

# **RIGOL**

## **Руководство пользователя**

**Генератор функциональный / сигналов  
произвольной формы  
серии DG5000**

**Май 2011 г.**

**RIGOL Technologies, Inc.**



# Гарантии и необходимая к ознакомлению информация

## Авторские права

©2010 Все права «Научно-технической компании «Пуюань Цзиндянь», г. Пекин, защищены.

## Информация о торговой марке

**RIGOL** является зарегистрированной торговой маркой «Научно-технической компании «Пуюань Цзиндянь», г. Пекин.

## Номер документа

UGB07008-1110

## Необходимая к ознакомлению информация

- продукция данной компании защищена патентом КНР;
- данная компания оставляет за собой право на изменение характеристик и стоимости продукции;
- информация, представленная в руководстве, заменяет все ранее издававшиеся материалы
- компания **RIGOL** не несет ответственности при возникновении любого случайного или повторного ущерба, вызванного ошибками, возможно содержащимися в данном руководстве, информацией, представленной в руководстве, и выводами на ее основании, а также использованием настоящего руководства;
- запрещается копирование или редактирование любой части данного руководства без предварительного письменного разрешения компании **RIGOL**.

## Сертификация продукции

Компания **RIGOL** сертифицировала данное изделие по государственному и отраслевому стандартам КНР, стандартам ISO9001:2008 и ISO14001:2004, и в дальнейшем проведет сертификацию на соответствие данного изделия прочим международным стандартам, регламентирующим данную сферу деятельности.

## Контакты нашей компании

Если при использовании данного изделия у Вас возникли какие-либо вопросы или пожелания, Вы можете связаться с компанией **RIGOL** следующим образом:

Горячая линия обслуживания и технической поддержки: 800 810 0002 или 400 620 0002

Адрес сайта: [www.rigol.com](http://www.rigol.com)

# Требования безопасности

## Общие положения техники безопасности

Внимательно изучите нижеперечисленные меры безопасности во избежание получения травм, а также порчи данного изделия или любого другого изделия, соединенного с данным. Во избежание возможной опасности обязательно следуйте регламенту при эксплуатации данного изделия.

### **Использование правильно подобранных силовых кабелей.**

Разрешается использовать только санкционированные соответствующими государственными органами специальные силовые кабели, предназначенные для данного изделия.

### **Заземление изделия.**

Данное изделие заземляется посредством линии защитного заземления кабеля источника питания. Во избежание удара электрическим током перед подключением любых входных или выходных клемм данного изделия обеспечьте надежное соединение клеммы заземления кабеля источника питания данного изделия с клеммой линии защитного заземления.

### **Проверка всех номинальных значений.**

Во избежание возгорания и чрезмерно большого скачка электрического тока необходимо просмотреть все номинальные значения и отметки, нанесенные на изделие. Перед подключением изделия внимательно изучите прилагающееся к нему руководство для получения подробной информации о номинальных значениях.

### **Использование подходящей защиты от превышения напряжения.**

Не допускайте подачи слишком высокого напряжения на данное изделие (например, в результате воздействия электрического разряда молнии). В противном случае возникает опасность получения рабочим персоналом удара электрическим током.

### **Замена предохранителя источника питания.**

В случае необходимости замены предохранителя источника питания, пожалуйста, отправьте устройство на завод компании **RIGOL**, где квалифицированный технический специалист произведет его замену.

### **Запрещается эксплуатация прибора со вскрытой крышкой.**

Не эксплуатируйте данное изделие, если его корпус находится во вскрытом состоянии.

### **Избегайте внешних открытых частей электрического контура.**

После подключения источника питания ни в коем случае не касайтесь внешних открытых разъемов и элементов.

**Запрещается эксплуатация изделия, если есть сомнения в его исправности.**

Если Вы подозреваете, что в данном изделии возникла неисправность, пожалуйста, свяжитесь с уполномоченным компанией **RIGOL** ремонтным персоналом для проведения проверки. Любое техническое обслуживание, регулировка или замена деталей должно проводиться только уполномоченным компанией **RIGOL** ремонтным персоналом.

**Поддерживание надлежащего вентилирования.**

Неудовлетворительная вентиляция приведет к перегреву и поломке измерительного прибора. Во время эксплуатации поддерживайте удовлетворительное вентилирование, регулярно проверяйте состояние вентиляционного отверстия и вентилятора.

**Запрещается эксплуатация во влажной атмосфере.**

Не эксплуатируйте прибор во влажной атмосфере во избежание замыкания внутреннего электрического контура или возникновения опасности поражения электрическим током.

**Запрещается эксплуатация во взрывопожароопасной среде.**

Не эксплуатируйте прибор во взрывопожароопасной среде во избежание его разрушения или причинения физического вреда персоналу.

**Поддерживание поверхностей изделия в чистоте и сухости.**

Поддерживайте поверхности прибора чистыми и сухими во избежание влияния на его характеристики пыли и влаги из воздуха.

**Защита от статического электричества.**

Статическое электричество способно вызвать поломку прибора, поэтому необходимо стараться проводить измерения в зонах, защищенных от статического электричества. Перед подсоединением электрических кабелей к прибору следует осуществить кратковременное заземление их внутренних и внешних проводящих элементов для снятия статического электричества.

**Соблюдение правил безопасной транспортировки.**

Обратите внимание на безопасность транспортировки во избежание поломки кнопок, рукояток и разъемов панели управления прибора вследствие его выскальзывания и падения в процессе транспортировки.

## Термины и символы, связанные с безопасностью

Термины, встречающиеся в данном руководстве. В данном руководстве могут встретиться следующие термины:



### Предупреждение

Предупреждающая пометка означает, что условия и действия могут повлечь за собой угрозу жизни рабочего персонала.



### Внимание

Пометка, призывающая к вниманию, означает, что условия и действия могут повлечь за собой поломку данного изделия или потерю данных.

Термины, встречающиеся на изделии. На изделии могут встретиться следующие термины:

**Опасность.** Означает, что данное действие может немедленно вызвать опасную для Вас ситуацию.

**Предупреждение.** Означает, что данное действие может вызвать потенциально опасную для Вас ситуацию.

**Внимание.** Означает, что данное действие может вызвать поломку настоящего изделия или прочего соединенного с ним оборудования.

Символы, встречающиеся на изделии. На изделии могут встретиться следующие символы:



Высокое напряжение



См. руководство



Клемма защитного заземления



Клемма заземления корпуса



Измерительная клемма заземления

## Чистка и уход

### Уход за прибором

Не устанавливайте прибор на месте, подвергающемся длительному воздействию солнечных лучей.

### Чистка прибора

Необходимо в соответствии с условиями эксплуатации, но регулярно проводить чистку прибора. Способ очистки следующий:

1. Отключить источник питания.
2. Протереть от пыли наружные поверхности прибора, используя влажную, но не мокрую мягкую тряпку (можно использовать щадящие моющие средства или чистую воду). Очищая жидкокристаллический дисплей, будьте внимательны – не поцарапайте прозрачный защитный экран.



#### **Внимание**

Во избежание поломки прибора не позволяйте попадать на него никаким едким жидкостям.

---



#### **Предупреждение**

Во избежание короткого замыкания вследствие наличия влаги и опасности нанесения физического вреда персоналу перед повторной подачей питания убедитесь, что прибор уже высох.

---

## Особые указания, связанные с экологией

Нижеследующий символ означает, что данная продукция отвечает требованиям Евросоюза, выработанным на основании директивы 2002/96/ЕС «Об отходах электрического и электронного оборудования».



### Утилизация оборудования

Некоторые вещества, содержащиеся в данном изделии, возможно, могут нанести вред окружающей среде и организму человека. Во избежание попадания вредных веществ в окружающую среду или нанесения ими ущерба здоровью людей рекомендуется утилизировать данное изделие, используя надлежащие способы. Это позволит большей части материалов быть заново используемыми или переработанными. Для получения связанной с данными процедурами информации обращайтесь в местные компетентные органы.



## Описание прибора DG5000

DG5000 – многофункциональное устройство, включающее в себя следующие функции: генератор функциональных, произвольных, импульсных сигналов, источники IQ основной полосы частот/ центральной частоты, источник скачкообразного изменения частоты, генератор кодовых последовательностей. Серия включает одноканальные и двухканальные модели. Каждый из каналов двухканальных моделей обладают идентичным набором функций, возможно точная настройка отклонения фазы между двумя каналами.

Использование технологии DDS (прямого цифрового синтеза) в устройствах серии DG5000 позволяет обеспечить вывод стабильного, точного, чистого сигнала с минимальными искажениями. Дружелюбный дизайн интерфейса и расположение функциональных клавиш помогают достичь удобства в работе с устройством. Кроме того, широкий набор интерфейсов различных стандартов позволяет осуществлять удаленное управление устройствами, что дает пользователю возможность более широкого их применения.

### Основные характеристики:

- 4,3-дюймовый TFT LCD дисплей, 16 млн. цветов;
- Максимальная частота выхода синусоидального сигнала 350 МГц, 250 МГц или 100 МГц, скорость выборки 1 Гвыб/с, разрядность 14 бит;
- Одно- и двухканальные модели. Двухканальные модели поддерживают спаривание частот и фаз каналов;
- 16+2 цифровых каналов (опционально), а также аналоговый канал, сочетание которых позволяет генерировать широкораспространенные в повседневной практике смешанные сигналы;
- Поддерживает использование внешнего усилителя мощности, настраиваемого через сеть (опционально);
- Поддерживает вывод сигнала со скачкообразным изменением частоты с интервалом до 80 нс и скачкообразное изменение частоты по заданному закону (опционально);
- 14 стандартных волновых функций:
- Синусоида, Меандр, Пила, Импульс, Шум, Sinc, Экспоненциальный подъем, Экспоненциальный спад, Кардиосигнал, Гаусс, Гаверсинус, Лоренц, Двойной тон и Прямой ток;
- Настройка Нарастающего / Спадающего фронтов импульсного сигнала может производиться отдельно;

- Возможно редактировать произвольные сигналы до 512 тыс. точек, поддерживаемая длина сигнала до 128 млн. точек;
- Виды модулированных сигналов: амплитудная модуляция (AM), частотная модуляция (FM), фазовая модуляция (PM), амплитудная манипуляция (ASK), частотная манипуляция (FSK), фазовая манипуляция (PSK), широтно-импульсная модуляция (PWM)
- Поддерживается задаваемая пользователем IQ модуляция векторного сигнала, источников IQ основной полосы частот/ центральной частоты
- Поддерживается частотное свипирование и пакетный сигнал;
- Широкий спектр каналов ввода/вывода: вывод волновых сигналов, вывод сигнала синхронизации, ввод/вывод 10 МГц-вого источника синхросигнала; ввод/вывод сигнала запуска;
- Поддерживается сохранение и использование данных сигналов и состояния устройства, поддержка различных форматов файлов. В стандартной комплектации объем встроенной флэш-памяти: 1 Гб.
- Широкий спектр интерфейсов: USB хост (2 шт.), USB устройство (1 шт.), GPIB (EEE-488.2)(1 шт.), LAN (1 шт.).
- Поддерживается бесперебойное соединение с цифровыми осциллографами RIGOL USB-TMC для загрузки и реконструкции волновых сигналов;
- Поддерживается сохранение данных на флэш-карте формата FAT
- Поддерживается печать на PictBridge-совместимых принтерах
- Имеется отверстие безопасности (против кражи)
- Поддерживается удаленное управление через 10/100М сеть Ethernet
- Соответствует стандарту LXI-C (версия 1.2.)
- Поддержка ввода на китайском и английском языках. Раздел Помощь на китайском и английском языках
- Предоставляется многофункциональное программное обеспечение для ПК для редактирования волновых сигналов.

---

# Краткое содержание

## **Глава 1. Вводная часть**

Описываются передняя и задняя панель устройства, интерфейс пользователя и основные функции, а также вопросы, требующие особого внимания перед первым использованием прибора.

## **Глава 2. Вывод обычного волнового колебания**

Описываются способы вывода обычных волновых сигналов, таких как Синус, Меандр и т.д.

## **Глава 3. Вывод произвольных сигналов**

Описываются способы вывода произвольных волновых сигналов предустановленных параметров и заданных пользователем.

## **Глава 4. Вывод основных модулированных сигналов**

Описываются способы вывода наиболее распространенных модулированных сигналов различных типов, таких как AM, FM, PM и т.д.

## **Глава 5. Вывод IQ модуляции**

Описываются способы вывода IQ модулированного сигнала.

## **Глава 6. Вывод развертки**

Описываются способы вывода свипированного сигнала.

## **Глава 7. Вывод пакетного сигнала**

Описываются способы вывода пакетного сигнала.

## **Глава 8. Вывод сигнала со скачкообразным изменением частоты (опционально)**

Описываются способы вывода сигнала со скачкообразным изменением частоты.

## **Глава 9. Сохранение и использование**

Описываются способы сохранения и использования данных волновых сигналов и состояния устройства.

## **Глава 10. Расширенные функции**

Описываются расширенные функции генератора, включая настройку системных параметров, сохранение и печать формы волнового сигнала, функциональное расширение и настройка портов удаленного управления.

## **Глава 11. Удаленное управление**

Описываются способы управления устройством посредством удаленного управления.

## **Глава 12. Устранение неисправностей**

В настоящей главе перечислены наиболее часто возникающие неисправности и способы их устранения.

## **Глава 13. Технические параметры**

Описываются технические показатели и технические параметры прибора.

## Глава 14. Приложения

Информация о дополнительном оборудовании и принадлежностях, а также другая важная информация.

### Перечень обозначений:

#### 1. Функциональные клавиши:

Функциональная клавиша обозначается в формате «Рамка текста + текст (жирный шрифт)», например: **Sine**

#### 2. Кнопки меню:

Кнопка меню обозначается в формате «Затемнение фона текста + текст (жирный шрифт)», например: **Частота**

#### 3. Порядок операций:

Следующая операция обозначается стрелкой “→”. Например **Sine** → **Частота** обозначает нажатие клавиши **Sine** на передней панели, а затем кнопки **Частота**.

### Примечание к содержанию руководства пользователя

Иллюстрации в настоящем руководстве основаны на моделях двухканального устройства, однако, в описании приводятся функции и рабочие характеристики одноканальных моделей.

Серия DG5000 включает следующий модельный ряд:

Модель	Частота выборки	Ширина полосы частот	Выходной канал	Индекс
DG5101	1 GSa/s	100MHz	1	Нет
DG5102	1 GSa/s	100MHz	2	Нет
DG5251	1 GSa/s	250MHz	1	Нет
DG5252	1 GSa/s	250MHz	2	Нет
DG5351	1 GSa/s	350MHz	1	Нет
DG5352	1 GSa/s	350MHz	2	Нет
DG5071	1 GSa/s	70MHz	1	Нет
DG5072	1 GSa/s	70MHz	2	Нет

# Содержание

<b>Гарантии и необходимая к ознакомлению информация .....</b>	<b>I</b>
<b>Требования безопасности .....</b>	<b>II</b>
Общие положения техники безопасности .....	II
Термины и символы, связанные с безопасностью .....	IV
Чистка и уход .....	V
Особые указания, связанные с экологией.....	VI
<b>Описание прибора DG5000 .....</b>	<b>VII</b>
<b>Краткое содержание .....</b>	<b>IX</b>
<b>Глава 1. Вводная часть .....</b>	<b>1</b>
Общая проверка .....	2
Регулировка рукоятки .....	3
Внешний вид и габариты .....	4
Лицевая панель .....	5
Задняя панель .....	12
Подключение электропитания .....	16
Интерфейс пользователя .....	17
Режим отображения «Параметры» .....	17
Режим отображения «График».....	17
Крепление устройства в стойке .....	19
Перечень деталей .....	19
Инструмент для установки.....	20
Установочные зазоры .....	20
Порядок установки.....	21
Использование замка безопасности .....	24
Использование встроенной справочной функции .....	25
<b>Глава 2. Вывод обычного волнового колебания .....</b>	<b>1</b>
Вывод сигнала Синус .....	2
Вывод сигнала Меандр.....	5
Вывод сигнала Пила .....	6
Вывод сигнала Импульс .....	7
Вывод сигнала Шум .....	10
Симметрирование фаз .....	11

<b>Глава 3. Вывод произвольных сигналов .....</b>	<b>1</b>
Активация функции произвольных сигналов.....	2
Режимы вывода .....	4
Обычный режим .....	4
Режим воспроизведения.....	5
Выбор произвольного сигнала.....	6
Предустановленная форма волны .....	6
Сохраненная форма волны .....	10
Непостоянная форма волны.....	10
Задание нового произвольного сигнала .....	11
Редактирование точек.....	15
Редактирование секций.....	17
Редактирование параметров произвольного сигнала.....	19
<b>Глава 4. Вывод основных модулированных сигналов .....</b>	<b>1</b>
Амплитудная модуляция (АМ) .....	2
Выбор АМ модуляции.....	2
Выбор формы несущей волны.....	2
Настройка частоты несущей волны .....	2
Выбор источника модуляции.....	3
Настройка частоты модулирующей волны .....	4
Настройка глубины модуляции .....	4
Частотная модуляция (FM).....	5
Выбор FM модуляции .....	5
Выбор формы несущей волны.....	5
Настройка частоты несущей волны .....	5
Выбор источника модуляции.....	6
Настройка частоты модулирующей волны .....	7
Настройка отклонения частоты.....	7
Фазовая модуляция (PM).....	8
Выбор PM модуляции .....	8
Выбор формы несущей волны.....	8
Настройка частоты несущей волны .....	8
Выбор источника модуляции.....	9
Настройка частоты модулирующей волны .....	10
Настройка отклонения фазы.....	10
Амплитудная манипуляция (ASK).....	11
Выбор ASK модуляции .....	11

Выбор формы несущей волны .....	11
Настройка амплитуды несущей волны.....	11
Выбор источника модуляции .....	12
Настройка скорости ASK.....	12
Настройка амплитуды модуляции .....	13
Настройка полярности модуляции .....	13
Частотная манипуляция (FSK).....	14
Выбор FSK модуляции .....	14
Выбор формы несущей волны .....	14
Настройка частоты несущей волны.....	14
Выбор источника модуляции .....	15
Настройка скорости FSK.....	15
Настройка скачка по частоте.....	16
Настройка полярности модуляции .....	16
Фазовая манипуляция (PSK).....	17
Выбор PSK модуляции .....	17
Выбор формы несущей волны .....	17
Настройка фазы несущей волны.....	17
Выбор источника модуляции .....	18
Настройка скорости PSK.....	18
Настройка фазы модуляции.....	19
Настройка полярности модуляции .....	19
Широтно-импульсная модуляция (PWM).....	20
Выбор PWM модуляции .....	20
Выбор формы импульсного сигнала.....	20
Настройка ширины импульса и коэффициента заполнения.....	20
Выбор источника модуляции .....	21
Настройка частоты модулирующей волны .....	22
Настройка отклонения ширины импульса/коэффициента заполнения.....	22
<b>Глава 5. Вывод IQ модуляции .....</b>	<b>1</b>
Общие сведения об IQ модуляции .....	2
Выбор IQ модуляции .....	3
Выбор формы несущей волны.....	3
Выбор источника модуляции .....	3
Выбор кодовой последовательности.....	5
Предустановленные PN последовательности.....	5
Предустановленная 4-битная фиксированная кодовая последовательность	5

Устанавливаемая вручную кодовая последовательность.....	6
Настройка скорости передачи.....	8
Построение диаграммы IQ.....	9
<b>Глава 6. Вывод развертки .....</b>	<b>1</b>
Включение функции развертки.....	2
Начальная частота и конечная частота.....	2
Центральная частота и диапазон частот .....	3
Типы развертки .....	4
Линейное свипирование .....	4
Логарифмическое свипирование.....	5
Пошаговое свипирование .....	6
Время развертки.....	7
Время возвращения.....	7
Метка частоты .....	7
Удержание начала.....	8
Удержание окончания .....	8
Источники запуска свипирования .....	9
Вывод запуска свипирования.....	10
<b>Глава 7. Вывод пакетного сигнала .....</b>	<b>1</b>
Включение функции пакетный сигнал.....	2
Типы пакетных сигналов.....	2
Пакетный сигнал – N цикл .....	2
Бесконечный сигнал.....	3
Стробируемый пакетный сигнал.....	4
Фаза пакетного сигнала .....	5
Период пакетного сигнала.....	5
Настройка полярности.....	5
Задержка пакетного сигнала .....	6
Источники сигнала запуска пакетного сигнала.....	6
Вывод сигнала запуска пакетного сигнала .....	7
<b>Глава 8. Вывод сигнала со скачкообразным изменением частоты (опционально).....</b>	<b>1</b>
Общие сведения о скачкообразном изменении частоты.....	2
Активация функции скачкообразного изменения частоты.....	3
Выбор формы несущей волны .....	4
Переключатель скачкообразного изменения частоты.....	4



---

Интервал скачкообразного изменения частоты.....	4
Точка начала .....	5
Режимы отображения .....	5
Загрузка диаграммы.....	6
Редактирование диаграммы .....	7
Список скачкообразного изменения частоты .....	7
Коды скачкообразного изменения частоты .....	9
Сохранение диаграммы перескока частоты.....	11
<b>Глава 9. Сохранение и использование .....</b>	<b>1</b>
Общее описание системы памяти .....	2
Выбор типа файла.....	3
Выбор типа отображения .....	4
Сохранить файл.....	4
Читать файл.....	7
Копировать файл .....	7
Вставить файл .....	8
Удалить файл или папку .....	8
Создать новую папку .....	9
Форматирование локального диска.....	10
Бесперебойное соединение с осциллографом.....	10
<b>Глава 10. Расширенные функции .....</b>	<b>1</b>
Общее описание расширенных функций .....	2
Настройка канала .....	3
Настройки синхронизации .....	3
Полярность синхронизации .....	5
Полярность вывода .....	5
Настройка сопротивления .....	6
Настройка диапазона .....	6
Настройка коэффициента ослабления напряжения .....	7
Активация функции скачкообразного изменения частоты.....	7
Связь каналов .....	8
Копирование параметров канала.....	10
Настройки системы .....	11
Формат чисел.....	11
Выбор языка.....	12
Настройка включения питания .....	12
Восстановление заводских настроек.....	13

Настройки дисплея.....	18
Настройка звукового сигнала .....	19
Настройка заставки экрана .....	19
Настройка источника синхросигнала .....	20
Программируемая клавиша .....	21
Информация о системе.....	22
Печать.....	23
Тестирование и калибровка.....	24
Использование внешнего усилителя (опционально) .....	25
Использование цифрового модуля (опционально).....	29
Настройка протокола.....	32
Настройка кодовой последовательности.....	35
Редактирование данных пользователя.....	36
Настройка длины выходных данных .....	37
Настройка каналов .....	38
Настройка запуска .....	41
Настройка интерфейса удаленного управления .....	42
Настройка адреса GPIB.....	42
Настройка параметров локальной сети (LAN) .....	42
Настройка типа USB устройства.....	47
<b>Глава 11. Удаленное управление .....</b>	<b>1</b>
Управление через USB интерфейс.....	2
Управление через LAN интерфейс .....	4
Управление через GPIB интерфейс .....	6
<b>Глава 12. Устранение неисправностей .....</b>	<b>1</b>
<b>Глава 13. Технические параметры .....</b>	<b>1</b>
<b>Глава 14. Приложения.....</b>	<b>1</b>
Приложение А: дополнительное оборудование и принадлежности .....	1
Приложение В: Технические параметры внешнего усилителя.....	2
Приложение С: Технические параметры цифрового модуля.....	4
Приложение D: Положения гарантийного ремонта.....	7
Приложение E: Вопросы или комментарии к документации .....	8
<b>Алфавитный указатель .....</b>	<b>1</b>

## Глава 1. Вводная часть

Описываются передняя и задняя панель устройства, интерфейс пользователя и основные функции, а также вопросы, требующие особого внимания перед первым использованием прибора.

Содержание главы:

- Общая проверка
- Регулировка рукоятки
- Внешний вид и габариты
- Лицевая панель
- Задняя панель
- Подключение электропитания
- Интерфейс пользователя
- Крепление устройства в стойке
- Использование замка безопасности
- Использование встроенной справочной функции

## Общая проверка

### 1. Проверка транспортировочной упаковки

В случае обнаружения повреждений транспортировочной упаковки сохраняйте упаковку и вибропоглощающий материал до того момента, пока оборудование не пройдет все электрические и механические испытания.

В случае повреждения оборудования во время транспортировки, пожалуйста, свяжитесь с отправителем и перевозчиком для получения компенсации. Компания **RIGOL** не предоставляет в данном случае бесплатного ремонта или замены.

