источник	Внутренний, внешний или ручной.
Маркер	Спадающий фронт сигнала синхронизации (программируемый)

## Общие технические характеристики

Интерфейс	USB-хост, USB-устройство, LAN дополнительно
Дисплей	7" 64К цветной TFT-дисплей, 800*480
Напряжение питания	100-120 В перем. тока сренедкв. ( $\pm 10\%$ ), от 45 Гц до 440 Гц, CAT II ; 120-240 перем. тока сренедкв. ( $\pm 10\%$ ), от 45 Гц до 66 Гц, CAT II
Потребление	<60 Вт
Вес	3 кг

Модель	HDG2102C	HDG2072C	HDG2052C	HDG2032C
--------	----------	----------	----------	----------

## Основные характеристики

Длительность	64М			
Полоса пропускания	100 МГц	70 МГц	50 МГц	30 МГц
Частота	1 мГц~100 МГц	1 мГц~70 МГц	1 мГц~50 МГц	1 мГц~30 МГц
Частота	200 миллионов замеров в секунду			
Разрешение	16 бит			
SD-карта	2 В			
Изоляция	Между каналом и землей			

## Частотные характеристики

Сигнал	Sine, Square, Ramp, Pulse, Noise, Sinc, Exponential Fall, ECG, Gauss, Haver Sine, Lorentz, Dual-Tone, DC			
Синус	1 мГц~100 МГц	1 мГц~70 МГц	1 мГц~50 МГц	1 мГц~30 МГц
Прямоугольный	1 мГц~40 МГц	1 мГц~35 МГц	1 мГц~30 МГц	1 мГц~25 МГц

Импульсный	1 мГц~30 МГц	1 мГц~25 МГц	1 мГц~20 МГц	1 мГц~15 МГц
Пилообразный	1 мГц~4 МГц	1 мГц~3 МГц	1 мГц~2 МГц	1 мГц~1 МГц
Белый шум	80 МГц	60 МГц	60 МГц	60 МГц
Гармоника	1 мГц~30 МГц	1 мГц~25 МГц	1 мГц~20 МГц	1 мГц~15 МГц
Произвольной формы	1 мГц~30 МГц	1 мГц~25 МГц	1 мГц~20 МГц	1 мГц~15 МГц
Разрешение	1 мГц			
Точность	±2ppm, 18~28°C			

## Чистота спектра синусоидального сигнала

Гармонические искажения	Стандартные (0 дБм) DC-1 МГц: <-60 дБн; 1 МГц-10 МГц: <-55 дБн; 10 МГц-100 МГц: <-50 дБн
Общие гармонические	<0,1% (10 Гц-20 кГц, 0 дБм)
Паразитный сигнал (негармонический)	Стандартный (0 дБм): ≤10MHz; <-65 дБн; >10 МГц<-65 дБн+6 дБ/фаза спектра
Шум фазы	Стандартный (0 дБм, коррекция 10 кГц,) 10 МГц: ≤-115 дБн/Гц

## Прямоугольный

Время нарастания/спада	<10 нс	<12 нс	<12 нс	<14 нс
Перебор	Стандартное значение (100 кГц, 1 В межпик.)<3%			
Сквжность	≤10 МГц; 20,0%~80,0%; 10 МГц ~40 МГц: 40,0%~60,0%; > 40 МГц: 50,0%			
Асимметрия	1% периода +5 нс			
Дрожание (среднекв.)	Стандартное (1 МГц, 1 В межпик., 50 Ом), ≤5 МГц 2ppm+500 пс; > 5 МГц 500 пс			

## Пилообразный

Линейность	≤1%(Стандартная, 1 кГц, 1 В межпик., симметрия 100%)
Симметрия	0% - 100%

## Импульс

Период	40 нс – 1000000 с	50 нс – 1000000 с	60 нс – 1000000 с	70 нс – 1000000 с
Импульс	≥12 нс	≥14 нс	≥16 нс	≥18 нс
Время переднего/заднего	≥8 нс	≥ 9 нс	≥10 нс	≥11 нс
Перебор	Стандартное (1 В межпик.) <3%			
Дрожание (среднекв.)	Стандартное (1 МГц, 1 В межпик., 50 Ом), ≤5 МГц 2ppm+500 пс; > 5 МГц 500 пс			