### 2. Проверка устройства

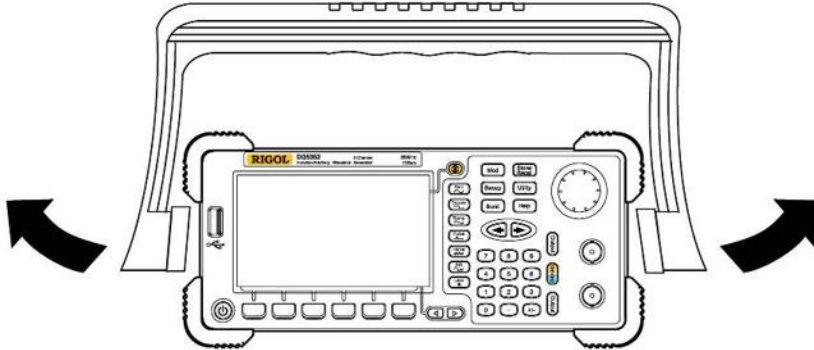
В случае наличия механических повреждений или дефектов, или если оборудование не прошло электрические или механические испытания, пожалуйста, свяжитесь с местным торговым представителем **RIGOL**.

### 3. Проверка аксессуаров

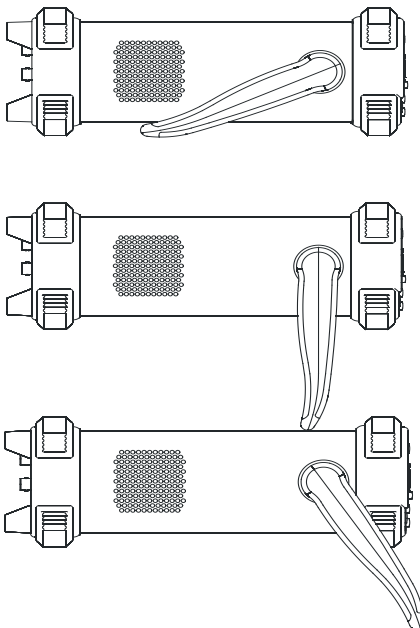
В случае некомплектности аксессуаров или их дефектов, пожалуйста, свяжитесь с местным торговым представителем **RIGOL**.

## Регулировка рукоятки

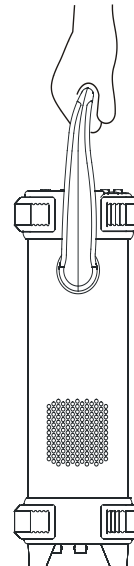
Чтобы отрегулировать рукоятку, возьмите рукоятку с обеих сторон устройства и потяните их по направлению наружу. Затем поверните рукоятку в желаемое положение. Способы регулировки приведены на рисунках ниже.



Регулировка рукоятки

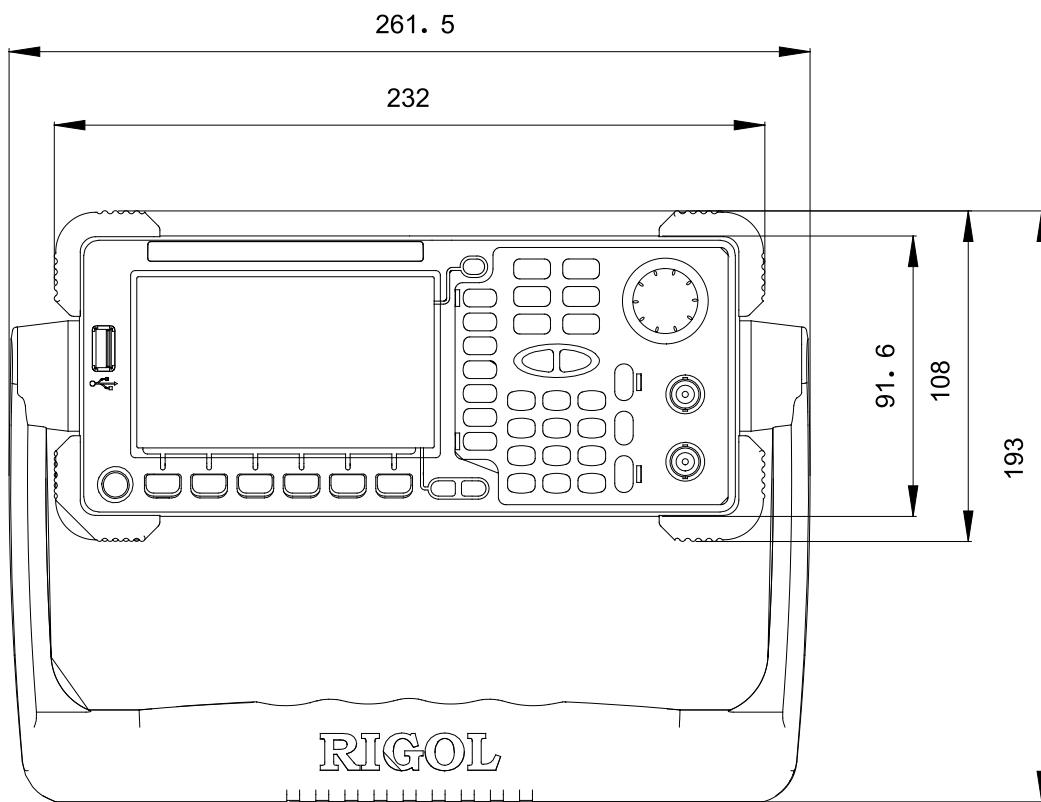


Горизонтальное положение



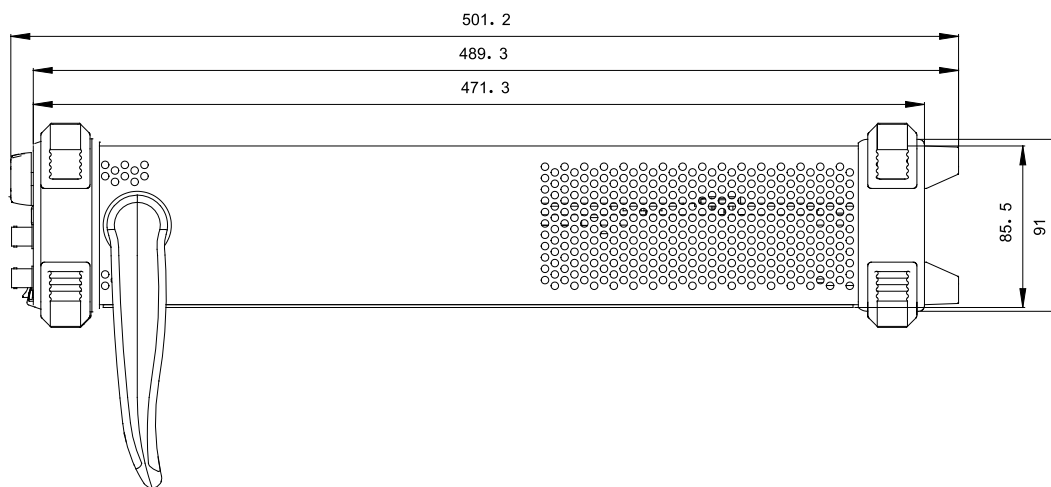
Переносное положение

## Внешний вид и габариты



Вид спереди

Ед. изм.: мм



Вид сбоку

Ед. изм.: мм

## Лицевая панель

В инструкции для описания лицевой панели сигнал-генератора, как пример, используется панель двухканального устройства.

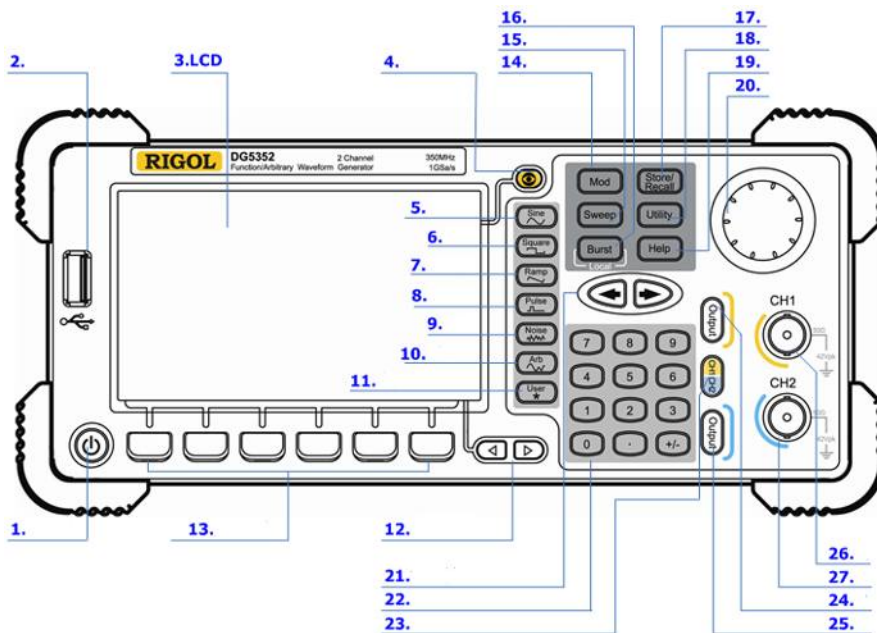


Рис. 1-1 Общий вид лицевой панели двухканального устройства

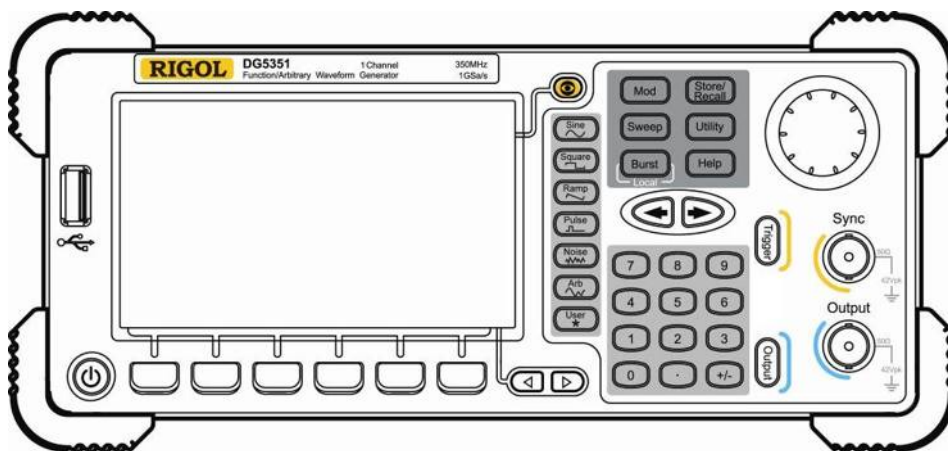


Рис. 1-2 Общий вид лицевой панели одноканального устройства

### 1. Кнопка источника питания

Кнопка источника питания используется для включения или выключения сигнал-генератора.

### 2. Порт USB Host

Поддерживает флэш-карты в формате FAT, Цифровой осциллограф TMC **RIGOL** и усилитель мощности.

- Флэш-карта: считывает файлы с формой и состоянием волны, а также сохраняет текущее состояние устройства и редактирует информацию о форме волны, сохраненную на флэш-карте.
- Цифровой осциллограф TMC: бесперебойно соединяется с осциллографом **RIGOL** стандарта TMC, считывает и сохраняет информацию о форме волны, собранную осциллографом, и отображает ее без искажений.
- Усилитель мощности (опционально): поддерживает усилитель мощности **RIGOL** (например, PA1011). Возможна удаленная настройка через сеть. Усиление сигнала перед выводом.

### 3. LCD дисплей

Цветной TFT LCD дисплей с разрешением 480×272 отображает текущее функциональное меню и настройки параметров, состояние системы, информационные подсказки и прочую информацию.

### 4. Переключатель дисплея

Для двухканальной модели: переключение между Настройками параметров и Графическим отображением.

Для одноканальной модели: не используется.

### 5. Синусоидальные волновые колебания

Генерируются синусоидальные колебания волны в диапазоне частот от 1 мкГц до 350 МГц.

- Когда функция активирована, включается фоновая подсветка клавиши;
- Используется для изменения «Частоты/Периода», «Амплитуды/Высокого уровня», «Отклонения/Низкого уровня» и «Начальной фазы».

### 6. Прямоугольные волновые колебания

Генерируются колебания с прямоугольной формой волны в диапазоне частот от 1 мкГц до 120 МГц с изменяемой частотой заполнения.



- Когда функция активирована, включается фоновая подсветка клавиши;
- Используется для изменения «Частоты/Периода», «Амплитуды/Высокого уровня», «Отклонения/Низкого уровня», «Коэффициента заполнения» и «Начальной фазы».

#### 7. Пилообразные волновые колебания

Генерируются колебания с пилообразной формой волны в диапазоне частот от 1 мкГц до 5 МГц с изменяемой симметричностью.

- Когда функция активирована, включается фоновая подсветка клавиши;
- Используется для изменения «Частоты/Периода», «Амплитуды/Высокого уровня», «Отклонения/Низкого уровня», «Симметричности» и «Начальной фазы».

#### 8. Импульсные волновые колебания

Генерируются колебания с формой волны импульс в диапазоне частот от 1 мкГц до 50 МГц с изменяемой шириной импульса и продолжительностью фронта.

- Когда функция активирована, включается фоновая подсветка клавиши;
- Используется для изменения «Частоты/Периода», «Амплитуды/Высокого уровня», «Отклонения/Низкого уровня», «Ширины импульса/Коэффициента заполнения», «Переднего фронта импульса», «Заднего фронта импульса» и «Задержки».

#### 9. Шумовой сигнал

Генерируется Шум Гаусса частотой 250 МГц.

- Когда функция активирована, включается фоновая подсветка клавиши;
- Используется для изменения «Амплитуды/Высокого уровня» и «Отклонения/Низкого уровня» шумовой волны.

#### 10. Произвольные волновые колебания

Генерирует колебания с пилообразной формой волны в диапазоне частот от 1 мкГц до 50 МГц.

- Предоставляются два режима вывода: «Обычный» и «Воспроизведение»;
- Возможна генерация 10 видов запрограммированных волновых колебаний: напряжение постоянного тока, Sinc, экспоненциальное возрастание, экспоненциальное убывание, кардиосигнал, шумовой сигнал (Гаусса), Гаверсинус, Лоренц, импульс и двойной тон. А также генерация произвольных колебаний с использованием данных с флэш-карты, генерация произвольных колебаний заданных пользователем через сеть онлайн (512 тыс. точек) или

заданных с использованием компьютерного программного обеспечения произвольных колебаний, а затем загруженных на устройство. Поддерживается вывод сигнала до 128 млн. точек.

- Когда функция активирована, включается фоновая подсветка клавиши;
- Используется для изменения «Частоты/Периода», «Амплитуды/Высокого уровня», «Отклонения/Низкого уровня» и «Начальной фазы».

### 11. Программируемая клавиша

Для вызова часто используемого пункта меню, расположенного «глубоко», пользователь может задать программируемую клавишу **Utility**. Далее, во время выполнения любых операций при нажатии программируемой клавиши будет открываться заданный пользователем пункт меню или функция.

### 12. Страница Вперед/Назад

Открытие предыдущей или следующей страницы текущего функционального меню.

### 13. Экранная клавиша

При нажатии любой многофункциональной кнопки открывается соответствующее меню.

### 14. Модуляция

Генерация модулируемых колебаний сигнала. Осуществляется генерация целого спектра широкораспространенных модуляций, а также настраиваемая пользователем IQ модуляция.

- Широкораспространенные модуляции: поддерживаются внутренняя и внешняя модуляции, производится генерация AM, FM, PM, ASK, FSK, PSK и PWM модулированных сигналов.
- Настраиваемая пользователем IQ модуляция: поддерживаются внутренняя и внешняя модуляции, производится генерация IQ модулированного сигнала.

### 15. Свипирование (развертка) частоты

Генерируется свипированный сигнал Синусоидальных, Прямоугольных, Пилообразных волн и Произвольных колебаний (кроме тока постоянного напряжения).

- Поддерживается три типа свипирования: «линейный», «логарифмический» и «пошаговый»;
- Устанавливаются следующие настройки: «Начало удержания», «Окончание

- удержания» и «Время отпускания»;
- Есть функция «Метка»;
- Когда функция активирована, включается фоновая подсветка клавиши.

## 16. Пакетный сигнал

Генерируется пакетный сигнал Синусоидальных, Прямоугольных, Пилообразных волн, Импульсных и Произвольных колебаний (кроме тока постоянного напряжения).

- Поддерживает 3 типа пакетных сигналов: N цикл, бесконечный, стробируемый;
- Сигнал Шум также может использоваться для генерирования пакетных сигналов;
- Когда функция активирована, включается фоновая подсветка клавиши;
- В режиме удаленного управления нажмите эту кнопку для переключения в локальный режим.

## 17. Сохранение / использование

Поддерживаются функции сохранения/использования данных состояния устройства или выбранных пользователем настроек произвольных волновых колебаний.

- Поддерживается система управления файлами для выполнения стандартных операций с ними;
- Установлена энергонезависимая память объемом 1 Гб (диск «C»), также возможно подсоединять две флэш-карты (диск «D» и диск «E»). Кроме того, файлы, находящиеся на флэш-картах, могут быть скопированы на диск «C» для длительного хранения.
- Когда функция активирована, включается фоновая подсветка клавиши;

## 18. Дополнительная функция

С помощью данной клавиши возможно выполнение некоторых расширенных операций, например: настройки системных параметров, сохранение и печать информации о форме волны, расширение функций, управление интерфейсом удаленного управления и т.д.

Когда функция активирована, включается фоновая подсветка клавиши.

## 19. Помощь

Для получения контекстной справочной информации о клавишах лицевой панели или об экранных клавишах меню нажмите и удерживайте эту клавишу, пока не

загорится ее фоновая подсветка, после чего нажмите клавишу, о которой необходимо получить справочную информацию.

## 20. Ручка управления

Используется для увеличения (по часовой стрелки) или уменьшения (против часовой стрелки) отображаемого на дисплее числового показателя. Также может использоваться для выбора места расположения файла или выбора символов на виртуальной клавиатуре при внесении изменений в название файла.

## 21. Стрелки вправо/влево

Используется для изменения значения числового показателя, страницы данных и месторасположения файла.

## 22. Цифровая клавиатура

Включает цифры от 0 до 9, точку десятичной дроби «.» и знаки «+/-». Внимание, при введении отрицательных чисел необходимо сначала выбрать знак «-». Кроме того, точка десятичной дроби «.» также может использоваться для быстрого изменения единиц измерений.

## 23. Переключатель каналов

Для двухканальных устройств: используется для переключения канала.

Для одноканальных устройств: не используется.

## 24. Управление выходом Канала 1 (CH1)

Для двухканальных устройств: управление выводом сигнала Канал 1. Когда функция вывода включена, включается фоновая подсветка клавиши.

Для одноканальных устройств: ручная активация Свипирования (Sweep) и Пакетного сигнала (Burst).

## 25. Управление выходом Канала 2 (CH2)

Для двухканальных устройств: управление выводом сигнала через Канал 2. Когда функция вывода включена, включается фоновая подсветка клавиши.

Для одноканальных устройств: управление выводом сигнала. Когда функция вывода включена, включается фоновая подсветка клавиши;

## 26. Выход Канала 1 (CH1)

Для вывода сигнала используется коннектор BNC.

Для двухканальных устройств: включение или выключение генерирования

волновых сигналов из коннектора [Output], относящегося к CH1. Номинальное сопротивление вывода: 50 Ом.

Для одноканальных устройств: выводит TTL-совместимый импульсный сигнал, синхронизированный с главным выводом. Номинальное сопротивление вывода: 50 Ом.

## 27. Выход Канала 2 (CH2)

Для вывода сигнала используется коннектор BNC. Номинальное сопротивление вывода: 50 Ом.

Для двухканальных устройств: включение или выключение генерирования волновых сигналов из коннектора [Output], относящегося к CH2.

Для одноканальных устройств: сигналы вывода основного канала.



### Внимание

Защита выводящего канала от перенапряжения будет активирована в следующих случаях:

- Если настройки амплитуды устройства более 2 V<sub>pp</sub>, входное напряжение более ±12.1 В (±0.1 В), частота ниже 10 кГц;
- Если настройки амплитуды устройства менее 2 V<sub>pp</sub>, входное напряжение более ±4.8 В (±0.1 В), частота ниже 10 кГц;

В случае включения защиты от перенапряжения на экране появится сообщение: «Защита от перенапряжения, вывод отключен!»

## Задняя панель

В инструкции для описания задней панели сигнал-генератора, как пример, используется панель двухканального устройства.

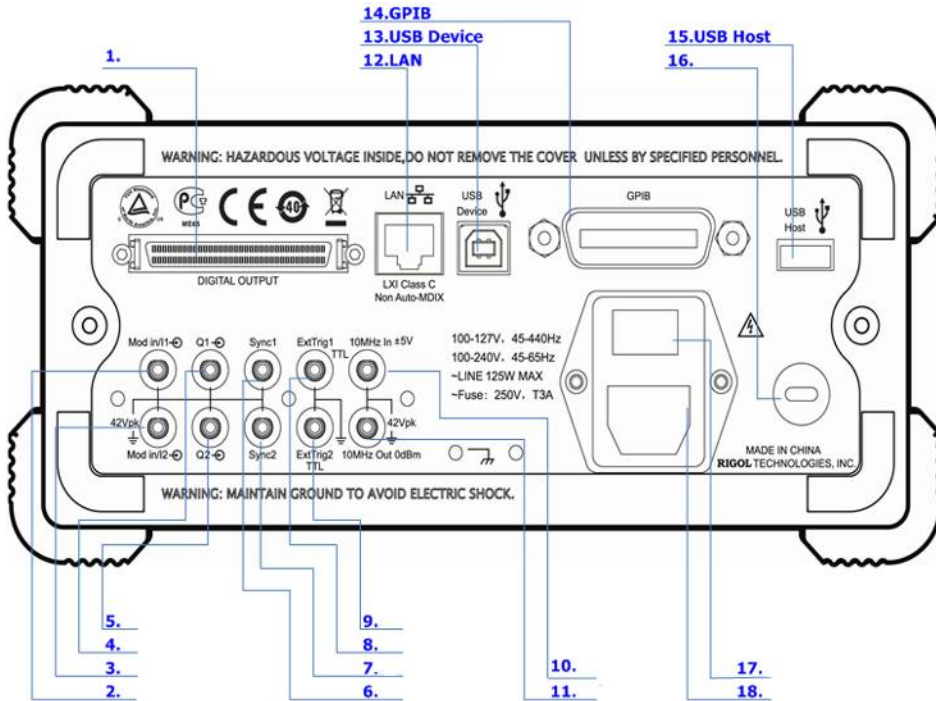


Рис. 1-3 Общий вид задней панели двухканального устройства

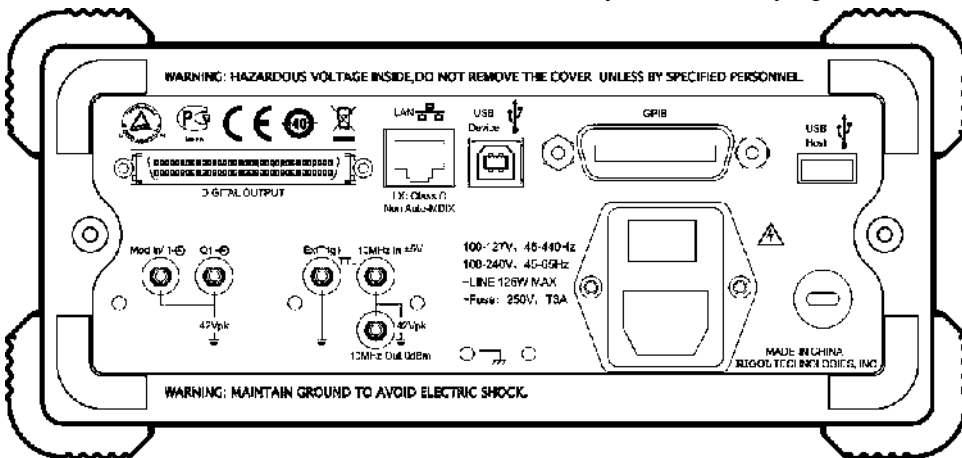


Рис. 1-4 Общий вид задней панели одноканального устройства

**1. Цифровой выход (DIGITAL OUTPUT)**

Для соединения генератора с логическим модулем вывода сигнала DG-POD-A (опционально), затем определенный последовательный цифровой сигнал в генераторе и выходной сигнал через цифровой модуль.

**2. CH1: модуляция/ввод сигнала I (Mod/I1)**

Данный коннектор SMB получает внешний аналоговый модулирующий сигнал или синфазный (I:In-Phase) моделирующий сигнал, используется в модуляции CH1. Номинальное входное сопротивление 10 кОм.

**3. CH2: модуляция/ввод сигнала I (Mod/I2)**

Данный коннектор SMB получает внешний аналоговый моделирующий сигнал или синфазный (I:In-Phase) моделирующий сигнал, используется в модуляции CH2. Номинальное входное сопротивление 10 кОм.

**4. CH1: ввод сигнала Q (Q1)**

Данный коннектор SMB получает внешний аналоговый / со сдвигом по фазе на 90 градусов (Q: Quadrature Phase) модулирующий сигнал, используется в модуляции CH1. Номинальное входное сопротивление 10 кОм.

**5. CH2: ввод сигнала Q (Q2)**

Данный коннектор SMB получает внешний аналоговый / со сдвигом по фазе на 90 градусов (Q: Quadrature Phase) модулирующий сигнал, используется в модуляции CH2. Номинальное входное сопротивление 10 кОм.

**6. CH1: синхронизированный вывод (Sync1)**

Данный коннектор SMB выводит TTL-совместимый импульсный сигнал, синхронизированный с CH1. Номинальное сопротивление источника питания 50 Ом.

**7. CH2: синхронизированный вывод (Sync2)**

Данный коннектор SMB выводит TTL-совместимый импульсный сигнал, синхронизированный с CH2. Номинальное сопротивление источника питания 50 Ом.

**8. CH1: вход внешнего запуска (ExtTrig1)**

Данный коннектор SMB получает TTL-совместимый импульсный сигнал как

вводной сигнал запуска CH1. Также он может быть использован как выводной сигнал запуска Свипирования (Sweep) и Пакетного сигнала (Burst).

#### 9. CH2: вход внешнего запуска (ExtTrig2)

Данный коннектор SMB получает TTL-совместимый импульсный сигнал как вводной сигнал запуска CH2. Также он может быть использован как выводной сигнал запуска Свипирования (Sweep) и Пакетного сигнала (Burst).

#### 10. 11. Вход / Выход 10 МГц (10MHz In/10MHz Out)

Эти два коннектора используются для синхронизации генераторов. [10MHz In] коннектор принимает внешний часовой сигнал 10 МГц, [10MHz Out] коннектор выводит часовой сигнал 10 МГц, сгенерированный кристаллом внутри коннектора.

#### 12. LAN

Через этот интерфейс генератор может быть подключен к локальной сети для осуществления удаленного управления. Данное устройство соответствует стандарту генераторов класса LXI-C, поэтому возможна его интеграция с другими устройствами этого стандарта для создания тестовой системы.

#### 13. Порт USB Device

Через этот интерфейс генератор может быть подключен к принтеру с поддержкой PictBridge для печати информации с дисплея, а также для подключения к ПК, на котором установлено необходимое программное обеспечение для управления генератором.

#### 14. GPIB

Соответствует стандарту IEEE-488.2.

#### 15. Порт USB Host

Смотрите описания **Порта USB Host**.

#### 16. Отверстие для замка безопасности

Используйте замок безопасности (приобретается покупателем отдельно), чтобы безопасно установить генератор на месте стационарного использования.

#### 17. Переключатель источника питания

Подключение или отключение источника питания



**18. Гнездо источника переменного тока**

Устройство может работать с источниками переменного тока двух типов.

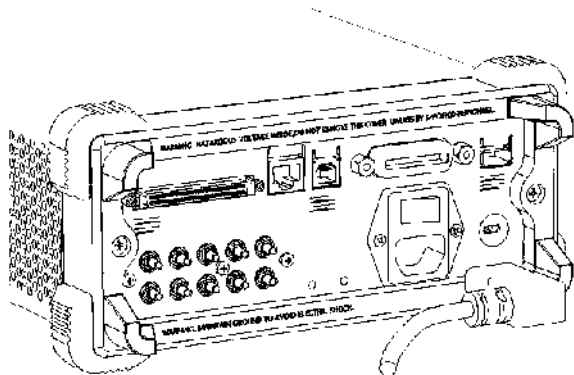
Источник переменного тока: 45-440 Гц, 100-127 В или 45-60 Гц, 100-240 В.

Предохранитель источника питания: 250 В, Т3 А.

Энергопотребление: менее 125 Вт.

## Подключение электропитания

Подсоедините генератор к источнику переменного тока с помощью силового кабеля в комплекте устройства, а затем выполните следующие шаги.



### 1. Включение источника питания генератора

Переведите переключатель источника питания в положение «Включено».



#### **Предупреждение**

Во избежание удара током проверьте, правильно ли прибор правильно заземлен.

### 2. Включение генератора

Нажмите клавишу электропитания на лицевой панели. Прибор запустится и выполнит автоматическую самодиагностику, а затем на экране появится интерфейс пользователя.

## Интерфейс пользователя

Интерфейс DG5000 имеет два режима отображения информации: «Параметры» и «График». В настоящей инструкции пользователя в качестве примера приводится режим отображения «График» двухканального устройства.

### Режим отображения «Параметры»

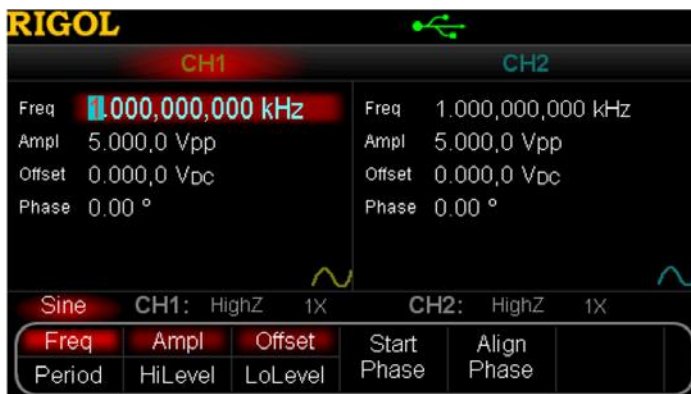



Рис. 1-5 Интерфейс пользователя (режим отображения «Параметры»)

### Режим отображения «График»

Для перехода из режима отображения «Параметры» к режиму отображения «График» нажмите клавишу «Переключение вида» , находящуюся в правом верхнем углу дисплея.

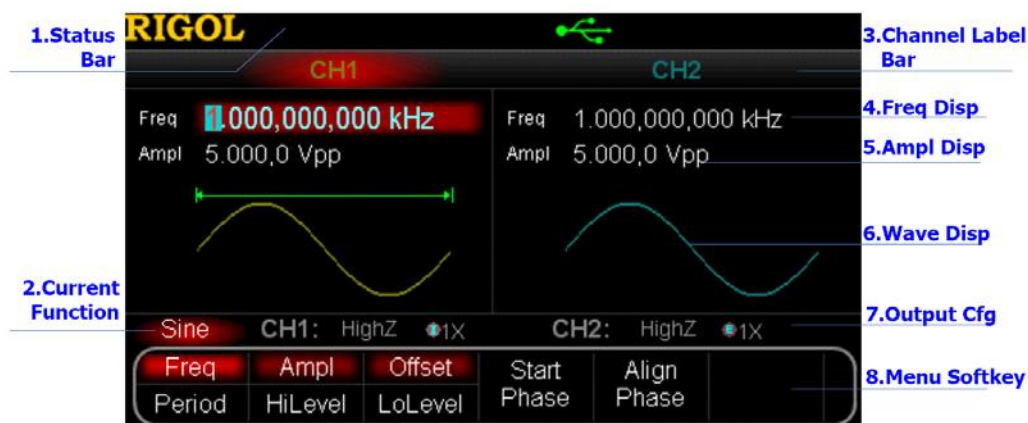



Рис. 1-6 Интерфейс пользователя (режим отображения «График»)

### 1. Строка состояния

Отображается текущее состояние системы. Например, иконка  показывает, что было обнаружено устройство USB.

### 2. Текущая функция

Отображается текущая активная функция. Например, надпись «Sine» показывает, что в настоящее время выбрана функция синуса.

### 3. Строка с наименованием канала

Разделена на две части, которые отображают CH1 и CH2 соответственно. Название выбранного в текущий момент канала подсвечивается светом.

### 4. Показатель частоты

Отображается текущая частота волновых колебаний для каждого канала. Нажмите соответствующую экранную клавишу **Частота**, а затем используйте цифровую клавиатуру или ручку для изменения этого параметра. Цифровое значение, которое может быть изменено в данный момент, будет выделено на дисплее.

### 5. Показатель амплитуды

Отображается текущая амплитуда волновых колебаний для каждого канала. Нажмите соответствующую экранную клавишу **Амплитуда**, а затем используйте цифровую клавиатуру или ручку для изменения этого параметра. Цифровое значение, которое может быть изменено в данный момент, будет выделено на дисплее.

### 6. Показатель формы волнового колебания

Отображается текущая форма волновых колебаний для каждого канала. Форма волновых колебаний выбранного в данный момент канала будет выделена на дисплее.

### 7. Параметры вывода

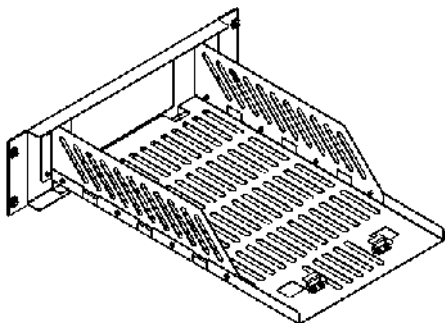
Отображаются текущие параметры вывода сигнала для каждого канала, включая «Выходное сопротивление» и «Коэффициент ослабления напряжения».

### 8. Экранная клавиша

Нажмите одну из кнопок для активации соответствующей функции.

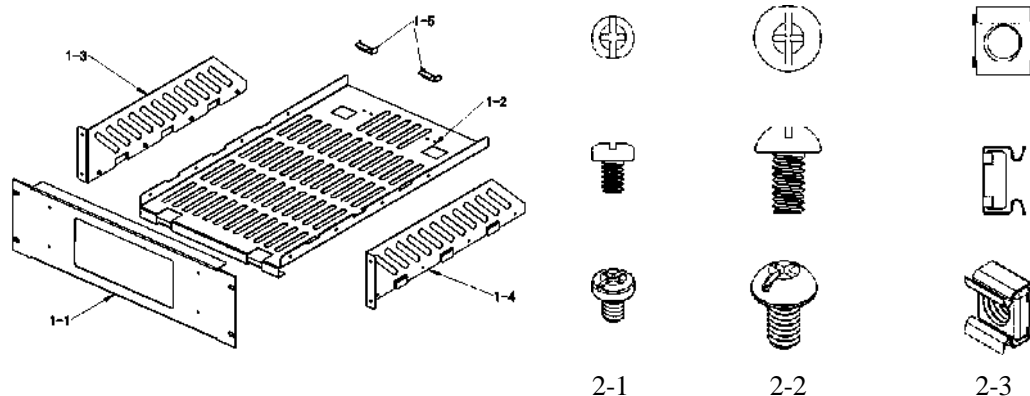
## Крепление устройства в стойке

Данный генератор может быть установлен на стандартной 19-дюймовой стойке. Перед установкой, пожалуйста, снимите противовибрационный материал и рукоятку с устройства.



### Перечень деталей

Номер	Название	Кол-во	Серийный номер	Описание
1-1	Лицевая панель	1	RM-DG-5-01	
1-2	Нижняя панель	1	RM-DG-5-02	
1-3	Левая панель	1	RM-DG-5-03	
1-4	Правая панель	1	RM-DG-5-04	
1-5	Прижимная лапка	2	RM-DG-5-05	
2-1	Винт М4	19	RM-SCREW-01	Винт М4х6 с головкой под плоскую и крестообразную отвертку и механически нарезанной резьбой.
2-2	Винт М6	4	RM-SCREW-02	Винт М6х16 с головкой под плоскую и крестообразную отвертку и механически нарезанной резьбой.
2-3	Гайка М6	4	RM-SCREW-03	Квадратная гайка М6х5 с фиксирующей замковой пластиной и механически нарезанной резьбой.



## Инструмент для установки

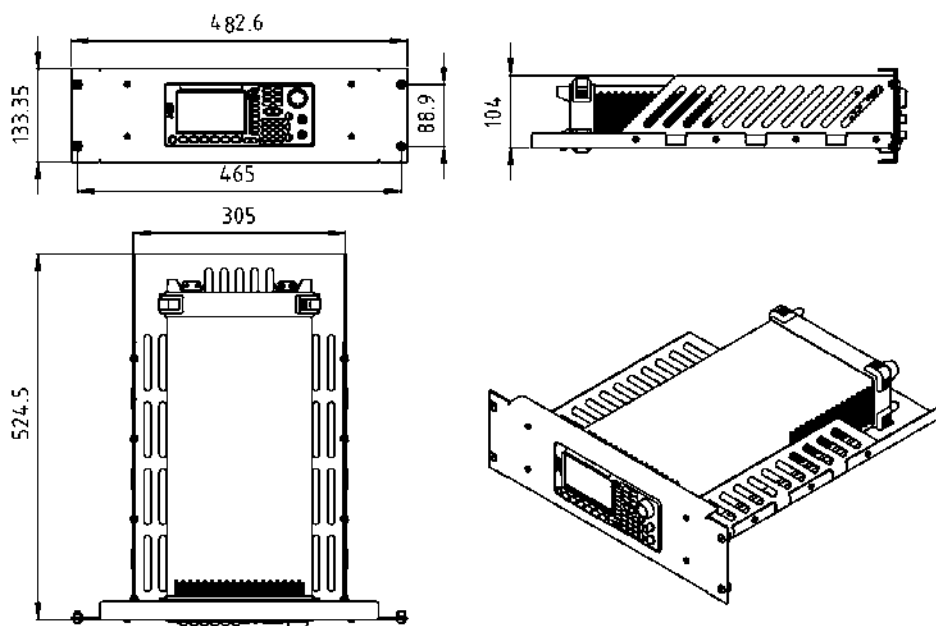
Рекомендуется использование крестообразной отвертки PH2

## Установочные зазоры

При установке генератора на стойку должны выполняться следующие условия:

- Стойка должна быть стандартного 19-дюймового размера;
- Высота стойки должна быть как минимум 133.5 мм (3U);
- Глубина стойки должна быть как минимум 530 мм.

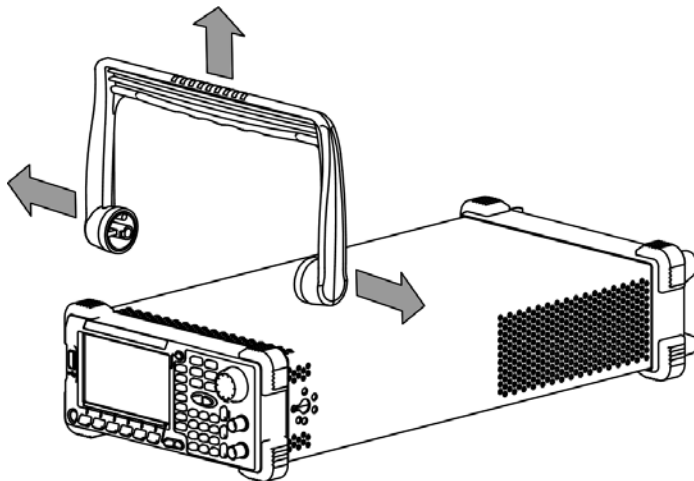
Габариты устройства после установки на стойку указаны ниже:



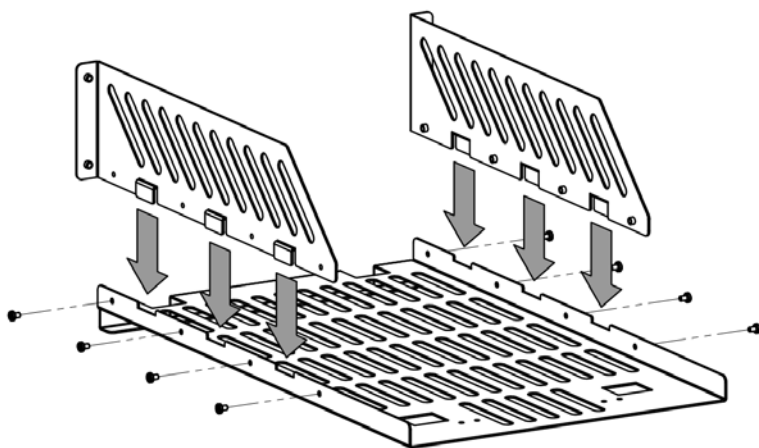
## Порядок установки

Установку может проводить только специально обученный персонал. Неправильная сборка может привести к поломке прибора или невозможности правильной установки прибора в шкаф.

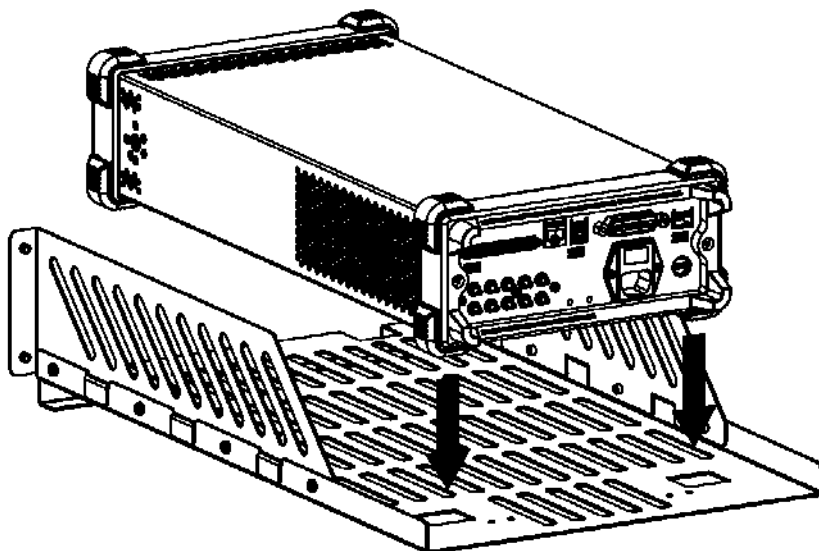
1. Демонтаж рукоятки: возьмите рукоятку с обеих сторон устройства и потяните их по направлению наружу, затем потяните рукоятку вверх.



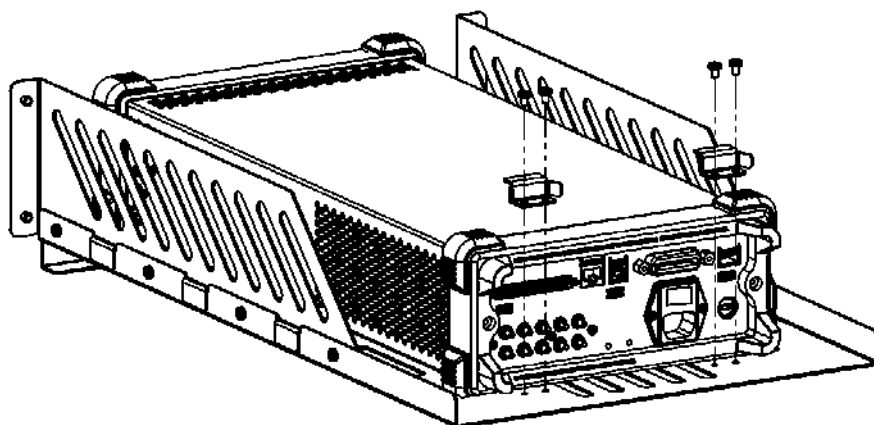
2. Установка боковых панелей: вставьте собачки правой и левой панелей в соответствующие им пазы на нижней панели, а затем закрепите их 8-ю винтами M4.



3. Установка устройства: установите устройство на нижней панели так, чтобы ножки устройства попали в соответствующие им отверстия в нижней панели.

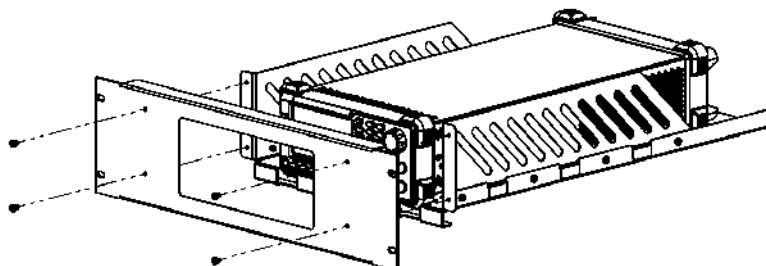


4. Фиксация устройства: с помощью двух прижимных лапок прикрепите устройство плотно к нижней панели, а затем зафиксируйте их с помощью четырех болтов М4.

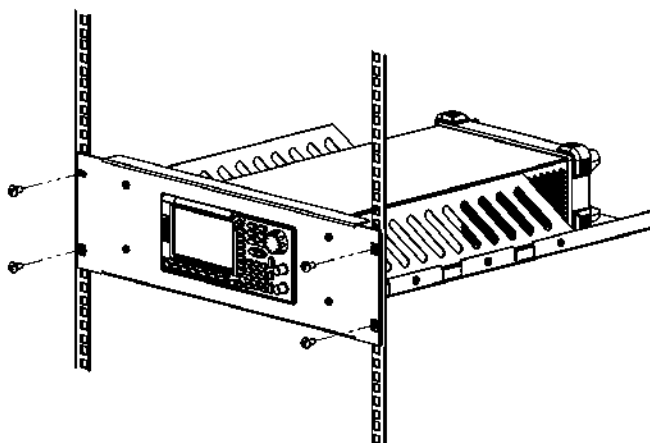




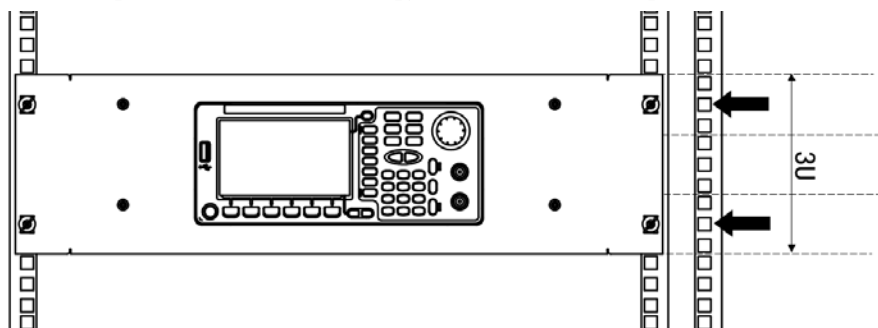
5. Установка передней панели: установите переднюю панель на лицевую часть устройства, а затем зафиксируйте ее четырьмя болтами М4.



6. Установка в шкаф: установите стойку с устройством в 19-дюймовый шкаф, зафиксировав ее четырьмя болтами М6 и четырьмя квадратными гайками М6.

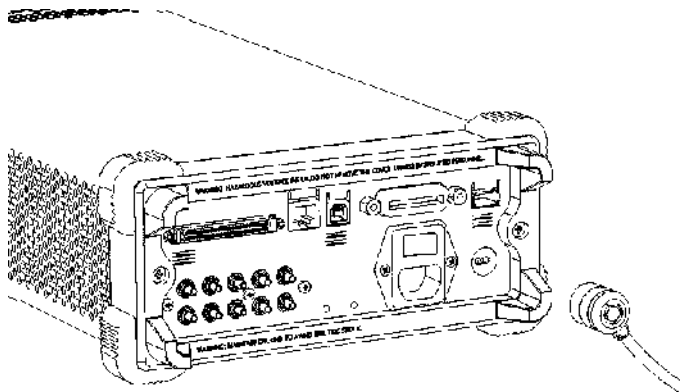


7. Внимание (после установки): устройство по высоте занимает 3U. Точки, на которые указывают стрелки, являются установочными отверстиями. Проверьте, чтобы крепление стойки к шкафу было выполнено правильно.



## Использование замка безопасности

Используйте замок безопасности, чтобы безопасно закрепить устройство в выбранном месте установки. Вставьте замок безопасности в отверстие замка безопасности, как показано на рисунке ниже. Поверните ключ по часовой стрелке, чтобы закрыть замок, затем вытащите ключ из замка.



## Использование встроенной справочной функции

Для получения контекстной справочной информации о клавишах лицевой панели или о софт-клавишах меню нажмите и удерживайте клавишу **Help**, пока не загорится ее фоновая подсветка, после чего нажмите клавишу, о которой необходимо получить справочную информацию. Нажмите клавишу **Help** дважды, чтобы получить справочную информацию по основным вопросам.