## Произвольной формы \

Длительность	64М точка
Вертикальное	16 бит
Частота	200 миллионов замеров в секунду
Время нарастания/спада	Стандартное (1 В межпик.): <6 нс
Дрожание	Стандартное (1 МГц, 1 В межпик., 50 Ом), ≤5 МГц 2ppm+500 пс; > 5 МГц 500 пс

## Амплитудная характеристика

Диапазон амплитуды	$\leq 20$ МГц; 2 мВ межпик.—20 В межпик.; $\leq 60$ МГц: 2 мВ межпик.—15 В межпик.; $\leq 80$ МГц: 2 мВ межпик.—10 В межпик.; $\leq 90$ МГц: 2 мВ межпик.—5 В межпик.; $\leq 100$ МГц: 2 мВ межпик. - 2 В межпик.
Точность	Стандартная (синус 1 кГц, отклонение 10В, >10 мВ межпик., авто); $\pm 1\%$ настройки $\pm 2$ мВ межпик.
Равномерность амплитуды (относительно синусоидального)	$\leq 10$ МГц: $\pm 0,1$ дБ; $\leq 60$ МГц: $\pm 0,2$ дБ; $\leq 100$ МГц: $\pm 0,4$ дБ
Единицы	В межпик.
Разрешение	1 мВ или 4 разряда
Изоляция	<-80 дБ
Сопrotивление	50 Ом (стандартное)

## Характеристика коррекции

Диапазон	$ V_{\text{смещ}} < V_{\text{макс}} - V_{\text{межпик}}/2$
Точность	$\pm(1\% \text{ настройки} + 5 \text{ мВ} + 0,5\% \text{ амплитуды})$

## Характеристика модуляции

Тип модуляции	AM FM PM 2ASK 2FSK 2PSK PWM
AM	
Сигналы несущей	Синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	Внутренний/внешний
Модулирующие сигналы	Синус, прямоугольный, пилообразный, шум, произвольной формы
Частота	1 Гц ~500 кГц
Глубина	0% - 120%
FM	
Сигналы несущей	Синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	Внутренний/внешний
Модулирующие сигналы	Синус, прямоугольный, пилообразный, шум, произвольной формы
Частота	1 Гц ~500 кГц
Отклонение частоты	0~360
PM	
Сигналы несущей	Синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник ФМ	Внутренний/внешний
Модулирующие сигналы ФМ	Синус, прямоугольный, пилообразный, шум, произвольной формы
Частота ФМ	1 Гц ~500 кГц
Фазовое отклонение ФМ	0°~360°

2ASK	
Сигналы несущей	Синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	Внутренний/внешний
Модулирующие сигналы	Прямоугольный со скважностью 50%
Скорость кодирования 2ASK	1 Гц ~500 кГц
2FSK	
Сигналы несущей	Синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	Внутренний/внешний
Модулирующие сигналы	Прямоугольный со скважностью 50%
Скорость кодирования 2FSK	1 Гц ~500 кГц
2PSK	
Сигналы несущей 2PSK	Синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник 2PSK	Внутренний/внешний
Модулирующие сигналы 2PSK	Прямоугольный со скважностью 50%
Скорость кодирования 2PSK	1 Гц ~500 кГц
ШИМ	
Сигналы несущей ШИМ	Синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник ШИМ	Внутренний/внешний
Модулирующие сигналы ШИМ	Синус, прямоугольный, пилообразный, шум, произвольной формы
Частота ШИМ	1 Гц ~500 кГц
Отклонение по длительности ШИМ	от 0% до 100% длительности импульса
<b>Характеристика пакета</b>	
Кол-во пакетов	2000000000
Стробированный	Внешний триггер
Источник	Внутренний, внешний или ручной.
<b>Характеристики развертки</b>	
Направление	вверх
Тип	линейный
Время развертки	280 000 с
Время удержания и возврата	280 000 с
Источник	Внутренний, внешний или ручной.

Маркер	Спадающий фронт сигнала синхронизации) Общие характеристики
Интерфейс	USB-хост, USB-устройство, SD-карта
Дисплей	7" 64K цветной TFT-дисплей, разрешение 800*480
Напряжение питания	100-240 В, от 45 Гц до 440 Гц
Потребление	<60 Вт
Вес	3 кг