1. Просмотреть последнее просмотренное сообщение
2. Просмотреть перечень ошибок команд удаленного управления
3. Получить вспомогательную информацию о клавише
4. Вывод обычного сигнала
5. Вывод произвольного сигнала
6. Вывод модулирующего сигнала
7. Вывод свипирования частоты
8. Вывод пакетного сигнала
9. IQ модуляция
10. Вывод скачкообразного изменения частоты
11. Управление памятью
12. Синхронизация нескольких устройств
13. Бесперебойное соединение с **RIGOL DS**
14. Техническая поддержка **RIGOL**



## Глава 2. Вывод обычного волнового колебания

В настоящей главе описываются способы вывода обычных сигналов, таких как Синус, Меандр (прямоугольной формы) и т.д. Вывод обычных волновых колебаний может производиться как с одного из выбранных каналов, так и с двух каналов одновременно.

Содержание главы:

- Вывод сигнала Синус
- Вывод сигнала Меандр
- Вывод сигнала Пила
- Вывод сигнала Импульс
- Вывод сигнала Шум
- Симметрирование фаз

## Вывод сигнала Синус

Вывод сигнала Синус из CH1 с частотой 20 кГц, амплитудой 2.5 Vpp, отклонением 500 mVDC, начальной фазой 10°.

### 1. Выберите канал

Нажмите клавишу выбора канала **CH1|CH2** и выберите CH1. Наименование канала CH1 после его выбора будет подсвечено фоновой подсветкой.

### 2. Выберите сигнал Синус

Нажмите клавишу **Sine** (Синус), после чего загорится ее подсветка. В нижней части экрана появятся соответствующие пункты меню.

### 3. Задайте значения Частоты и Периода

Нажмите софт-клавишу **Частота/Период**, чтобы выбрать параметр «Частота», затем на цифровой клавиатуре введите число 20. Затем во всплывающем меню выберите единицы измерения – «кГц (kHz)».

- Область допустимых значений параметра «Частота» для сигнала синус от 1 мкГц до 350 МГц.
- Нажмите софт-клавишу **Частота/Период** еще раз, чтобы перейти к настройке параметра «Период».
- Возможен выбор следующих видов единиц измерения для показателя параметра «Частота»: МГц, кГц, Гц, мГц, мкГц.
- Возможен выбор следующих видов единиц измерения для показателя параметра «Период»: сек, мс, мкс, нс.
- Изменение числового показателя параметров также возможно с помощью ручки управления.

### 4. Задайте значение амплитуды

Нажмите софт-клавишу **Амплитуда/Высокий уровень**, чтобы выбрать параметр «Амплитуда», затем на цифровой клавиатуре введите число 2,5. Затем во всплывающем меню выберите единицы измерения – «Vpp».

- Область допустимых значений параметра «Амплитуда» ограничена «Сопротивлением» и «Частотой/Периодом». Подробнее смотрите в «Характеристиках вывода» в «Технических параметрах».
- Амплитуда и Отклонение, Высокий уровень и Низкий уровень – всегда парные показатели. Нажмите софт-клавишу **Амплитуда/Высокий уровень**

еще раз, чтобы перейти к настройке параметра «Высокий уровень».

- Возможен выбор следующих видов единиц измерения для показателя параметра «Амплитуда»:  $V_{pp}$ ,  $mV_{pp}$ ,  $V_{rms}$ ,  $mV_{rms}$ ,  $dBm$  (невысокое сопротивление).
- Возможен выбор следующих видов единиц измерения для показателя параметра «Высокий уровень»: В, мВ.
- Изменение числового показателя параметров также возможно с помощью ручки управления.

#### 5. Задайте значение уровня отклонения напряжения переменного тока

Нажмите софт-клавишу **Отклонение/Низкий уровень**, чтобы выбрать параметр «Отклонение», затем на цифровой клавиатуре введите число 500. Затем во всплывающем меню выберите единицы измерения – « $mV_{DC}$ ».

- Область допустимых значений параметра «Отклонения» ограничена «Сопротивлением» и «Амплитудой/Высоким уровнем». Подробнее смотрите в «Характеристиках вывода» в «Технических параметрах».
- Амплитуда и Отклонение, Высокий уровень и Низкий уровень – всегда парные показатели. Нажмите софт-клавишу **Отклонение/Низкий уровень** еще раз, чтобы перейти к настройке параметра «Низкий уровень»

**Внимание:** Показатель низкого уровня должен быть как минимум на 5 мВ (50 Ом) ниже показателя высокого уровня.

- Возможен выбор следующих видов единиц измерения для показателя параметра «Отклонение»:  $V_{DC}$ ,  $mV_{DC}$ .
- Возможен выбор следующих видов единиц измерения для показателя параметра «Низкий уровень»: В, мВ.
- Изменение числового показателя параметров также возможно с помощью ручки управления.

#### 6. Задайте значение начальной фазы

Нажмите софт-клавишу **Начальная фаза**, затем на цифровой клавиатуре введите число 10. Затем во всплывающем меню выберите единицы измерения – «°».

- Область допустимых значений показателя: от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ ;
- Изменение числового показателя параметров также возможно с помощью ручки управления.

#### 7. Настройка канала

Помимо вышеописанных действий, Вы также можете настроить соответствующие параметры вывода канала и настроить конфигурацию в «**Настройках канала**»

через функции меню **Utility**. Как показано на рисунке ниже, основные параметры вывода канала (**Сопротивление** и **Коэффициент ослабления напряжения**) отражаются в нижней части дисплея.



## 8. Активация вывода

Нажмите клавишу **Output** для CH1, соответствующий световой индикатор покажет, что вывод сигнала из коннектора Вывода [Output] Канала 1 (CH1) был активирован. Как показано на рисунке ниже, разъедините соединение между коннектором Вывода [Output] и внешними устройствами, а затем еще раз нажмите клавишу **Output** для повторной активации вывода сигнала.

### Переключение между единицами измерения

Вы можете быстро переключаться между единицами измерения показателей с помощью лицевой панели. Например, чтобы перевести значение показателя 2 Vpp в единицы измерения Vrms, нажмите клавишу **.** на цифровой панели, а затем выберите показатель Vrms во всплывающем меню. Для сигнала Синус переведенное значение будет составлять 707.1 mVrms. Вы обнаружите, что кроме всего прочего, DG5000 является еще и превосходным «калькулятором».

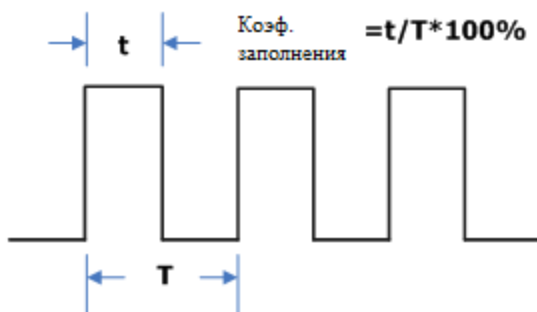


## Вывод сигнала Меандр

Вывод сигнала Меандр (прямоугольной формы) из CH1 с частотой 20 кГц, амплитудой 2.5 V<sub>pp</sub>, коэффициентом заполнения 30%, отклонением 500 mV<sub>DC</sub>, начальной фазой 10°. Для настройки Параметров и Вывода смотрите раздел «Вывод сигнала Синус», настоящий раздел только описывает настройку параметра «Коэффициент заполнения».

### Что такое коэффициент заполнения?

Коэффициент заполнения – это величина, выраженная в процентах, которая показывает, сколько времени длится высокий уровень по отношению к продолжительности одного периода.



### Задайте значение коэффициента заполнения

1. Нажмите клавишу **Square** (меандр) для выбора соответствующего типа волны, после чего зажжется подсветка клавиши. В нижней части экрана появятся соответствующие пункты меню.

2. Нажмите клавишу **Коэффициент заполнения**, чтобы выделить софт-клавишу, и наберите на цифровой клавиатуре число «30», а также выберите единицу измерения «%» во всплывающем меню.

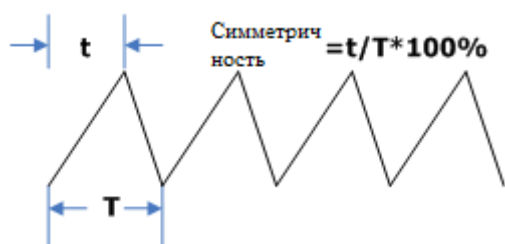
- Область значений параметра «Коэффициент заполнения» ограничена настройками «Частота/Период».
  - Для частоты меньше или равной 10 МГц: от 20% до 80%;
  - Для частоты больше 10 МГц и меньше или равной 40 МГц: от 40% до 60%;
  - Для частоты больше 40 МГц: 50%.
- Изменение числового показателя параметров также возможно с помощью ручки управления.

## Вывод сигнала Пила

Вывод сигнала Пила из CH1 с частотой 20 кГц, амплитудой 2.5 Vpp, отклонением 500 mVDC, симметричностью 80%, начальной фазой 10°. Для настройки Параметров и Вывода смотрите раздел «**Вывод сигнала Синус**». Настоящий раздел только описывает настройку параметра «Симметричность».

### Что такое симметричность?

Симметричность – это величина, выраженная в процентах, которая показывает, какую продолжительность всего периода занимает период подъема.



### Задайте значение симметричности

1. Нажмите клавишу **Ramp** (Пила) для выбора соответствующего типа волны, после чего зажжется подсветка клавиши. В нижней части экрана появятся соответствующие пункты меню.
2. Нажмите клавишу **Симметричность**, чтобы выделить софт-клавишу, и наберите на цифровой клавиатуре число «80», а также выберите единицу измерения «%» во всплывающем меню.
  - Область значения параметра «Симметричность»: от 0% до 100%;
  - Изменение числового показателя параметров также возможно с помощью ручки управления.

## Вывод сигнала Импульс

Вывод сигнала Импульс из CH1 с частотой 20 кГц, амплитудой 2.5 Vpp, отклонением 500 mVDC, шириной импульса 10 мкс (коэффициент заполнения 20%), передним и задним фронтом 50 нс, задержкой 8 мкс. Для настройки Параметров и Вывода смотрите раздел «**Вывод сигнала Синус**». Настоящий раздел только описывает настройку параметров «Ширина импульса/Коэффициент заполнения», «Передний фронт», «Задний фронт», «Задержка», «Задержка восстановления».



### Ширина импульса/Коэффициент заполнения

Ширина импульса/Коэффициент заполнения – это величина, выраженная в процентах, которая означает время между 50% порогом амплитуды переднего фронта и 50% порогом следующей амплитуды заднего фронта.

Нажмите **Pulse** (Импульс) → **Ширина импульса/Коэффициент заполнения**, чтобы выбрать параметр «Ширина импульса», затем на цифровой клавиатуре введите число «10». Затем во всплывающем меню выберите единицы измерения – «мкс».

- Область значений параметра «Ширина импульса» ограничена «**Шириной минимального импульса**» и «**Периодом импульса**».

Минимальная ширина импульса = 4 нс;

Ширина импульса  $\geq$  Ширина минимального импульса;

Ширина импульса  $\leq$  [Период импульса] – [Ширина минимального импульса  $\times$  2]

- Значения параметров «Ширина импульса» и «Коэффициент заполнения» находятся в корреляционной зависимости друг с другом. В случае изменения одного из параметров, другой изменяется автоматически. Нажмите софт-клавишу еще раз, чтобы переключиться на параметр «Коэффициент заполнения» (уже

автоматически установлен на уровне 20%, смотрите «**Настройки коэффициента заполнения**» для задания этого параметра вручную).

Область значений параметра «Коэффициент заполнения» ограничена «**Шириной минимального импульса**» и «**Периодом импульса**».

Коэффициент заполнения  $\geq 100 \times \text{Ширина минимального импульса} \div \text{Период импульса}$

Коэффициент заполнения  $\leq 100 \times (1 - 2 \times \text{Ширина минимального импульса} \div \text{Период импульса})$

- Возможен выбор следующих видов единиц измерения для показателя параметра «Ширина импульса»: сек, мс, мкс, нс.
- Изменение числового показателя параметров также возможно с помощью ручки управления.

## Передний фронт/Задний фронт

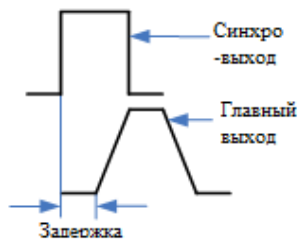
Передний нарастающий фронт – это величина, выражающая продолжительность амплитуды импульса, повышающегося от значения 10% до значения 90%. Задний убывающий фронт – это величина, выражающая продолжительность амплитуды импульса, убывающего от значения 90% до значения 10%.

Нажмите **Pulse** → **Передний фронт** (или **Задний фронт**), чтобы выбрать соответствующий параметр, затем на цифровой клавиатуре введите число «50». Затем во всплывающем меню выберите единицы измерения – «нс (ns)».

- Область значений параметра передний фронт (или задний фронт) ограничена от 2,5 нс до 1 мс.
- Возможен выбор следующих видов единиц измерения для показателя параметра: сек, мс, мкс, нс.
- Изменение числового показателя параметров также возможно с помощью ручки управления.

## Задержка

Задержка – время задержки между главным выходом и синхронизацией выхода.



Нажмите **Pulse** → **Задержка**, чтобы выбрать соответствующий параметр, затем на цифровой клавиатуре введите число «8». Затем во всплывающем меню выберите единицы измерения – «мкс».

- Область значений параметра задержка ограничена от 0 сек. до периода импульса.
- Возможен выбор следующих видов единиц измерения для показателя параметра: сек, мс, мкс, нс.
- Изменение числового показателя параметров также возможно с помощью ручки управления.

### Задержка восстановления

Нажмите **Pulse**, с помощью клавиш **◀ ▶** откройте страницу меню 2/2, нажмите софт-клавишу **Задержка восстановления**, генератор перезапустит вывод сигнала Импульс по истечению указанного времени.

## Вывод сигнала Шум

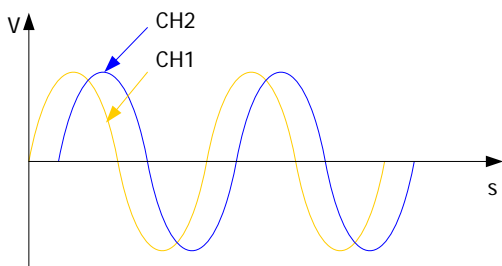
Вывод сигнала Импульс из CH1 с амплитудой 2.5 Vpp, отклонением 500 mVDC. Для настройки Параметров и Вывода смотрите раздел «**Вывод сигнала Синус**».

## Симметрирование фаз

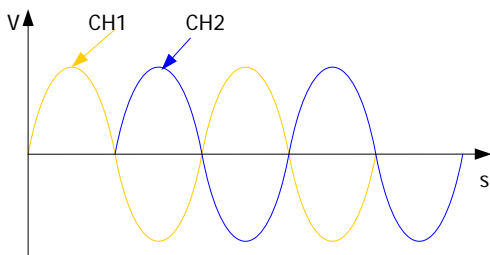
Режим Симметрирование фаз предназначен для работы с двумя каналами. При нажатии soft-клавиши его активации каналы устройства будут перенастроены, после чего генератор будет выводить сигнал с заданными Частотой и Фазой.

Для двух сигналов с одинаковой или кратной друг другу частотой данное действие симметрирует их фазы. Например, если синусоидообразный волновой сигнал (1 кГц, 5 V<sub>pp</sub>, 0°) выводится из CH1, то синусоидообразный волновой сигнал (1 кГц, 5 V<sub>pp</sub>, 180°) выводится из CH2. Используйте осциллограф для визуального отображения двух сигналов, а затем переключите переключатель вывода генератора. Далее Вы заметите, что волновые колебания на осциллографе не всегда имеют различие в фазе в 180°.

Теперь нажмите экранную клавишу **Симметрирование фаз** на генераторе. Волновые колебания двух сигналов на осциллографе будут иметь постоянное различие в фазе в 180° без дополнительной его ручной настройки.



До симметрирования фаз



После симметрирования фаз

**Внимание:** меню **Симметрирование фаз** не активно или отключено, если один из каналов работает в режиме модуляции.





## Глава 3. Вывод произвольных сигналов

В настоящей главе описываются способы вывода произвольных волновых сигналов предустановленных параметров и заданных пользователем. Вывод произвольных волновых сигналов может производиться как с одного из выбранных каналов, так и с двух каналов одновременно.

Содержание главы:

- Активация функции произвольных сигналов
- Режимы вывода
- Выбор произвольного сигнала
- Задание нового произвольного сигнала
- Редактирование параметров произвольного сигнала

## Активация функции произвольных сигналов

Нажмите клавишу **Arb**, чтобы открыть меню управления произвольными сигналами

### 1. Частота/Период (Частота выборки)

Задайте вывод «Частота/Период» произвольного сигнала в режиме «Обычный».

Задайте «Частоту выборки», когда генератор получает образцы данных из внешнего источника в режиме «Воспроизведение».

### 2. Амплитуда/Высокий уровень

Задайте вывод «Амплитуда/Высокий уровень» произвольного сигнала.

### 3. Отклонение/Низкий уровень

Задайте вывод «Отклонение/Низкий уровень» произвольного сигнала.

### 4. Начальная фаза

Задайте вывод «Начальной фазы» произвольного сигнала.

### 5. Симметрирование фаз

Смотрите раздел «Симметрирование фаз».

### 6. Режимы

Выберите режим вывода произвольного сигнала – «Обычный» или «Воспроизведение».

### 7. Выбрать форму волны

Выберите форму произвольного волнового сигнала, одну из запрограммированных внутри генератора или одну из сохраненных на внешнем носителе.

### 8. Сохраненная форма волны

Пользователь может самостоятельно задать форму произвольного волнового сигнала до 512 kpts.

### 9. Редактировать форму волны

Пользователь может редактировать ранее сохраненную форму волны произвольного сигнала.

Для настройки параметров и вывода смотрите раздел «**Вывод сигнала Синус**». Настоящий раздел только описывает настройку параметров «Режим», «Частота выборки», «Выбрать форму волны», «Сохраненная форма волны» и «Редактировать произвольный сигнал».

## Режимы вывода

Нажмите клавишу **Arb** → **Режим**, чтобы выбрать режим вывода произвольного сигнала – «Обычный» или «Воспроизведение».

В «Обычном» режиме для генерации сигнала используется DDS. В таком случае пользователь может изменять шаг фазы выборки через изменение частоты (периода). Однако, частота выборки фиксированная. В случае если необходимо изменить частоту выборки, необходимо перейти в режим «Воспроизведение».

### Обычный режим

В данном режиме возможен вывод сигналов, параметры которых сохранены (предустановлены) в памяти генератора. Эти сигналы пользователь при необходимости может редактировать на устройстве, либо после их редактирования в специальном программном обеспечении на ПК сохранить в памяти устройства. Сигналы, сохраненные на флэш-карте, также могут быть прочитаны и выведены. Диапазон частот вывода составляет от 1 мГц до 50 МГц, фиксированная частота выборки 1G Sa/s, количество точек 16 Mpts.

Как показано на рисунке ниже, нажмите софт-клавишу **Режим**, выберите «Обычный». Затем нажмите **Частота/Период** для изменения частоты вывода.

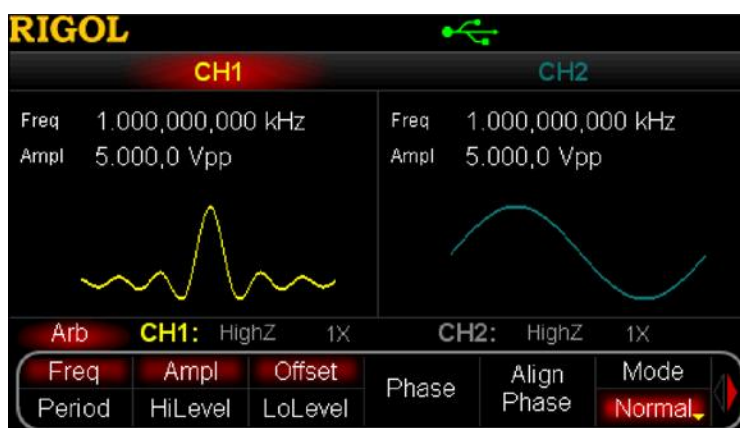


Рис. 3-1 Режим вывода произвольного сигнала «Обычный»

## Режим воспроизведения

Когда «Начальные точки» превысят значение 16 Mpts, генератор автоматически перейдет в режим «Воспроизведение», при котором возможен вывод сигнала до 128 Mpts. В этом режиме пользователь может изменять частоту выборки  $f_s$  через задание коэффициента частотного разделения  $N$ . Функциональное отношение между  $f_s$  и  $N$  описаны ниже:

$$\text{Когда } N \leq 2, f_s = \frac{1G \text{ Sa/s}}{2^N}$$

$$\text{Когда } N > 2, f_s = \frac{1G \text{ Sa/s}}{(N - 2) \times 8}$$

При этом, область значений  $N$ : от 0 до 268435456 ( $2^{28}$ )

Как показано на рисунке ниже, нажмите софт-клавишу **Режим**, выберите «Воспроизведение». В это время софт-клавиша **Частота/Период** поменяется на клавишу **Частота выборки**, которая обозначает коэффициент частотного разделения  $N$ . Задайте числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.

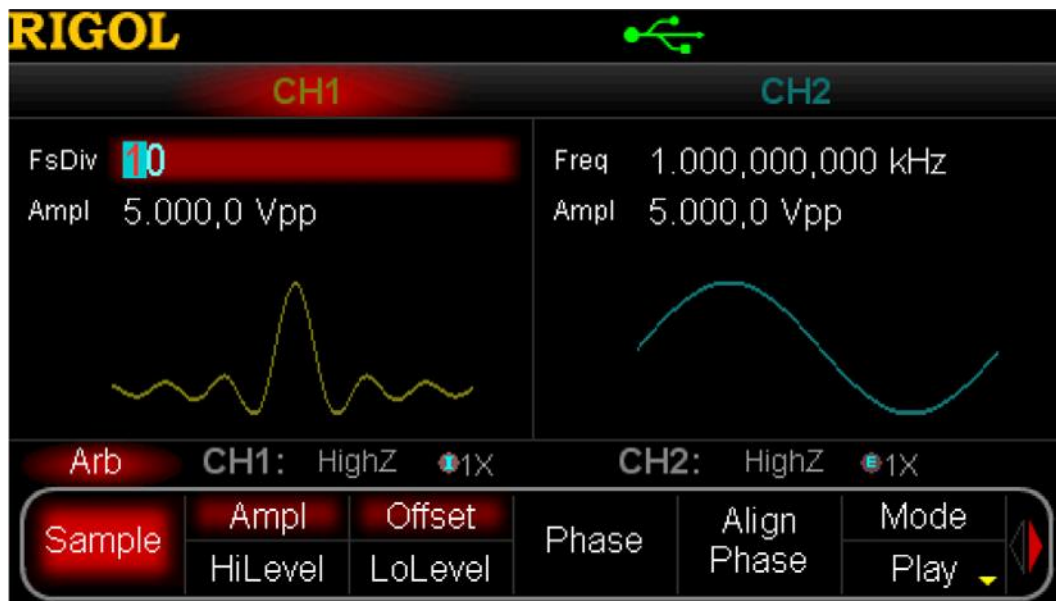


Рис. 3-2 Режим вывода произвольного сигнала «Воспроизведение»

## Выбор произвольного сигнала

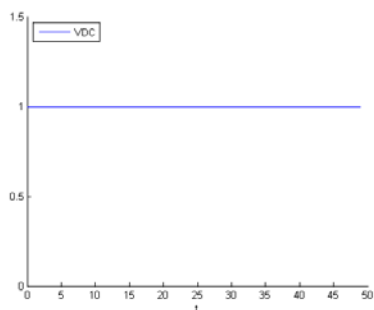
Нажмите клавишу **Arb**, а затем с помощью клавиши **◀ ▶** перейдите на страницу меню 2/2. Далее нажмите софт-клавишу **Выбрать форму волны** и выберите «Предустановленная форма волны», «Сохраненная форма волны» или «Непостоянная форма волны».

### Предустановленная форма волны

В памяти генератора DG5000 предустановлены 10 видов волн произвольных сигналов: Постоянный ток, Sinc, Экспоненциальный подъем, Экспоненциальный спад, Кардиосигнал, Шумовой сигнал (Гаусса), Гаверсинус, Лоренц, Импульс и Двойной тон.

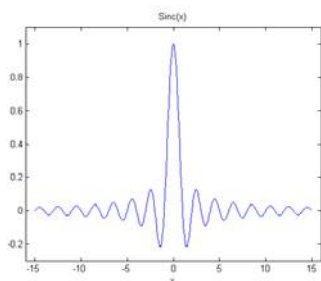
#### Сигнал постоянный ток

Генератор DG5000 может выводить сигнал постоянный ток амплитудой от  $-10$  В до  $10$  В. На рисунке ниже изображена форма его волны.



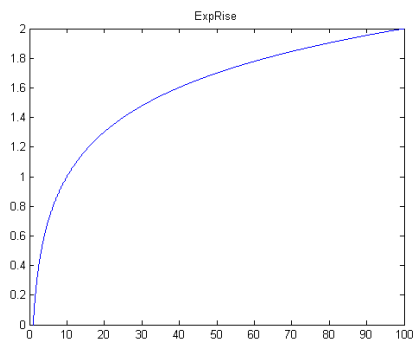
#### Сигнал Sinc

На рисунке ниже изображена форма волны сигнала Sinc.



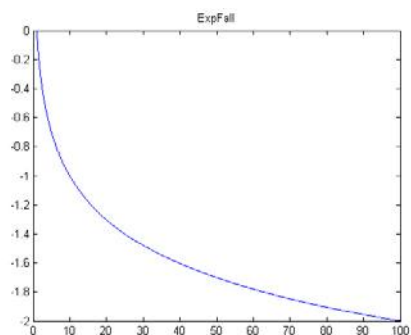
### Сигнал экспоненциальный подъем

На рисунке ниже изображена форма волны сигнала экспоненциальный подъем.



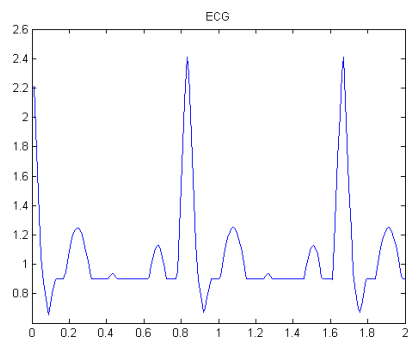
### Сигнал экспоненциальный спад

На рисунке ниже изображена форма волны сигнала экспоненциальный спад



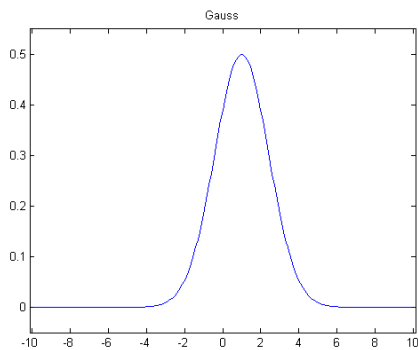
### Кардиосигнал

На рисунке ниже изображена форма волны кардиосигнала



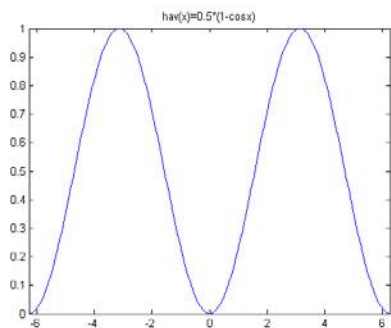
## Шумовой сигнал (Гаусса)

На рисунке ниже изображена форма волны шумового сигнала (Гаусса)



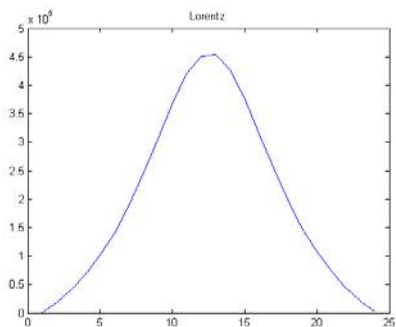
## Сигнал Гаверсинус

На рисунке ниже изображена форма волны сигнала Гаверсинус



## Сигнал Лоренц

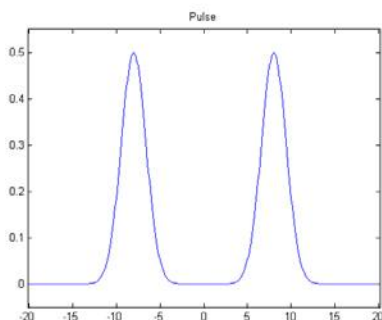
На рисунке ниже изображена форма волны сигнала Лоренц





## Сигнал импульс

На рисунке ниже изображена форма волны сигнала импульс



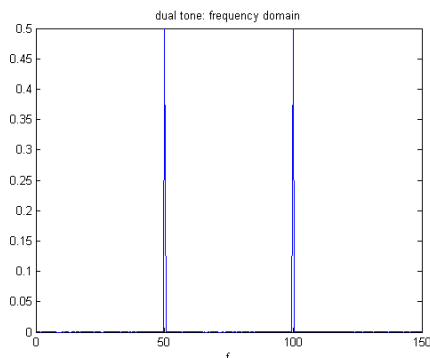
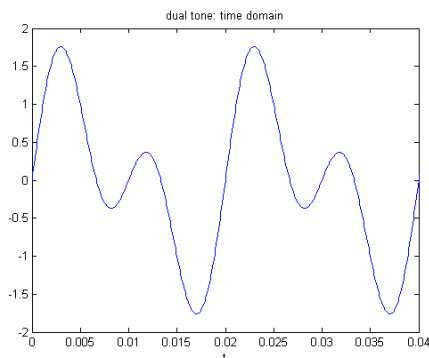
Импульсный сигнал, представленный в примере, может быть задан через следующие параметры: «Ширина импульса/Коэффициент заполнения», «Передний фронт» и «Задний фронт».

- Ширина импульса/Коэффициент заполнения: минимальное значение показателя ширины импульса связано со временем фронта. В минимальном значении показатель может достигать 4 нс, а в максимальном – Период импульса–12 нс. Область значений коэффициента заполнения: от 0% до 100%;
- Передний фронт: область значений от 2.5 нс до 1.9531 кс. Данный показатель связан с периодом импульса, шириной импульса и задним фронтом;
- Задний фронт: область значений от 2.5 нс до 1.9531 кс. Данный показатель связан с периодом импульса, шириной импульса и передним фронтом.

## Сигнал двойной тон

Сигнал двойной тон можно использовать для проверки интермодуляционных искажений (IMD) нелинейного оборудования (например, смеситель или усилитель). Интермодуляционные искажения могут генерироваться в случае, когда входящие сигналы в нелинейное устройство с множественными частотами влияют на соседние каналы или становятся причиной вывода сигнала с другой частотой. Генератор DG5000 позволяет генерировать подобные двойные тоны с тем, чтобы можно было измерить интермодуляционные искажения анализатором спектра. При измерении интермодуляционных искажений, сгенерированных тестируемым устройством, данный сигнал может быть использован как источник измерения.

Рисунки ниже являются оциллограммами двойных тонов, сгенерированных устройством DG5000 – временная область и частотная область соответственно.



## Сохраненная форма волны



Выберите форму волны произвольного сигнала, сохраненную на энергонезависимом запоминающем устройстве (Диск C) или на внешнем запоминающем устройстве (Диск D или Диск E).

Нажмите эту софт-клавишу для перехода в интерфейс, после чего загорится подсветка клавиши **Store/Recall** на лицевой панели. Далее выберите и запустите файл с желаемой формой волны произвольного сигнала. Более подробно читайте в разделе «Сохранение и использование». Параметры формы волны произвольного сигнала, сохраненные на энергонезависимом запоминающем устройстве, будут изменены после того, как файл будет прочитан. Для возвращения в раздел меню настройки произвольных сигналов нажмите клавишу **Arb**.

## Непостоянная форма волны

Выберите параметры произвольного сигнала, сохраненные в энергонезависимом запоминающем устройстве (кратковременной памяти). Внимание, этот пункт меню будет недоступен в случае отсутствия в данный момент в кратковременной памяти параметров произвольного сигнала. Для заполнения кратковременной памяти можно создать новую форму волнового сигнала через пункт «Создать новую» или выбрать один из «Предустановленная форма волны» или «Сохраненная форма волны».

## Задание нового произвольного сигнала

Нажмите клавишу **Arb**, а затем с помощью клавиши   перейдите на страницу меню 2/2. Далее нажмите софт-клавишу **Создать новый произвольный сигнал** для открытия соответствующего меню.

### 1. Цикл циркуляции

Нажмите эту софт-клавишу и задайте числовое значения цикла циркуляции с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений: от 20 нс до 1 Мс. Обратите внимание, что временной показатель последней точки должен быть меньше, чем показатель продолжительности всего периода.

### 2. Предельный высокий уровень электрических сигналов

Нажмите эту софт-клавишу, чтобы задать предельный высокий уровень нового сигнала с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Максимальное значение составляет +5 В (50 Ом), а минимальное значение должно быть меньше предельного высокого уровня и больше в данный момент установленного «Предельного низкого уровня электрических сигналов».

### 3. Предельный низкий уровень электрических сигналов

Нажмите эту софт-клавишу, чтобы задать предельный низкий уровень нового сигнала с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Минимальное значение составляет -5 В (50 Ом), а минимальное значение должно быть больше предельного низкого уровня и меньше в данный момент установленного «Предельного высокого уровня электрических сигналов».

### 4. Начальные точки

Во время создания нового сигнала в редакторе будет создана волна сигнала из двух точек. По умолчанию Точка 1 находится в «0 секунд», а Точка 2 в середине указанного периода цикла. В дополнение к этому напряжение в обеих точках равно заданному показателю предельного низкого уровня электрических сигналов.

Нажмите эту софт-клавишу, чтобы задать начальные точки нового сигнала с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Максимально возможно задать 524 288 точек (512 kpts) произвольного сигнала. В случае если числовые значения начальных точек будут превышать 16 Mpts, система автоматически будет

переведена в режим «Воспроизведение». Если это необходимо, в дальнейшем возможно «**Вставить точку**» или «**Удалить точку**» в создаваемой волне сигнала.

## 5. Интерполирование

Нажмите эту софт-клавишу, чтобы включить/отключить интерполяцию между заданными точками волны сигнала.

- **Отключить интерполирование:** когда интерполирование отключено, редактор волн будет поддерживать постоянный уровень напряжения между точками волны и создаст ступенчатый сигнал.
- **Линейное интерполирование:** редактор волн автоматически соединит две указанные точки прямой линией.
- **Sinc:** редактор волн автоматически соединит две указанные точки сглаженной кривой. Обратите внимание, что по мере возможности электрическое напряжение на редактируемой точке не должно быть равно предельному низкому уровню электрических сигналов и предельному высокому уровню электрических сигналов (т.е. находиться между этих значений), в противном случае это может привести к превышению предельного уровня электрических сигналов в данной точке, а также к искажению кривой.

## 6. Редактирование точек

Задайте форму волны сигнала через установление значений времени и напряжения для каждой точки волны.

Нажмите эту софт-клавишу для перехода в меню «Редактирование точек».

- **Идентификатор точки (ID):** задайте ID редактируемой точки (по умолчанию ID – 1) с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.
- **Время:** задайте временной показатель редактируемой точки с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений ограничена временными показателями соседних точек. Обратите внимание, что временной показатель Точки 1 равен 0 с.
- **Напряжение:** установите значение напряжения в следующих единицах измерения: мВ или В. Область допустимых значений ограничена значениями показателей предельный низкий уровень электрических сигналов и предельный высокий уровень электрических сигналов. Обратите внимание, что для создания непрерывной волны редактор волн автоматически соединит последнюю точку с уровнем напряжения Точки 1.
- **Вставить точку:** вставьте точку между редактируемой в данный момент точкой и следующей редактируемой точкой.
- **Удалить точку:** удалите выбранную точку из волны сигнала и соедините

оставшиеся точки с использованием текущего способа интерполирования. Обратите внимание, что Точка 1 не может быть удалена.

## 7. Редактирование секций

Задайте форму волны сигнала через установление значений времени и напряжения для начальной и конечной точек волны и автоматическое установление значений точек между ними с использованием метода линейного интерполирования. Нажмите софт-клавишу **Интерполирование** и выберите пункт меню «Линейное», затем нажмите эту софт-клавишу, чтобы попасть в меню «Редактирования секций».

- **X1:** задайте точку начала секции (временное значение). Внимание, это значение должно быть меньше временных значений начальных точек, а также меньше или равно временному значению X2;
- **Y1:** задайте напряжение точки начала секции в следующих единицах измерения: мВ или В;
- **X2:** задайте точку конца секции (временное значение). Внимание, это значение должно быть меньше временных значений начальных точек, а также больше или равно временному значению X1;
- **Y1:** задайте напряжение точки конца секции в следующих единицах измерения: мВ или В;
- **Выполнение:** редактирование параметров точек, лежащих между точками начала и конца секции, в соответствии с текущими настройками;
- **Удаление:** удалить возможные для редактирования точки, лежащие между точками X1 и X2, и соединить точки начала и конца секции с использованием текущего способа интерполирования. Обратите внимание, что Точка 1 не может быть удалена.

## 8. Сохранение

Параметры текущей созданной волны произвольного сигнала сохраняются в кратковременной памяти. При создании новой волны сигнала старая волна будет удалена из кратковременной памяти.

Нажмите эту софт-клавишу, чтобы перейти в меню сохранения файлов (см. «Сохранение и использование»). Пользователь может сохранять файлы как во внутренней энергонезависимой памяти устройства (Диск C), так и на внешних запоминающих устройства (Диск D или Диск E).

### Подсказка

Пользователь может сохранить в памяти устройства созданную на ПК с

помощью специального программного обеспечения волну произвольного сигнала следующими способами:

- ✧ С использованием команд SCPI (подробнее см. *«Инструкцию по программированию»* настоящего генератора)

Для волн больше 16 kpts,

:TRACe:DAC16 VOLATILE,<flag>,<len>,<binary\_block\_data>

Для волн меньше 16 kpts,

:TRACe:DAC VOLATILE,<binary\_block\_data>



- ✧ Через меню управления файлами, скопировав с внешнего носителя (Диск D или Диск E) во внутреннюю память (Диск C).

## Редактирование точек

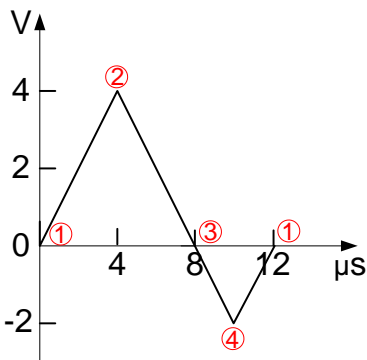
Нижеприведенный пример показывает, как на основе данных параметров построить волну произвольного сигнала с использованием «Редактирования точек».

Параметр	Значение
Период цикла	12 мкс
Предельный высокий уровень эл. сигналов	4 В
Предельный низкий уровень эл. сигналов	-2 В
Интерполирование	Линейное
Точка 1	0 с; 0 В
Точка 2	4 мкс; 4 В
Точка 3	8 мкс; 0 В
Точка 4	10 мкс; -2 В

### Пошаговая инструкция:

1. Нажмите клавишу **Arb**, а затем с помощью клавиши   перейдите на страницу меню 2/2. Далее нажмите софт-клавишу **Создать новый произвольный сигнал** → **Цикл циркуляции**, а затем введите число «12» на цифровой клавиатуре и выберите единицу измерения «мкс (μs)» во всплывающем меню.
2. Нажмите клавишу **Предельный высокий уровень электрических сигналов**, а затем введите число «4» на цифровой клавиатуре и выберите единицу измерения «В (V)» во всплывающем меню.
3. Нажмите клавишу **Предельный низкий уровень электрических сигналов**, а затем введите число «-2» на цифровой клавиатуре и выберите единицу измерения «В (V)» во всплывающем меню.
4. Нажмите клавишу **Начальные точки**, а затем введите число «4» на цифровой клавиатуре и нажмите **Подтвердить**. Внимание, в этот момент появится линия уровня -2 В.
5. Нажмите софт-клавишу **Интерполирование** и выберите пункт «Линейное».
6. Нажмите софт-клавишу **Редактирование точек** для попадания в соответствующее меню.

- 1) Нажмите софт-клавишу **Идентификатор точки**, чтобы задать параметры Точки 1 (время по умолчанию: 0). Нажмите софт-клавишу **Напряжение**, с помощью цифровой клавиатуры введите цифру «0» и выберите единицу измерения «В (V)» во всплывающем меню.
  - 2) Нажмите софт-клавишу **Идентификатор точки** и с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления выберите Точку 2. Затем последовательно нажмите софт-клавиши **Время** и **Напряжение** и введите значения 4 мкс и 4 В соответственно.
  - 3) Задайте параметры Точек 3 и 4 в соответствии с порядком, описанным в Шаге 2.
  - 4) После того, как все точки отредактированы, нажмите софт-клавишу **Подтвердить** и вернитесь по меню на один уровень вверх. Далее нажмите софт-клавишу **Сохранить** для перехода в меню сохранения файлов (см. раздел «**Сохранение и использование**») для сохранения параметров.
7. Волна, полученная в результате редактирования.





**Комментарий:** как это видно на рисунке выше, для создания непрерывной волны редактор волн автоматически соединил конечную точку с уровнем напряжения первой точки.



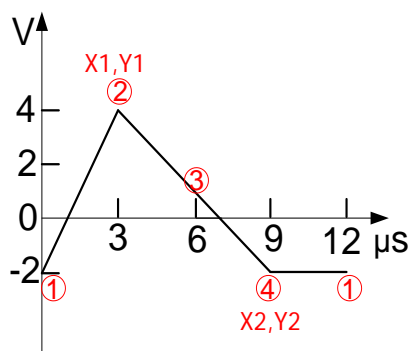
## Редактирование секций

Нижеприведенный пример показывает, как на основе данных параметров построить волну произвольного сигнала с использованием «Редактирования секций».

Параметр	Значение
Период цикла	12 мкс
Предельный высокий уровень эл. сигналов	4 В
Предельный низкий уровень эл. сигналов	-2 В
Интерполирование	Линейное
Точка начала секции	2; 4 В
Точка конца секции	4; -2 В

1. Нажмите клавишу **Arb**, а затем с помощью клавиши   перейдите на страницу меню 2/2. Далее нажмите софт-клавишу **Создать новый произвольный сигнал** → **Цикл циркуляции**, а затем введите число «12» на цифровой клавиатуре и выберите единицу измерения «мкс (μs)» во всплывающем меню.
2. Нажмите клавишу **Предельный высокий уровень электрических сигналов**, а затем введите число «4» на цифровой клавиатуре и выберите единицу измерения «В (V)» во всплывающем меню.
3. Нажмите клавишу **Предельный низкий уровень электрических сигналов**, а затем введите число «-2» на цифровой клавиатуре и выберите единицу измерения «В (V)» во всплывающем меню.
4. Нажмите клавишу **Начальные точки**, а затем введите число «4» на цифровой клавиатуре и нажмите **Подтвердить**. Внимание, в этот момент появится линия уровня -2 В.
5. Нажмите софт-клавишу **Интерполирование** и выберите пункт «Линейное».
6. Нажмите софт-клавишу **Редактирование точек** для попадания в соответствующее меню.
  - 1) Нажмите софт-клавишу **X1** и с помощью цифровой клавиатуры введите цифру «2»; затем нажмите софт-клавишу **Y1** и введите цифру «4», во всплывающем меню выберите единицу измерения «В (V)». Используя вышеописанный порядок, задайте параметры X2 и Y2.



- 2) Нажмите софт-клавишу **Выполнить**, чтобы применить изменения Шага 1. Редактор волн, автоматически используя прямые линии, соединит Точку 1 (уровень -2 В) и Точку 2 (уровень 4 В). Точно также будут соединены Точка 2 и Точка 4, Точка 4 и Точка 1.
  - 3) После того, как все точки отредактированы, нажмите софт-клавишу **Назад**, чтобы вернуться по меню на один уровень вверх. Далее нажмите софт-клавишу **Сохранить** для перехода в меню сохранения файлов (см. раздел «Сохранение и использование») для сохранения параметров.
7. Волна, полученная в результате редактирования.



**Комментарий:** как это видно на рисунке выше, для создания непрерывной волны редактор волн автоматически соединил конечную точку с уровнем напряжения первой точки.

## Редактирование параметров произвольного сигнала

Пользователь может редактировать произвольные волны, сохраненные как в энергонезависимой, так и кратковременной памяти устройства.

Нажмите клавишу **Arb**, а затем с помощью клавиши   перейдите на страницу меню 2/2. Далее нажмите софт-клавишу **Редактировать произвольный сигнал** для открытия соответствующего меню. Обратите внимание, что данное меню содержит такой же набор пунктов, как меню **Создать новый произвольный сигнал**, а также один дополнительный пункт – **«Выбрать форму волны»**. В настоящем разделе приводится описание только пункта **«Выбрать форму волны»**, остальные функции и действия описаны в разделе **«Создание нового произвольного сигнала»**.

Нажмите софт-клавишу **Редактировать произвольный сигнал** → **Выбрать форму волны** и выберите сигнал для редактирования.

### 1. Редактирование предустановленных форм волны

Выберите одну из предустановленных форм волны для редактирования. После редактирования Вы можете сохранить сигнал с измененными параметрами, не стирая при этом оригинальный произвольный сигнал.

### 2. Редактирование сохраненных сигналов

Выберите форму произвольного сигнала, сохраненную на энергонезависимом запоминающем устройстве (Диск С) или на внешнем запоминающем устройстве (Диск D или Диск E), для редактирования. После редактирования Вы можете сохранить сигнал с измененными параметрами, не стирая при этом оригинальный произвольный сигнал.

### 3. Редактирование непостоянной формы волны

Выберите форму произвольного сигнала, сохраненную в кратковременной памяти, для редактирования. После редактирования старые данные будут удалены из памяти и замещены новыми отредактированными данными. Вы также можете сохранить эти данные на энергонезависимый носитель.



## Глава 4. Вывод основных модулированных сигналов

Генератор DG5000 может выводить целый ряд модулированных сигналов различных типов: аналоговая модуляция (AM, FM, PM), цифровая модуляция (ASK, FSK, PSK) и широтно-импульсная модуляция (PWM). В генераторе имеются несколько источников модуляции волновых сигналов, также он получает внешний аналоговый модулирующий сигнал через разъемы [Mod In] или [ExtTrig] на задней панели.

Содержание главы:

- Амплитудная модуляция (AM)
- Частотная модуляция (FM)
- Фазовая модуляция (PM)
- Амплитудная манипуляция (ASK)
- Частотная манипуляция (FSK)
- Фазовая манипуляция (PSK)
- Широтно-импульсная модуляция (PWM)

## Амплитудная модуляция (АМ)

Модулированный сигнал АМ состоит из несущей волны и модулирующей волны. Амплитуда несущей волны изменяется в зависимости от моментального напряжения модулирующей волны.

### Выбор АМ модуляции

Нажмите клавишу **Mod** → **Виды модуляции** → **АМ** для выбора соответствующего вида модуляции.

- Когда **Mod** активирована, режимы **Sweep** и **Burst** автоматически деактивируются (в случае, если перед этим были активированы).
- После активации модуляции устройство начнет генерировать сигнал АМ с заданными параметрами несущей волны и модулирующей волны.

### Выбор формы несущей волны

Форма несущей волны сигнала АМ может иметь форму Синусоида, Меандр, Пила, а также Произвольные колебания. По умолчанию установлена форма волны Синусоида.

- Пожалуйста, нажмите на лицевой панели генератора клавишу **Sine**, **Square**, **Ramp** (или **Arb** → **Выбрать форму волны**) и выберите необходимую форму волны.
- Волны Импульсного сигнала (базовая форма волны), Шумового сигнала и сигнала Постоянного тока не могут использоваться в качестве несущей волны.

### Настройка частоты несущей волны

После выбора формы несущей волны нажмите софт-клавишу **Частота/Период**, чтобы высветилась надпись «Частота», а затем введите необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.

- Синусоида: от 1 мкГц до 350 МГц
- Меандр: от 1 мкГц до 120 МГц
- Пила: от 1 мкГц до 5 МГц
- Произвольные колебания: от 1 мкГц до 50 МГц

## Выбор источника модуляции

Нажмите **Mod** → **Источник сигнала** и выберите «внутренний» или «внешний» источник модуляции.

### 1. Внутренний источник модуляции

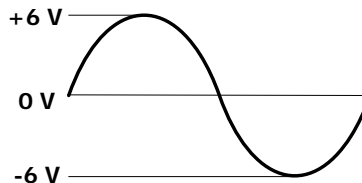
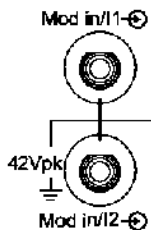
После выбора внутреннего источника модуляции нажмите софт-клавишу **Форма модулирующей волны** и выберите необходимую форму из следующих Синусоида Sine, Меандр Square, Треугольная Triangle, Пила (вверх) UpRamp, Пила (вниз) DnRamp, Шум Noise или Произвольные колебания Arb. По умолчанию установлен параметр – Синусоида.

- Меандр: Коэффициент заполнения 50%.
- Треугольник: Симметричность 50%.
- Пила (вверх): Симметричность 100%.
- Пила (вниз): Симметричность 0%.
- Произвольные колебания: когда выбрана данная форма волновых колебаний, генератор автоматически ограничивает ее длину до 2 kpts через выборку.

Внимание, сигнал Шум может использоваться как модулирующая волна, но не как несущая волна.

### 2. Внешний источник модуляции

После выбора режима «Внешний источник модуляции» софт-клавиша **Форма модулирующей волны** и доступ в соответствующее меню будут деактивированы. Генератор получает внешний модулирующий сигнал через коннектор [Mod In] на задней панели. Амплитуда АМ модуляции сигнала контролируется коннектором в пределах значений  $\pm 6$  В.



## Настройка частоты модулирующей волны

После выбора внутреннего источника модуляции нажмите софт-клавишу **Частота модуляции** для перехода к настройке соответствующего параметра.

- Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления;
- Область допустимых значений: от 2 МГц до 50 кГц. По умолчанию установлено значение 100 Гц.

Обратите внимание, что это меню будет деактивировано при подключении внешнего источника модуляции.

## Настройка глубины модуляции

Глубина модуляции – степень (в процентном выражении) амплитудных колебаний волнового сигнала. Глубина АМ модуляции может принимать значения от 0% до 120%. Нажмите софт-клавишу **Глубина модуляции** для настройки этого параметра.

- Когда глубина модуляции составляет 0%, выходная амплитуда сигнала составляет половину от указанной величины;
- Когда глубина модуляции составляет 100%, выходная амплитуда сигнала полностью соответствует указанной величине;
- Когда глубина модуляции превышает 100%, вывод генератора не превысит 10 Vpp (при нагрузке 50 Ом).

При выборе внешнего источника модуляции амплитуда АМ модуляции также контролируется в пределах значений  $\pm 6$  В [Mod In] коннектором на задней панели устройства. Например, при глубине модуляции 100%, амплитуда сигнала на выходе достигает максимума, если уровень модулирующего сигнала составляет +6 В, и минимума – когда уровень модулирующего сигнала составляет -6 В.



## Частотная модуляция (FM)

Модулированный сигнал FM (частотная модуляция) состоит из несущей волны и модулирующей волны. Частота несущей волны изменяется в зависимости от моментального напряжения модулирующей волны.

### Выбор FM модуляции

Нажмите клавишу **Mod** → **Виды модуляции** → **FM** для выбора соответствующего вида модуляции.

- Когда **Mod** активирована, режимы **Sweep** и **Burst** автоматически деактивируются (в случае, если перед этим были активированы).
- После активации модуляции устройство начнет генерировать сигнал FM с заданными параметрами несущей волны и модулирующей волны.

### Выбор формы несущей волны

Форма несущей волны сигнала FM может иметь форму Синусоида, Меандр, Пила, а также Произвольные колебания. По умолчанию установлена форма волны Синусоида.

- Пожалуйста, нажмите на лицевой панели генератора клавишу **Sine**, **Square**, **Ramp** (или **Arb** → **Выбрать форму волны**) и выберите необходимую форму волны.
- Волны Импульсного сигнала (базовая форма волны), Шумового сигнала и сигнала Постоянного тока не могут использоваться в качестве несущей волны.

### Настройка частоты несущей волны

После выбора формы несущей волны нажмите софт-клавишу **Частота/Период**, чтобы высветилась надпись «Частота», а затем введите необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.

- Синусоида: от 1 мкГц до 350 МГц
- Меандр: от 1 мкГц до 120 МГц
- Пила: от 1 мкГц до 5 МГц
- Произвольные колебания: от 1 мкГц до 50 МГц

## Выбор источника модуляции

Нажмите **Mod** → **Источник сигнала** и выберите «внутренний» или «внешний» источник модуляции.

### 1. Внутренний источник модуляции

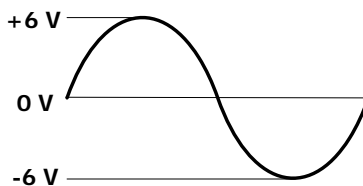
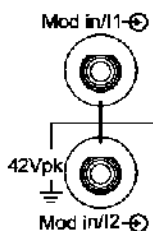
После выбора внутреннего источника модуляции нажмите софт-клавишу **Форма модулирующей волны** и выберите необходимую форму из следующих Синусоида, Меандр, Треугольная, Пила (вверх), Пила (вниз), Шум или Произвольные колебания. По умолчанию установлен параметр – Синусоида.

- Меандр: Коэффициент заполнения 50%.
- Треугольник: Симметричность 50%.
- Пила (вверх): Симметричность 100%.
- Пила (вниз): Симметричность 0%.
- Произвольные колебания: когда выбрана данная форма волновых колебаний, генератор автоматически ограничивает ее длину до 2kpts через выборку

Внимание, сигнал Шум может использоваться как модулирующая волна, но не как несущая волна.

### 2. Внешний источник модуляции

После выбора режима «Внешний источник модуляции» софт-клавиша **Форма модулирующей волны** и доступ в соответствующее меню будут деактивированы. Генератор получает внешний модулирующий сигнал через коннектор [Mod In] на задней панели. “Отклонение частоты” сигнала контролируется коннектором в пределах значений  $\pm 6$  В.



## Настройка частоты модулирующей волны

После выбора внутреннего источника модуляции нажмите софт-клавишу **Частота модуляции** для перехода к настройке соответствующего параметра.

- Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления;
- Область допустимых значений: от 2 мГц до 50 кГц. По умолчанию установлено значение 100 Гц.

Обратите внимание, что это меню будет деактивировано при подключении внешнего источника модуляции.

## Настройка отклонения частоты

Нажмите софт-клавишу **Отклонение частоты**, чтобы задать отклонение частоты модулирующей волны относительно частоты несущей волны.

- Отклонение частоты должно быть меньше или равно частоте несущей волны.
- Сумма числовых значений Отклонения частоты и Частоты несущей волны должна быть меньше или равна сумме верхнего предела частоты настоящей несущей волны и 1 кГц.

При выборе внешнего источника модуляции отклонение частоты контролируется в пределах значений  $\pm 6$  В [Mod In] коннектором на задней панели устройства. Например, если показатель отклонения частоты установлен как 1 кГц, уровень сигнала +6 В реагирует на изменение частоты в 1 кГц. Более низкий уровень внешнего сигнала генерирует меньшие отклонения, а отрицательный уровень сигнала понизит частоту до уровня более низкого, чем частота несущей волны.

## Фазовая модуляция (PM)

Модулированный сигнал PM (фазовая модуляция) состоит из несущей волны и модулирующей волны. Фаза несущей волны изменяется в зависимости от моментального напряжения модулирующей волны.

### Выбор PM модуляции

Нажмите клавишу **Mod** → **Виды модуляции** → **PM** для выбора соответствующего вида модуляции.

- Когда **Mod** активирована, режимы **Sweep** и **Burst** автоматически деактивируются (в случае, если перед этим были активированы).
- После активации модуляции устройство начнет генерировать сигнал PM с заданными параметрами несущей волны и модулирующей волны.

### Выбор формы несущей волны

Форма несущей волны сигнала PM может иметь форму Синусоида, Меандр, Пила, а также Произвольные колебания. По умолчанию установлена форма волны Синусоида.

- Пожалуйста, нажмите на лицевой панели генератора клавишу **Sine**, **Square**, **Ramp** (или **Arb** → **Выбрать форму волны**) и выберите необходимую форму волны.
- Волны Импульсного сигнала (базовая форма волны), Шумового сигнала и сигнала Постоянного тока не могут использоваться в качестве несущей волны.

### Настройка частоты несущей волны

После выбора формы несущей волны нажмите софт-клавишу **Частота/Период**, чтобы высветилась надпись «Частота», а затем введите необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.

- Синусоида: от 1 мкГц до 350 МГц
- Меандр: от 1 мкГц до 120 МГц
- Пила: от 1 мкГц до 5 МГц
- Произвольные колебания: от 1 мкГц до 50 МГц

## Выбор источника модуляции

Нажмите **Mod** → **Источник сигнала** и выберите «внутренний» или «внешний» источник модуляции.

### 1. Внутренний источник модуляции

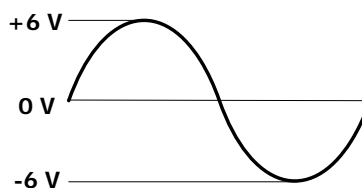
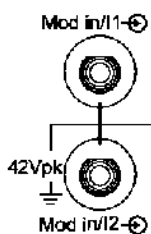
После выбора внутреннего источника модуляции нажмите софт-клавишу **Форма модулирующей волны** и выберите необходимую форму из следующих Синусоида, Меандр, Треугольная, Пила (вверх), Пила (вниз), Шум или Произвольные колебания. По умолчанию установлен параметр – Синусоида.

- Меандр: Коэффициент заполнения 50%.
- Треугольник: Симметричность 50%.
- Пила (вверх): Симметричность 100%.
- Пила (вниз): Симметричность 0%.
- Произвольные колебания: когда выбрана данная форма волновых колебаний, генератор автоматически ограничивает ее длину до 2 kpts через выборку

Внимание, сигнал Шум может использоваться как модулирующая волна, но не как несущая волна.

### 2. Внешний источник модуляции

После выбора режима «Внешний источник модуляции» софт-клавиша **Форма модулирующей волны** и доступ в соответствующее меню будут деактивированы. Генератор получает внешний модулирующий сигнал через коннектор [Mod In] на задней панели. «Отклонение фазы» сигнала контролируется коннектором в пределах значений  $\pm 6$  В.



## Настройка частоты модулирующей волны

После выбора внутреннего источника модуляции нажмите софт-клавишу **Частота модуляции** для перехода к настройке соответствующего параметра.

- Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления;
- Область допустимых значений: от 2 МГц до 50 кГц. По умолчанию установлено значение 100 Гц.

Обратите внимание, что это меню будет деактивировано при подключении внешнего источника модуляции.

## Настройка отклонения фазы

Нажмите софт-клавишу **Отклонение фазы**, чтобы задать отклонение фазы модулирующей волны относительно частоты несущей волны.

- Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления
- Область значений показателя: от 0° до 360°.

При выборе внешнего источника модуляции отклонение фазы контролируется в пределах значений  $\pm 6$  В [Mod In] коннектором на задней панели устройства. Например, если показатель отклонения фазы установлен как 180°, уровень сигнала +6 В реагирует на изменение фазы в 180°. Более низкий уровень внешнего сигнала генерирует меньшие отклонения, а отрицательный уровень сигнала понизит частоту до уровня более низкого, чем частота несущей волны.

## Амплитудная манипуляция (ASK)

При использовании Амплитудной манипуляции возможно настроить генератор для «переключения» амплитуды вывода между двумя предустановленными числовыми значениями амплитуды («амплитуда несущей волны» и «амплитуда моделирующей волны»). Скорость «переключения» (скорость ASK) определяется уровнем сигнала внутри устройства или из коннектора [ExtTrig] на задней панели.

### Выбор ASK модуляции

Нажмите клавишу **Mod** → **Виды модуляции** → **ASK** для выбора соответствующего вида модуляции.

- Когда **Mod** активирована, режимы **Sweep** и **Burst** автоматически деактивируются (в случае если перед этим были активированы).
- После активации модуляции устройство начнет генерировать сигнал ASK с заданными параметрами несущей волны и модулирующей волны.

### Выбор формы несущей волны

Форма несущей волны сигнала ASK может иметь форму Синусоида, Меандр, Пила, а также Произвольные колебания. По умолчанию установлена форма волны Синусоида.

- Пожалуйста, нажмите на лицевой панели генератора клавишу **Sine**, **Square**, **Ramp** (или **Arb**) → **Выбрать форму волны** и выберите необходимую форму волны.
- Волны Импульсного сигнала (базовая форма волны), Шумового сигнала и сигнала Постоянного тока не могут использоваться в качестве несущей волны.

### Настройка амплитуды несущей волны

После выбора формы несущей волны нажмите софт-клавишу **Амплитуда/Высокий уровень**, чтобы высветилась надпись «Амплитуда», а затем введите необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений показателя ограничена показателями **Сопротивление** и **Частота/Период**. Подробнее смотрите «Характеристики вывода» в «Технических параметрах».

## Выбор источника модуляции

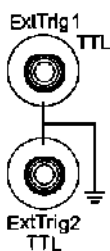
Нажмите **Mod** → **Источник сигнала** и выберите «внутренний» или «внешний» источник модуляции.

### 1. Внутренний источник модуляции

При выборе режима «Внутренний источник модуляции» форма волны будет установлена как Меандр с коэффициентом заполнения 50%, а скорость «переключения» амплитуды вывода между «амплитудой несущей волны» и «амплитудой моделирующей волны» будет определяться «Скоростью ASK».

### 2. Внешний источник модуляции

При выборе режима «Внешний источник модуляции» генератор будет получать сигнал через коннектор [ExtTrig] (см. рисунок ниже) на задней панели.



**Внимание!** Коннектор [ExtTrig], используемый для внешнего контроля ASK модуляции, отличается от коннектора [Mod In], контролирующего AM/FM/PM модуляцию. При ASK модуляции на коннекторе [ExtTrig] возможна настройка полярности фронта.

## Настройка скорости ASK

После выбора внутреннего источника модуляции нажмите софт-клавишу **Скорость ASK**, чтобы задать скорость «переключения» амплитуды вывода между показателями «амплитуды несущей волны» и «амплитуды моделирующей волны».

- Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления;
- Область допустимых значений: от 2 МГц до 1 МГц. По умолчанию установлено значение 100 Гц.

Обратите внимание, что это меню будет деактивировано при подключении внешнего источника модуляции.



## Настройка амплитуды модуляции

Нажмите софт-клавишу **Амплитуда модуляции** для перехода в меню настройки этого параметра.

- Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления;
- Область допустимых значений (с большим удельным сопротивлением): от 0 В до 10 В. По умолчанию установлено значение 2 В.

## Настройка полярности модуляции

Нажмите софт-клавишу **Полярность** для выбора «положительной» или «отрицательной» полярности волнового сигнала для управления амплитудой вывода.

Когда выбран режим внутренней модуляции и задана «положительная» полярность, то низкий логический уровень амплитуды модулирующей волны соответствует выводу наибольшей из двух амплитуд («амплитуды несущей волны» и «амплитуды моделирующей волны»), тогда как высокий логический уровень соответствует выводу наименьшей из двух амплитуд; если полярность отрицательная, тогда ситуация обратная.

Когда выбран режим внутренней модуляции и задана «положительная» полярность, то низкий логический уровень ввода соответствует выводу наибольшей из двух амплитуд («амплитуды несущей волны» и «амплитуды моделирующей волны»), тогда как высокий логический уровень соответствует выводу наименьшей из двух амплитуд; если полярность отрицательная, тогда ситуация обратная.

## Частотная манипуляция (FSK)

При использовании Частотной манипуляции возможно настроить генератор для «переключения» частоты вывода между двумя предустановленными числовыми значениями частоты («частота несущей волны» и «скачок по частоте»). Скорость «переключения» (скорость FSK) определяется уровнем сигнала внутри устройства или из коннектора [ExtTrig] на задней панели.

### Выбор FSK модуляции

Нажмите клавишу **Mod** → **Виды модуляции** → **FSK** для выбора соответствующего вида модуляции.

- Когда **Mod** активирована, режимы **Sweep** и **Burst** автоматически деактивируются (в случае, если перед этим были активированы).
- После активации модуляции, устройство начнет генерировать сигнал FSK с заданными параметрами несущей волны и модулирующей волны.

### Выбор формы несущей волны

Форма несущей волны сигнала FSK может иметь форму Синусоида, Меандр, Пила, а также Произвольные колебания. По умолчанию установлена форма волны Синусоида.

- Пожалуйста, нажмите на лицевой панели генератора клавишу **Sine**, **Square**, **Ramp** (или **Arb** → **Выбрать форму волны**) и выберите необходимую форму волны.
- Волны Импульсного сигнала (базовая форма волны), Шумового сигнала и сигнала Постоянного тока не могут использоваться в качестве несущей волны.

### Настройка частоты несущей волны

После выбора формы несущей волны нажмите софт-клавишу **Частота/Период**, чтобы высветилась надпись «Частота», а затем введите необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.

- Синусоида: от 1 мкГц до 250 МГц
- Меандр: от 1 мкГц до 120 МГц
- Пила: от 1 мкГц до 5 МГц
- Произвольные колебания: от 1 мкГц до 50 МГц

## Выбор источника модуляции

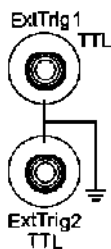
Нажмите **Mod** → **Источник сигнала** и выберите «внутренний» или «внешний» источник модуляции.

### 1. Внутренний источник модуляции

При выборе режима «Внутренний источник модуляции» форма волны будет установлена как Меандр с коэффициентом заполнения 50%, а частота «переключения», при которой частота вывода будет переключаться между «частотой несущей волны» и «скачком по частоте», будет определяться «Скоростью FSK».

### 2. Внешний источник модуляции

При выборе режима «Внешний источник модуляции» генератор будет получать сигнал через коннектор [ExtTrig] (см. рисунок ниже) на задней панели.



**Внимание!** Коннектор [ExtTrig], используемый для внешнего контроля FSK модуляции, отличается от коннектора [Mod In], контролирующего AM/FM/PM модуляцию. При FSK модуляции на коннекторе [ExtTrig] возможна настройка полярности фронта.

## Настройка скорости FSK

После выбора внутреннего источника модуляции нажмите софт-клавишу **Скорость FSK**, чтобы задать скорость «переключения» частоты вывода между показателями «частота несущей волны» и «скачок по частоте».

- Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления;
- Область допустимых значений: от 2 мГц до 1 МГц. По умолчанию установлено значение 100 Гц.

Обратите внимание, что это меню будет деактивировано при подключении внешнего источника модуляции.

## Настройка скачка по частоте

Максимальная резервная частота (скачок по частоте) зависит от формы выбранной волны. Нажмите софт-клавишу **Скачок по частоте** для выбора этого параметра, а затем задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.

- Синусоида: от 1 мкГц до 250 МГц
- Меандр: 1 мкГц до 120 МГц
- Пила: 1 мкГц до 5 МГц
- Произвольные колебания: от 1 мкГц до 50 МГц

## Настройка полярности модуляции

Нажмите софт-клавишу **Полярность** для выбора «положительной» или «отрицательной» полярности волнового сигнала для управления частотой вывода.

Когда выбран режим внутренней модуляции и задана «положительная» полярность, то низкий логический уровень амплитуды модулирующей волны соответствует выводу «частоты несущей волны», тогда как высокий логический уровень соответствует выводу «скачка по частоте»; если полярность отрицательная, тогда ситуация обратная.

Когда выбран режим внутренней модуляции и задана «положительная» полярность, то низкий логический уровень ввода соответствует выводу «частоты несущей волны», тогда как высокий логический уровень соответствует выводу «скачка по частоте»; если полярность отрицательная, тогда ситуация обратная.

## Фазовая манипуляция (PSK)

При использовании Фазовой манипуляции возможно настроить генератор для «переключения» частоты вывода между двумя предустановленными числовыми значениями фазы («фаза несущей волны» и «фаза модуляции»). Скорость «переключения» (скорость PSK) определяется уровнем сигнала внутри устройства или из коннектора [ExtTrig] на задней панели.

### Выбор PSK модуляции

Нажмите клавишу **Mod** → **Виды модуляции** → **PSK** для выбора соответствующего вида модуляции.

- Когда **Mod** активирована, режимы **Sweep** и **Burst** автоматически деактивируются (в случае, если перед этим были активированы).
- После активации модуляции устройство начнет генерировать сигнал PSK с заданными параметрами несущей волны и модулирующей волны.

### Выбор формы несущей волны

Форма несущей волны сигнала PSK может иметь форму Синусоида, Меандр, Пила, а также Произвольные колебания. По умолчанию установлена форма волны Синусоида.

- Пожалуйста, нажмите на лицевой панели генератора клавишу **Sine**, **Square**, **Ramp** (или **Arb** → **Выбрать форму волны**) и выберите необходимую форму волны.
- Волны Импульсного сигнала (базовая форма волны), Шумового сигнала и сигнала Постоянного тока не могут использоваться в качестве несущей волны.

### Настройка фазы несущей волны

После выбора формы несущей волны нажмите софт-клавишу **Начальная фаза**, чтобы она выделилась, а затем введите необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений показателя от 0° до 360°. Значение по умолчанию: 0°.

## Выбор источника модуляции

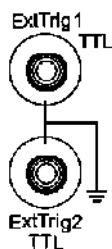
Нажмите **Mod** → **Источник сигнала** и выберите «внутренний» или «внешний» источник модуляции.

### 1. Внутренний источник модуляции

При выборе режима «Внутренний источник модуляции» форма волны будет установлена как Меандр с коэффициентом заполнения 50%, а частота «переключения», при которой фаза вывода будет переключаться между «фазой несущей волны» и «фазой модуляции», будет определяться «Скоростью PSK».

### 2. Внешний источник модуляции

При выборе режима «Внешний источник модуляции» генератор будет получать сигнал через коннектор [ExtTrig] (см. рисунок ниже) на задней панели.



**Внимание!** Коннектор [ExtTrig], используемый для внешнего контроля PSK модуляции, отличается от коннектора [Mod In], контролирующего AM/FM/PM модуляцию. При PSK модуляции на коннекторе [ExtTrig] возможна настройка полярности фронта.

## Настройка скорости PSK

После выбора внутреннего источника модуляции нажмите софт-клавишу **Скорость PSK**, чтобы задать скорость «переключения» фазы вывода между «фазой несущей волны» и «фазой модуляции».

- Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления;
- Область допустимых значений: от 2 мГц до 1 МГц. По умолчанию установлено значение 100 Гц.

Обратите внимание, что это меню будет деактивировано при подключении внешнего источника модуляции.

## Настройка фазы модуляции

Нажмите софт-клавишу **Фаза PSK**, чтобы задать значение этого показателя

- Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления;
- Область допустимых значений: от 0° до 360°. По умолчанию установлено значение 180°.

## Настройка полярности модуляции

Нажмите софт-клавишу **Полярность** для выбора «положительной» или «отрицательной» полярности волнового сигнала для управления фазой вывода.

Когда выбран режим внутренней модуляции и задана «положительная» полярность, то низкий логический уровень амплитуды модулирующей волны соответствует выводу «фазы несущей волны», тогда как высокий логический уровень соответствует выводу «фазы модуляции»; если полярность отрицательная, тогда ситуация обратная.

Когда выбран режим внутренней модуляции и задана «положительная» полярность, то низкий логический уровень ввода соответствует выводу «фазы несущей волны», тогда как высокий логический уровень соответствует выводу «фазы модуляции»; если полярность отрицательная, тогда ситуация обратная.

## Широтно-импульсная модуляция (PWM)

Модулированный сигнал PWM состоит из несущей волны и модулирующей волны. Продолжительность импульса несущей волны изменяется в зависимости от моментального напряжения модулирующей волны.

### Выбор PWM модуляции

Режим PWM может использоваться только для модулирования импульсного сигнала. Нажмите клавишу **Pulse** на лицевой панели, а затем клавишу **Mod** для активирования функции PWM.

- Если сначала не будет нажата клавиша **Pulse**, в меню **Виды модуляции** нельзя будет выбрать функцию PWM.
- Если кнопка **Mod** уже нажата, но выбранным видом модуляции является не PWM, то нажатие клавиши **Pulse** приведет к автоматическому переключению в режим PWM.
- Когда **Mod** активирована, режимы **Sweep** и **Burst** автоматически деактивируются (в случае, если перед этим были активированы).
- После активации модуляции устройство начнет генерировать сигнал PWM с заданными параметрами несущей волны и модулирующей волны.

### Выбор формы импульсного сигнала

Как уже было сказано выше, режим PWM может использоваться только для модулирования импульсного сигнала. Для выбора формы импульсной волны нажмите клавишу **Pulse**. Внимание, импульсный сигнал **Arb** → **Выбрать форму волны** → **Предустановленная форма волны** не может быть использован в качестве несущей волны.

### Настройка ширины импульса и коэффициента заполнения

После того, как форма несущей волны выбрана, нажмите софт-клавишу **Ширина импульса/Коэффициент заполнения** для настройки этих параметров с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Настройки указанных параметров взаимосвязаны. Более подробно читайте раздел «**Ширина импульса/Коэффициент заполнения**».



## Выбор источника модуляции

Нажмите **Mod** → **Источник сигнала** и выберите «внутренний» или «внешний» источник модуляции.

### 1. Внутренний источник модуляции

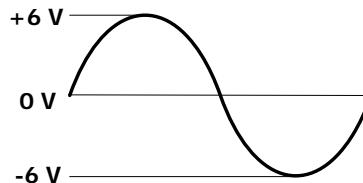
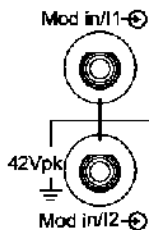
После выбора внутреннего источника модуляции нажмите софт-клавишу **Форма модулирующей волны** и выберите необходимую форму из следующих Синусоида, Меандр, Треугольная, Пила (вверх), Пила (вниз), Шум или Произвольные колебания. По умолчанию установлен параметр – Синусоида.

- Меандр: Коэффициент заполнения 50%.
- Треугольник: Симметричность 50%.
- Пила (вверх): Симметричность 100%.
- Пила (вниз): Симметричность 0%.
- Произвольные колебания: когда выбрана данная форма волновых колебаний, генератор автоматически ограничивает ее длину до 2kpts через выборку

Внимание, сигнал Шум может использоваться как модулирующая волна, но не как несущая волна.

### 2. Внешний источник модуляции

После выбора режима «Внешний источник модуляции» софт-клавиша **Форма модулирующей волны** и доступ в соответствующее меню будут деактивированы. Генератор получает внешний модулирующий сигнал через коннектор [Mod In] (как показано на рисунке ниже) на задней панели. “Отклонение ширины импульса” (Отклонение коэффициента заполнения) сигнала контролируется коннектором в пределах значений  $\pm 6$  В.



## Настройка частоты модулирующей волны

Когда выбран внутренний источник модуляции, нажмите софт-клавишу Частота модуляции для настройки соответствующего параметра.

- Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления;
- Область допустимых значений: от 2 мГц до 50 кГц. По умолчанию установлено значение 100 Гц.

Обратите внимание, что это меню будет деактивировано при подключении внешнего источника модуляции.

## Настройка отклонения ширины импульса/коэффициента заполнения

Нажмите софт-клавишу **Отклонение ширины импульса** (Отклонение коэффициента заполнения) и с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления задайте необходимое числовое значение.

- Отклонение ширины импульса показывает относительное отклонение продолжительности (в секундах) модулированного волнового сигнала от продолжительности первоначального импульсного волнового сигнала.

Область допустимых значений отклонения: от 0 с до 500 кс.

Величина отклонения ширины импульса не может превышать ширину текущего импульса

Отклонение ширины импульса ограничено значениями ширины минимального импульса и текущего времени фронта.

- Отклонение коэффициента заполнения показывает относительное отклонение коэффициента заполнения (в %) модулированного волнового сигнала от коэффициента заполнения первоначального импульсного волнового сигнала.

Область допустимых значений отклонения: от 0% до 50%

Величина отклонения коэффициента заполнения не может превышать коэффициента заполнения текущего импульса

Отклонение коэффициента заполнения ограничено минимальным значением коэффициента заполнения и значением текущего времени фронта.

При выборе внешнего источника модуляции отклонение ширины импульса (отклонения коэффициента заполнения) сигнала контролируется коннектором [Mod In] в пределах значений  $\pm 6$  В. Например, если величина отклонения ширины импульса устанавливается как 10 с, уровень сигнала +6 В реагирует на изменение продолжительности в 10 с.



## Глава 5. Вывод IQ модуляции

В настоящей главе описываются способы вывода IQ модулированного сигнала. Генератор имеет внутренний источник немодулированного сигнала, а также может принимать внешние модулирующие сигналы I и Q из коннекторов [Mod In/I] и [Q] на задней панели. Модулированные сигналы могут выводиться как через один из каналов, так и одновременно из двух каналов.

Содержание главы:

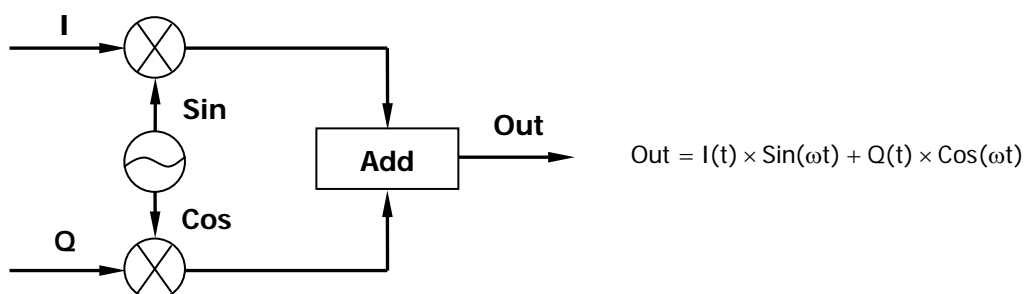
- Общие сведения об IQ модуляции
- Выбор IQ модуляции
- Выбор формы несущей волны
- Выбор источника модуляции
- Выбор кодовой последовательности
- Настройка скорости передачи
- Построение IQ диаграммы

## Общие сведения об IQ модуляции

Во время IQ модуляции два ортогональных сигнала (с одинаковыми частотами несущих волн, сдвигом по фазе  $90^\circ$ , как правило обозначаемые Sin или Cos) отдельно модулируются двумя сигналами I (In-Phase, сфазированный, синфазная составляющая) и Q (Quadrature Phase, сдвиг по фазе на  $90^\circ$ , ортогональная составляющая) соответственно, а затем совмещаются и передаются вместе с целью повышения коэффициента использования спектра частот.

В современных системах связи с целью повышения коэффициента использования спектра частот используются различные векторные модуляции, такие как BPSK, QPSK, QAM и другие. Для цифрового сигнала такого понятия, как вектор, не существует. IQ модуляция позволяет векторно соединить цифровой и аналоговый сигналы.

Как показано на рисунке ниже, два сигнала I и Q умножены на Sin и Cos соответственно, а затем объединены. В результате на выводе образуется модулированный IQ сигнал.



## Выбор IQ модуляции

Нажмите клавишу **Mod** → **Виды модуляции** → **IQ** для выбора соответствующего вида модуляции.

- Когда **Mod** активирована, режимы **Sweep** и **Burst** автоматически деактивируются (в случае, если перед этим были активированы).
- После активации IQ модуляции устройство начнет генерировать сигнал IQ с заданными параметрами несущей волны и модулирующей волны.

## Выбор формы несущей волны

Несущая волна сигнала IQ может иметь только форму Синусоида. Чтобы выбрать форму волны Синусоида, пожалуйста, нажмите на лицевой панели генератора клавишу **Sine**.

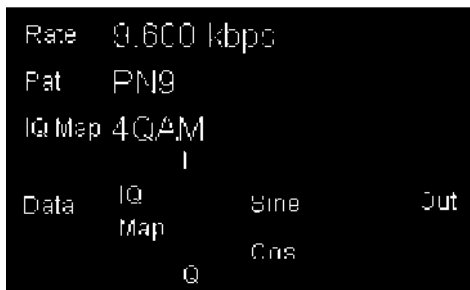
## Выбор источника модуляции

Нажмите **Mod** → **Источник сигнала** и выберите «внутренний» или «внешний» источник модуляции.

### 1. Внутренний источник модуляции

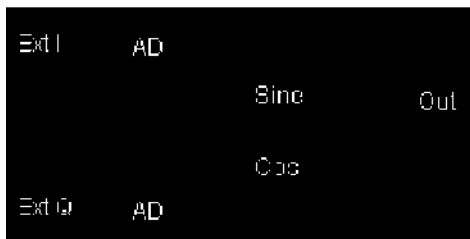
При выборе режима «Внутренний источник модуляции» форма выводимой волны IQ сигнала будет соответствовать выбранным на данный момент настройкам (кодовая последовательность, скорость передачи, диаграмма IQ).

Как показано на рисунке ниже, «Скорость передачи (Rate)» обозначает скорость передачи кода; «Кодовая последовательность (Pat)» отображает текущую выбранную кодовую последовательность; «Диаграмма IQ (IQ Map)» обозначает выбранный способ конвертации цифрового сигнала в аналоговый. Генератор функционирует, используя «Кодовую последовательность» и выбранную «IQ диаграмму» для получения модулирующих сигналов I и Q.

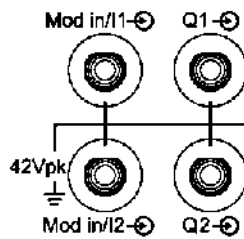


**2. Внешний источник модуляции**

После выбора режима «Внешний источник модуляции» генератор получает I и Q модулирующие сигналы через коннекторы [Mod In/I] и [Mod In/Q] на задней панели. В таком случае софт-клавиши **Кодовая последовательность**, **Скорость передачи**, **Диаграмма IQ** и доступ в соответствующие меню будут деактивированы.



a)



b)

Как показано на рисунке a), генератором осуществляется выборка внешних сигналов I и Q, после которой получают модулирующие сигналы IQ.



## Выбор кодовой последовательности

Когда выбран режим внутренней модуляции, пользователь может выбрать предустановленный в устройстве или установленный вручную код последовательности.

### Предустановленные PN последовательности

PN последовательность (псевдошумовая последовательность, псевдослучайная шумовая последовательность) является периодической двоичной последовательностью. Она обладает некоторыми статистическими характеристиками, похожими на характеристики хаотических помех, она может многократно генерироваться и обрабатываться. Наиболее часто используемой PN последовательностью является наиболее продолжительный линейный регистр сдвига с обратными связями, например  $m$  последовательность, генерируемая регистром сдвига с линейной обратной связью, а ее период соотносится с логикой линейной обратной связи и исходным состоянием каждого регистра. Период  $m$  последовательности генерируемой регистром сдвига  $n$ -уровня является  $2^n - 1$ .

В генераторе предустановлены четыре вида распространенных PN последовательности. Когда выбран режим внутренней модуляции, нажмите софт-клавишу **Кодовая последовательность** для выбора одной из следующих кодовых последовательностей: PN9, PN11, PN15 или PN23, где 9, 11, 15 и 23 - порядки регистров сдвига, а различный PN код генерируется на основе различной линейной обратной связи:

- PN9:  $Q5 \oplus Q9$ .
- PN11:  $Q9 \oplus Q11$ .
- PN15:  $Q14 \oplus Q15$ .
- PN23:  $Q18 \oplus Q23$ .

### Предустановленная 4-битная фиксированная кодовая последовательность

Использование Fixed4 дает возможность для задания повторяющейся 4-битной кодовой последовательности с целью обеспечения непрерывного потока данных.

Когда выбран режим внутренней модуляции, нажмите **Кодовая последовательность** → **Fixed4** и с помощью ручки управления задайте необходимую кодовую последовательность. Область допустимых значений: от 0000 до 1111.

## Устанавливаемая вручную кодовая последовательность

На генераторе DG5000 пользователь может вручную задавать кодовую последовательность длиной до 2000 Слов (4000 байт).

Когда выбран режим внутренней модуляции, нажмите **Кодовая последовательность** → **User** для перехода в меню редактирования кодовой последовательности.

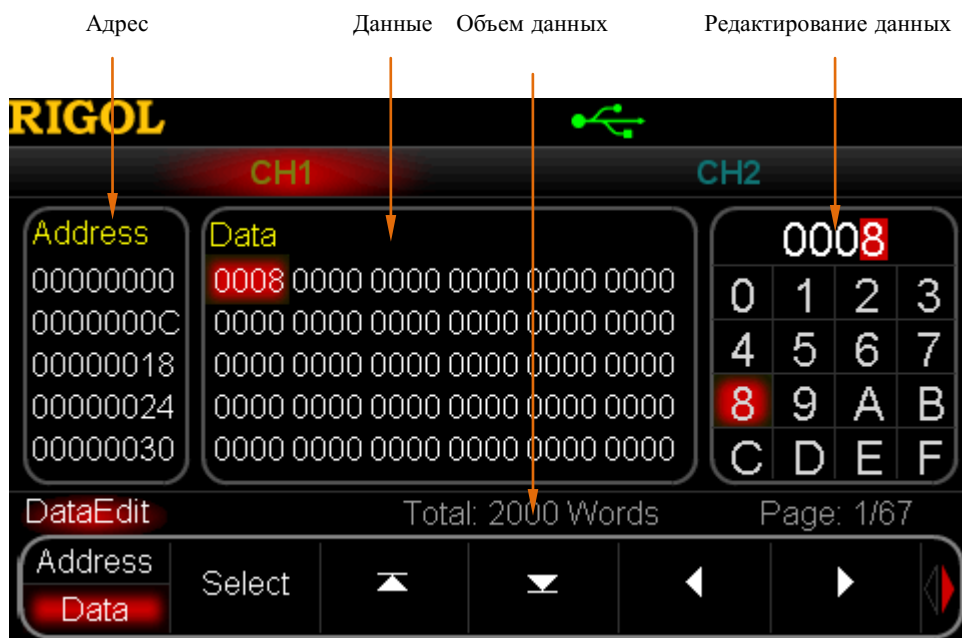


Рис. 5-1 Устанавливаемая вручную кодовая последовательность

Как показано на рисунке выше, данные в полях «Адрес» и «Данные» соответствуют друг другу. Шестнадцатеричные данные занимают два поля, например, 8 бит младшего разряда числа «0008» – «08» – сохраняются в адресе «00000000», а 8 бит старшего разряда «00» сохраняются в адресе «00000001».

### Редактирование данных пользователя

#### 1. Настройка длины данных





Как было сказано выше, пользователь может вручную задавать кодовую последовательность длиной до 4000 байт. Чтобы задать необходимую длину данных, нажмите софт-клавишу **Длина** и с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления задайте необходимое значение.

## 2. Выбор формата ввода

Для редактирования данных могут использоваться двоичный и шестнадцатеричный форматы ввода. Нажмите софт-клавишу **Формат ввода** для выбора одного из указанных форматов. По умолчанию установлен шестнадцатеричный формат ввода. При выборе двоичного формата ввода знаки от 2 до F недоступны. Обратите внимание, что при редактировании адреса (если выбран двоичный формат ввода), меню **Формат ввода** будет деактивировано.

## 3. Выбор Адреса или Данных

Нажмите софт-клавишу **Адрес/Данные** для редактирования соответствующих параметров.

- При редактировании параметра «Данные» информация из поля «Данные» (по умолчанию, первый вид данных для редактирования) будет выбрана и отображена в поле «Редактирование данных». С помощью стрелок вправо/влево выберите необходимое для редактирования числовое значение. Потом с помощью ручки управления задайте необходимое значение и нажмите софт-клавишу **Выбрать** для подтверждения выбранного значения. Для редактирования других данных в поле «Данные» используйте клавиши  или  для выбора страницы меню поля «Данные». Кроме того, используйте клавиши  или  для выбора данных для редактирования.
- При переходе к редактированию параметра «Адрес» выделяется поле «Адрес». Первым адресом по умолчанию является «00000000». Введите необходимый адрес с использованием стрелок вправо/влево или ручки управления. Обратите внимание, что введение адреса позволяет в дальнейшем быстро находить необходимые для редактирования данные. После того, как адрес введен, нажмите софт-клавишу **Адрес/Данные** для выбора «Данные» и редактирования информации в поле «Данные» в соответствии с порядком, описанным выше. Область допустимых значений: от 00000000 до 00000FA0, при этом возможен выбор только четных значений этого параметра.

## Сохранение/Чтение данных пользователя

После редактирования вручную кодовой последовательности нажмите софт-клавишу **Сохранение/Чтение** для перехода в интерфейс «Сохранение и использование» и сохраните данные в векторном формате (\*.RVF). Вы также можете восстановить (прочитать) сохраненный файл цифрового сигнала (подробнее см. раздел «**Сохранение и использование**»).

### Применение данных пользователя

После редактирования вручную кодовой последовательности нажмите софт-клавишу **Подтвердить** для немедленного применения настроек вывода сигнала генератором.

## Настройка скорости передачи

Пользователь может вручную редактировать скорость передачи данных.

Когда выбран режим внутренней модуляции, нажмите софт-клавишу **Скорость передачи** и задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений: от 1 bps до 1 Mbps. По умолчанию установлено 9600 kbps.

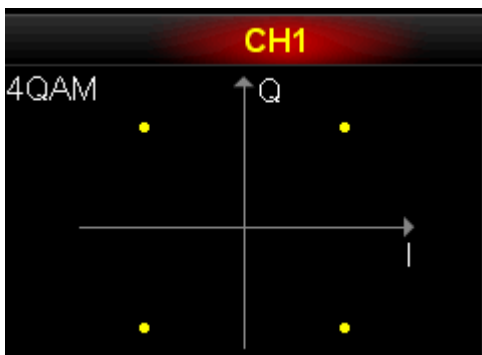
## Построение диаграммы IQ

Как было сказано выше, IQ модуляция позволяет векторно соединять цифровой и аналоговый сигналы. Диаграмма IQ описывает данную функцию.

Устройство позволяет производить многоуровневую цифровую модуляцию несколькими способами (4QAM, 8QAM, 16QAM, 32QAM, 64QAM, BPSK, QPSK, OQPSK, 8PSK, 16PSK). При этом MPSK сигналы (BPSK, QPSK, OQPSK, 8PSK, 16PSK) могут описываться векторными диаграммами, а конечные точки вектора распределяются по кругу; MQAM сигналы (4QAM, 8QAM, 16QAM, 32QAM, 64QAM) могут описываться созвездиями. Созвездия, как правило, прямоугольной или крестообразной формы; при значениях  $M=4, 8, 16, 32, 64$ , созвездия принимают прямоугольную форму.

### 1. 4QAM (4-квадратурная амплитудная модуляция)

Когда выбран режим внутренней модуляции, нажмите софт-клавишу **Выбор диаграммы** для выбора одного из способов (например, 4QAM). Созвездие 4QAM изображено на рисунке ниже:







(Режим отображения График)

4QAM	I	Q
000000	1.0000	1.0000
000001	-1.0000	1.0000
000010	-1.0000	-1.0000
000011	1.0000	-1.0000

(Режим отображения Параметры)

Нажмите софт-клавишу **Редактирование диаграммы** для открытия соответствующего интерфейса. Как показано на рисунках выше, у 4QAM есть четыре состояния – 00, 01, 10 и 11, соответствующие четырем группам IQ компонентов.

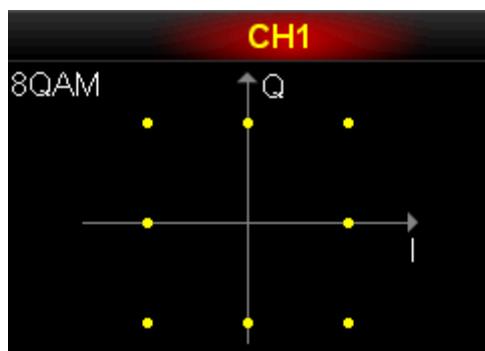
Выберите данные для редактирования с помощью софт-клавиш , ,  или , затем с помощью ручки управления задайте необходимое значение (Единица измерения по умолчанию: В). Область допустимых значений параметра от -1 В до 1 В.

Нажмите софт-клавишу **Значение по умолчанию** для возврата к изначальным

настройкам. Нажмите софт-клавишу **Подтвердить**, чтобы сохранить внесенные изменения и перейти к предыдущему меню. После этого генератор начнет модулировать несущую волну в соответствии с установленными настройками и выводить модулированный IQ сигнал

Векторные графики/Созвездия и диаграммные таблицы других типов модуляции представлены ниже:

### 2. 8QAM (8-квадратурная амплитудная модуляция)



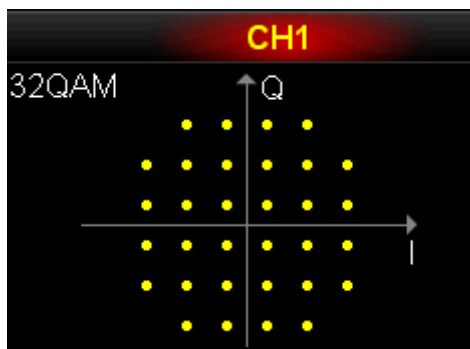
8QAM	I	Q
000000	0.0000	0.0000
000001	1.0000	1.0000
000010	0.0000	1.0000
000011	-1.0000	1.0000

### 3. 16QAM (16-квадратурная амплитудная модуляция)



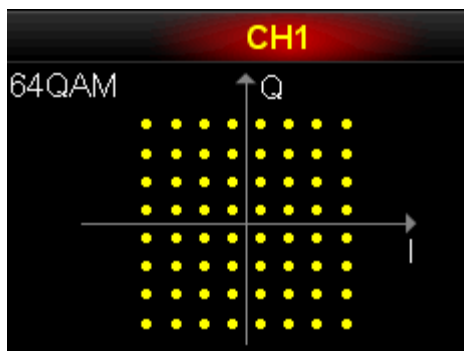
16QAM	I	Q
000000	0.3333	0.3333
000001	1.0000	0.3333
000010	0.3333	1.0000
000011	1.0000	1.0000

#### 4. 32QAM (32-квадратурная амплитудная модуляция)



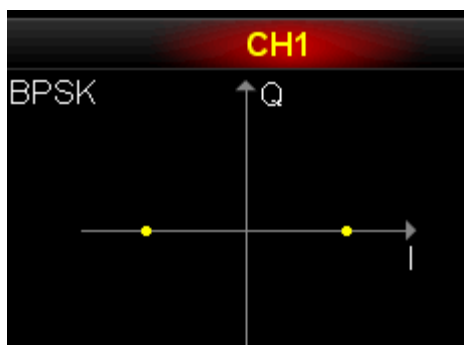
32QAM	I	Q
000000	0.2000	0.2000
000001	0.6000	0.2000
000010	0.6000	1.0000
000011	1.0000	0.2000

#### 5. 64QAM (64-квадратурная амплитудная модуляция)



64QAM	I	Q
000000	0.429	0.1429
000001	0.4286	0.1429
000010	0.1429	0.4286
000011	0.4286	0.4286

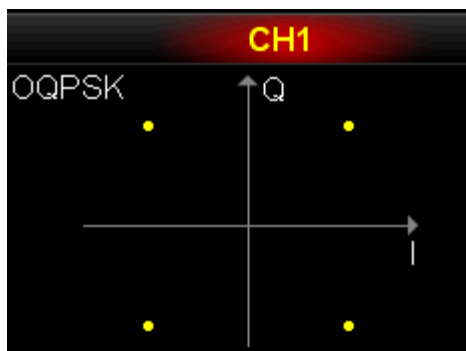
#### 6. BPSK (Двухпозиционная фазовая манипуляция)



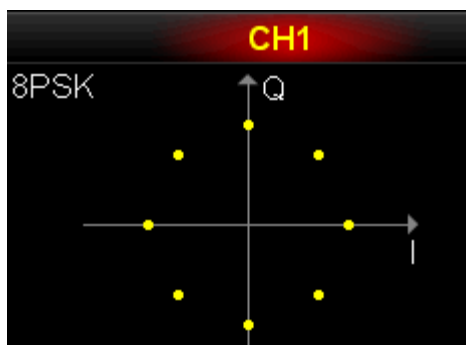
### 7. QPSK (Квадратурная фазовая манипуляция)



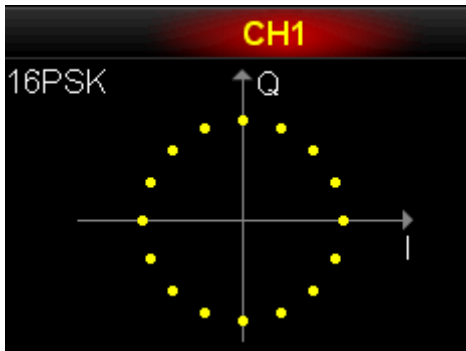
### 8. OQPSK (Квадратурная фазовая манипуляция со сдвигом)



### 9. 8PSK (Восьмеричная фазовая манипуляция)





**10. 16PSK (Шестнадцатеричная фазовая манипуляция)**



## Глава 6. Вывод развертки

Генератор DG5000 может выводить свипированный сигнал через один из каналов или одновременно из двух каналов. В режиме свипирования генератор выводит сигнал, отличающийся от начальной частоты и конечной частоты, в зависимости от времени свипирования. Генератор поддерживает свипирование как с низких до высоких частот, так и с высоких до низких частот; поддерживает три режима свипирования: линейное, логарифмическое и пошаговое. Пользователь может задавать «метки» частоты, удержание начала, удержание окончания, время возврата. Поддерживаются внутренний, внешний и ручной источники запуска. Возможна генерация волновых сигналов следующих форм: синусоида, меандр, пила и произвольные колебания (кроме базовых импульсных, сигналов шум и постоянное напряжение).

Содержание главы:

- Включение функции развертки
- Начальная частота и конечная частота
- Центральная частота и диапазон частот
- Типы развертки
- Время развертки
- Время возвращения
- Метка частоты
- Удержание начала
- Удержание окончания
- Источники запуска свипирования
- Вывод запуска свипирования

## Включение функции развертки

Для активации функции развертки нажмите клавишу **Sweep** на лицевой панели устройства (загорится подсветка клавиши), при этом, функции **Mod** и **Burst** будут деактивированы. Устройство будет генерировать свипированный сигнал с заданными параметрами и из заданного канала. Пользователь может самостоятельно настроить меню функции свипирования. Более подробно читайте в информации ниже.

## Начальная частота и конечная частота

Начальная частота и конечная частота являются верхним и нижним пределами при свипировании частоты. Генератор начинает свипирование с начальной частоты до конечной частоты, а затем возвращается обратно к стартовой частоте.

- Начальная частота < Конечная частота: генератор производит свипирование от низкой частоты к высокой частоте;
- Начальная частота > Конечная частота: генератор производит свипирование от высокой частоты к низкой частоте;
- Начальная частота = Конечная частота: генератор выводит сигнал с фиксированной частотой.

После активации функции развертки нажмите софт-клавишу **Начальная частота/Центральная частота**, чтобы выделить пункт «Начальная частота». Обратите внимание, что в этот момент пункт «Конечная частота» софт-клавиши **Конечная частота/Диапазон частот** тоже будет выделен. Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. По умолчанию, значение параметра начальная частота: 100 Гц, а параметра конечная частота: 1 кГц. Диапазон развертки зависит от формы волны.

- Синусоида: от 1 мкГц до 250 МГц;
- Меандр: от 1 мкГц до 120 МГц;
- Пила: от 1 мкГц до 5 МГц;
- Произвольные колебания: от 1 мкГц до 50 МГц.

При изменении параметров «Начальная частота» или «Конечная частота» генератор заново начнет производить свипирование сигнала, начиная с заданной «Начальной частоты».

## Центральная частота и диапазон частот

Возможно установка границ колебаний волнового сигнала при свипировании сигнала через задание параметров Центральная частота и Диапазон частот.

- Центральная частота =  $( | \text{Начальная частота} + \text{Конечная частота} | ) / 2$
- Диапазон частот = Конечная частота – Начальная частота

После активации функции развертки нажмите софт-клавишу **Начальная частота/Центральная частота**, чтобы выделить пункт «Центральная частота».

Обратите внимание, что в этот момент пункт «Диапазон частот» софт-клавиши **Конечная частота/Диапазон частот** тоже будет выделен. Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. По умолчанию, значение параметра Центральная частота: 550 Гц, а параметра Диапазон частот: 900 Гц. Числовые значения параметров Диапазон частот и Центральная частота зависят от формы волны.

- Синусоида: от 1 мкГц до 250 МГц;
- Меандр: от 1 мкГц до 120 МГц;
- Пила: от 1 мкГц до 5 МГц;
- Произвольные колебания: от 1 мкГц до 50 МГц.

При изменении параметров «Центральная частота» или «Диапазон частот» генератор заново начнет производить свипирование сигнала, начиная с заданной «Начальной частоты».

### Подсказка

При большом диапазоне свипирования характеристики амплитуды выходного сигнала могут изменяться.

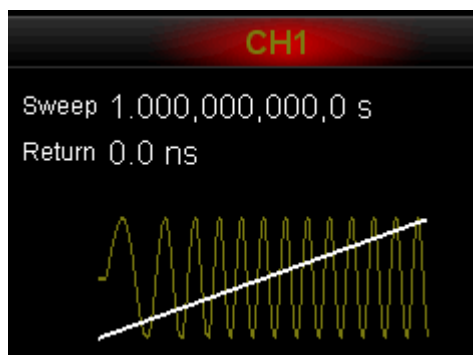
## Типы развертки

Генератор DG5000 поддерживает три типа свипирования: Линейное, Логарифмическое и Пошаговое. По умолчанию установлено: линейное свипирование.

### Линейное свипирование

Выходная частота сигнала устройства изменяется линейно, как «несколько Гц в секунду». Данное значение контролируется такими показателями, как «Начальная частота», «Конечная частота» и «Время развертки».

После активации клавиши **Sweep** нажмите софт-клавишу **Режим свипирования** для выбора «Линейного свипирования». В режиме отображения «График» на экране появится линия, которая отражает изменения выходной частоты в линейном режиме (см. рисунок ниже).



## Логарифмическое свипирование

Выходная частота сигнала устройства изменяется логарифмически, например как «октав в секунду» или «декад в секунду». Данное значение контролируется такими показателями, как «Начальная частота», «Конечная частота» и «Время развертки».

Когда режим логарифмического свипирования активирован, пользователь может задать следующие параметры:

Начальная частота  $F_{start}$ , Конечная частота  $F_{stop}$  и Время развертки  $T_{sweep}$

Прототип функции логарифмического свипирования  $F_{current} = P^t$ . Параметры P и T могут быть выражены перечисленными выше параметрами.

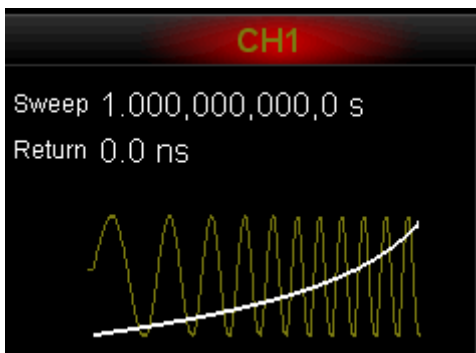
$$P = 10^{\lg(F_{stop} / F_{start}) / T_{sweep}}$$

$$T = t + \lg(F_{start}) / \lg(P)$$

Где t – время с начала свипирования, его диапазон ограничен значениями от 0 до

$T_{sweep} \cdot F_{current}$  – мгновенное значение частоты текущего вывода сигнала.

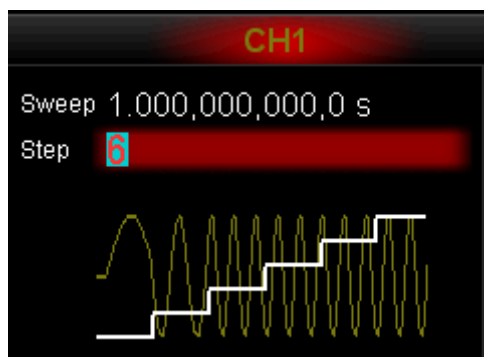
После активации клавиши **Sweep** нажмите софт-клавишу **Режим свипирования** для выбора «Логарифмического свипирования». В режиме отображения «График» на экране появится кривая показательной функции, которая отражает изменения выходной частоты в логарифмическом режиме (см. рисунок ниже).



## Пошаговое свипирование

Частота выходного сигнала устройства изменяется «пошагово» в промежутке между «Начальной частотой» и «Конечной частотой». Продолжительность вывода сигнала при каждом значении частоты определяется такими показателями, как «Время развертки» и «Номер шага».

После активации клавиши **Sweep** нажмите софт-клавишу **Режим свипирования** для выбора «Пошагового свипирования». В режиме отображения «График» на экране появится отображение ступенчатого сигнала, который отражает изменения выходной частоты в пошаговом режиме (см. рисунок ниже). С помощью клавиш **←** **→** перейдите на страницу 2/2 меню, нажмите софт-клавишу **Номер шага** и задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Значение по умолчанию: 2. Допустимая область значений настройки: от 2 до 2048. Обратите внимание, что меню **Номер шага** при режимах линейного и логарифмического свипирования не активно.





## Время развертки

После активации клавиши **Sweep** нажмите софт-клавишу **Время развертки** и задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Значение по умолчанию: 1 с. Допустимая область значений настройки: от 1 мс до 300 с. При изменении параметра «Время развертки» генератор заново начнет производить свипирование сигнала, начиная с заданной «Начальной частоты».

## Время возвращения

Генератор изменяет частоту выходного сигнала устройства в промежутке от «Начальной частоты» до «Конечной частоты», после чего останется на этом значении до «Удержания окончания». Время возвращения описывает время, за которое частота сигнала возвращается к «Начальной частоте» от «Конечной частоты» после «Удержания окончания».

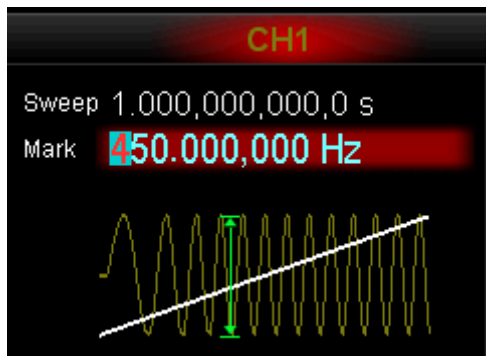
После активации клавиши **Sweep** нажмите софт-клавишу **Время возвращения** и задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Значение по умолчанию: 0 с. Допустимая область значений настройки: от 0 с до 300 с.

При изменении параметра «Время возвращения» генератор заново начнет производить свипирование сигнала, начиная с заданной «Начальной частоты».

## Метка частоты

Сигнал синхронизации коннектора [Sync], соответствующего каналу на задней панели, изменяется от «Нижнего уровня» до «Верхнего уровня»; при начале свипирования от «Верхнего уровня» до «Нижнего уровня» в середине периода свипирования (когда функция «Метка частоты» не активирована) или же в определенной точке периода (если функция «Метка частоты» активирована).

После активации клавиши **Sweep** нажмите софт-клавишу **Метка частоты** и выберите «Открыть» (как показано на рисунке). Задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Значение по умолчанию: 550 Гц. Допустимая область значений настройки: от значения параметра «Начальная частота» до значения параметра «Конечная частота».



При изменении параметра «Метка частоты» генератор заново начнет производить свипирование сигнала, начиная с заданной «Начальной частоты».

## Удержание начала

Удержание начала – это продолжительность вывода сигнала с «Начальной частотой» после начала свипирования. После окончания времени удержания начала генератор начнет выводить сигнал с изменяющейся частотой в текущем режиме свипирования.

После активации клавиши **Sweep** с помощью клавиш **◀ ▶** перейдите на страницу 2/2 меню, нажмите софт-клавишу **Удержание начала** и задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Значение по умолчанию: 0 с. Допустимая область значений настройки: от 0 с до 300 с.

При изменении параметра «Удержание начала» генератор заново начнет производить свипирование сигнала, начиная с заданной «Начальной частоты».

## Удержание окончания

Удержание окончания – это продолжительность вывода сигнала с «Конечной частотой» после начала свипирования.

После активации клавиши **Sweep** с помощью клавиш **◀ ▶** перейдите на страницу 2/2 меню, нажмите софт-клавишу **Удержание окончания** и задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Значение по умолчанию: 0 с. Допустимая область значений настройки: от 0 с до 300 с.

При изменении параметра «Удержание окончания» генератор заново начнет производить свипирование сигнала, начиная с заданной «Начальной частоты».

## Источники запуска свипирования

Источник запуска свипирования может быть внутренний, внешний или ручной. Устройство начнет производить свипирование после того, как получит сигнал запуска, а затем будет ожидать следующего сигнала.

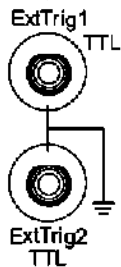
После активации клавиши **Sweep** нажмите софт-клавишу **Источник сигнала** и выберите «Внутренний», «Внешний» или «Ручной». По умолчанию установлено: «Внутренний».

### 1. Внутренний источник сигнала запуска

Генератор выводит непрерывный свипированный сигнал. Период запуска определяется показателями Время развертки, Время возвращения, Удержание начала, Удержание окончания.

### 2. Внешний источник сигнала запуска

Генератор получает внешний сигнал запуска из коннектора [ExtTrig] на задней панели (как показано на рисунке ниже). Генерирование свипированного сигнала начнется после того, как коннектор получит TTL импульс с указанной полярностью. Чтобы задать необходимую полярность TTL импульса, нажмите софт-клавишу **Ввод запуска** и выберите «Передний фронт» или «Задний фронт». По умолчанию установлено: «Передний фронт».



### 3. Ручной источник сигнала запуска

Свипирование сигнала начнется после того, как Вы нажмете софт-клавишу **Ручной** (двухканальное устройство) или клавишу **Trigger** на передней панели (одноканальное устройство).

## Вывод запуска свипирования

В режиме свипирования сигнала, когда выбраны внутренний или ручной источники сигнала запуска, генератор будет выводить TTL-совместимый сигнал с указанной полярностью из коннектора [ExtTrig] на задней панели.

- Внутренний источник сигнала запуска: генератор выводит сигнал с формой волны меандр коэффициентом заполнения 50% из коннектора [ExtTrig] в начале свипирования. Период сигнала запуска зависит от заданного времени свипирования, времени возвращения, удержания начала и удержания окончания
- Ручной источник сигнала запуска: генератор выводит импульсный сигнал, ширина импульса в котором превышает 1 мкс в начале свипирования.
- Внешний источник сигнала запуска: коннектор [ExtTrig] используется как вводящий сигнал коннектор. Поэтому, вывод сигнала из него невозможен.

Когда выбраны внутренний или ручной источники сигнала запуска, нажмите софт-клавишу **Вывод запуска** для настройки фронта выходящего сигнала запуска. Настройка по умолчанию: Выключено.

- Выключено: отключить вывод сигнала запуска;
- Передний фронт: вывод сигнала запуска при переднем фронте;
- Задний фронт: вывод сигнала запуска при заднем фронте.

## Глава 7. Вывод пакетного сигнала

Генератор DG5000 может выводить пакетный сигнал из одного канала или из двух каналов одновременно. В этом режиме генератор выводит сигнал с установленным количеством циклов, а также возможен вывод с использованием стробирующего сигнала. Для генерирования пакетного сигнала могут использоваться различные формы волновых колебаний, такие как Синус, Меандр, Пила, Импульс и произвольные колебания (кроме сигналов Шум и Прямой ток).

Содержание главы:

- Включение функции пакетный сигнал
- Типы пакетных сигналов
- Фаза пакетного сигнала
- Период пакетного сигнала
- Настройка полярности
- Задержка пакетного сигнала
- Источники сигнала запуска пакетного сигнала
- Вывод сигнала запуска пакетного сигнала

## Включение функции пакетный сигнал

Для активации функции Пакетный сигнал, нажмите клавишу **Burst** на лицевой панели устройства (загорится подсветка клавиши), при этом функции **Mod** и **Sweep** будут деактивированы. Устройство будет генерировать пакетный сигнал с заданными параметрами и из заданного канала. Пользователь может самостоятельно настроить меню функции пакетный сигнал. Более подробно читайте в информации ниже.

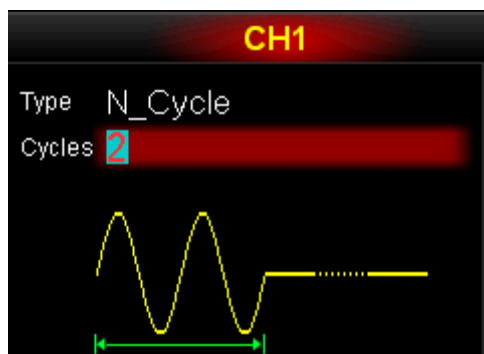
## Типы пакетных сигналов

Генератор DG5000 может выводить три типа пакетного сигнала, включая N цикл, Бесконечный, Строблируемый. По умолчанию установлено: N цикл.

### Пакетный сигнал – N цикл

В режиме N цикла после получения сигнала запуска генератор выводит волновой сигнал с определенным количеством циклов. Функции форм волны, поддерживающие рюмим N цикла: Синусоида, Меандр, Пила, Импульс и Произвольные колебания (кроме сигналов Шум и Постоянное напряжение).

Когда функция **Burst** активирована, нажмите софт-клавишу **Тип цикла** для выбора режима «N цикл». В режиме отображения графика параметр «Число циклов» выделяется на экране и может быть изменен. Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений: от 1 до 1000000. По умолчанию установлено: 1.



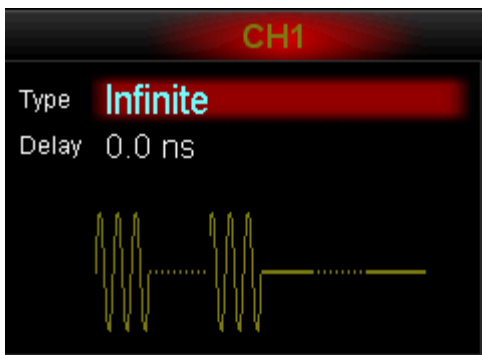
Пакетный сигнал – N цикл может быть запущен с помощью «Внутреннего», «Внешнего» или «Ручного» сигналов запуска. Также могут быть заданы следующие

параметры: «Начальная фаза», «Период пакетного сигнала» (внутренний сигнал запуска), «Задержка», «Ввод сигнала запуска» (внешний сигнал запуска) и «Вывод сигнала запуска» (внутренний сигнал запуска и ручной сигнал запуска).

## Бесконечный сигнал

В режиме Бесконечный сигнал количество циклов сигнала определено как бесконечная величина. Генератор начинает выводить непрерывный волновой сигнал после получения сигнала запуска. Функции форм волны, поддерживающие режим Бесконечный сигнал: Синусоида, Меандр, Пила, Импульс и Произвольные колебания (кроме сигналов Шум и Постоянное напряжение).

Когда функция **Burst** активирована, нажмите софт-клавишу **Тип цикла** для выбора режима «Бесконечный». В режиме отображения График на экране отобразится схематический рисунок бесконечного циклического импульса.

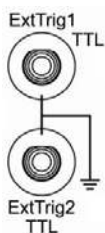


Бесконечный сигнал может быть запущен с помощью «Внутреннего» или «Внешнего» сигналов запуска. Также могут быть заданы следующие параметры: «Начальная фаза», «Задержка», «Ввод сигнала запуска» (внешний сигнал запуска) и «Вывод сигнала запуска» (ручной сигнал запуска).

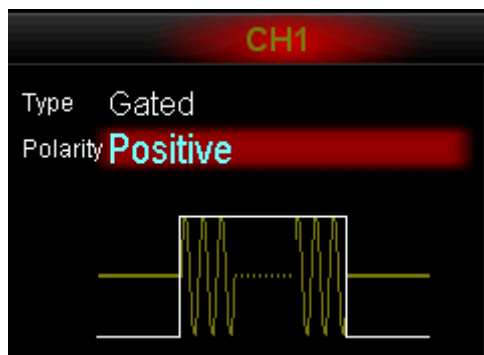
## Стробируемый пакетный сигнал

В режиме Стробируемый пакетный сигнал генератор контролирует выводимый волновой сигнал в соответствии с внешним сигналом из коннектора [ExtTrig] на задней панели (как показано на рисунке ниже). Функции форм волны, поддерживающие режим Стробируемый пакетный сигнал: Синусоида, Меандр, Пила, Импульс, Шум и Произвольные колебания (кроме сигнала Постоянное напряжение).

Когда стробируемый сигнал является «истинным», генератор выводит непрерывный волновой сигнал; когда стробируемый сигнал является «ложным», генератор завершает текущий период, а затем останавливается и поддерживает уровень напряжения, соответствующий первоначальному сигналу. Для сигнала с формой волны «Шум» вывод будет остановлен немедленно, как только стробируемый сигнал окажется «ложным».



Когда функция **Burst** активирована, нажмите софт-клавишу **Тип цикла** для выбора режима «Стробируемый». Затем нажмите софт-клавишу **Полярность** для выбора «положительной» или «отрицательной» полярности. В режиме отображения График на экране можно увидеть, что генератор выводит пакетный сигнал только в случае, если полярность положительная.



Стробируемый пакетный сигнал может быть запущен только через внешний источник сигнала запуска. Пользователем может быть задан параметр «Начальная фаза».



## Фаза пакетного сигнала

Задайте начальные и конечные точки пакетного сигнала.

Когда функция **Burst** активирована, нажмите софт-клавишу **Начальная фаза** и задайте необходимое значение параметра с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений: от 0° до 360°. По умолчанию установлено: 0°.

- Для форм волнового сигнала Синусоида, Меандр и Пила точкой, в которой волна пересекает 0 В (или величина сдвига постоянной составляющей) в положительном направлении, является точка 0°.
- Для произвольных колебаний 0° является первой точкой волны.
- Для сигналов Импульс и Шум настройка **Начальная фаза** не доступна.

## Период пакетного сигнала

Период пакетного сигнала – это время, прошедшее с начала пакетного сигнала N цикла до начала следующего сигнала. Только для пакетного сигнала N цикл в режиме внутреннего сигнала запуска.

- Период пакетного сигнала  $\geq 1 \text{ мкс} + \text{Период сигнала} \times \text{Количество пачек импульсов}$ . Кроме того период сигнала является периодом функции пачки импульсов (Синусоида, Меандр и пр.);
- В случае если период пакетного сигнала слишком мал, тогда генератор автоматически увеличит его, чтобы разрешить вывод сигнала с заданным количеством циклов.

Когда функция **Burst** активирована, нажмите **Тип цикла** → «N Цикл» → **Источник сигнала** → «Внутренний» → **Вернуться** → **Период сигнала**, а затем задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений: от 1 мкс до 500 с. По умолчанию установлено: 10 мкс.

## Настройка полярности

В режиме стробируемого пакетного сигнала генератор будет выводить пакетный сигнал с заданной полярностью стробируемого сигнала, полученного через коннектор [ExtTrig] на задней панели.

Когда функция **Burst** активирована, нажмите **Тип цикла** → «Стробирование» → **Полярность**, а затем выберите необходимое значение. По умолчанию установлено: Положительная полярность.

## Задержка пакетного сигнала

Задержка пакетного сигнала – это время, прошедшее с того момента, как генератор получил сигнал запуска до начала вывода пакетного сигнала N цикл (или Бесконечный). Этот параметр используется только для режимов N цикл и Бесконечный.

Когда функция **Burst** активирована, нажмите **Тип цикла** → «N цикл» или «Бесконечный» → **Задержка**, а затем задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений: от 0 с до 85 с. По умолчанию установлено: 0 с.

## Источники сигнала запуска пакетного сигнала

Источник сигнала запуска пакетного сигнала может быть внутренний, внешний или ручной. Устройство начнет генерировать выводимый пакетный сигнал после того, как получит сигнал запуска, а затем будет ожидать следующего сигнала.

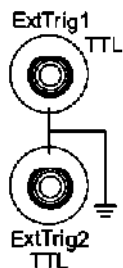
Когда функция **Burst** активирована, нажмите софт-клавишу **Источник сигнала** и выберите «Внутренний», «Внешний» или «Ручной». По умолчанию установлено: «Внутренний».

### 1. Внутренний источник сигнала запуска

Частота выводимого пакетного сигнала определяется параметром «Период пакетного сигнала».

### 2. Внешний источник сигнала запуска

Генератор получает внешний сигнал запуска из коннектора [ExtTrig] на задней панели (как показано на рисунке ниже). Генерирование пакетного сигнала начнется после того, как коннектор получит TTL импульс с указанной полярностью. Чтобы задать необходимую полярность TTL импульса, нажмите софт-клавишу **Ввод сигнала запуска** и выберите «Передний фронт» или «Задний фронт». По умолчанию установлено: «Передний фронт».



### 3. Ручной источник сигнала запуска

Генерирование пакетного сигнала начнется после того, как Вы нажмете софт-клавишу **Ручной** (двухканальное устройство) или клавишу **Trigger** на передней панели (одноканальное устройство).

## Вывод сигнала запуска пакетного сигнала

В режиме пакетного сигнала, когда выбраны внутренний или ручной источники сигнала запуска, генератор будет выводить TTL-совместимый сигнал с указанной полярностью из коннектора [ExtTrig] на задней панели.

- Внутренний источник сигнала запуска: генератор выводит сигнал с изменяемым значением коэффициента заполнения (взаимосвязан с периодом несущей волны и количеством циклов) при форме волнового колебания Меандр из коннектора [ExtTrig] в начале процесса генерирования пакетного сигнала. Период сигнала запуска равен заданному периоду пакетного сигнала;
- Ручной источник сигнала запуска: генератор выводит импульсный сигнал, ширина импульса в котором превышает 1 мкс в начале генерирования пакетного сигнала.
- Внешний источник сигнала запуска: коннектор [ExtTrig] используется как вводящий сигнал коннектор, поэтому вывод сигнала из него невозможен.

Когда выбраны внутренний или ручной источники сигнала запуска, нажмите софт-клавишу **Вывод сигнала запуска** для настройки фронта выходящего сигнала запуска. Настройка по умолчанию: Выключено.

- Выключено: отключить вывод сигнала запуска;
- Передний фронт: вывод сигнала запуска при переднем фронте;
- Задний фронт: вывод сигнала запуска при заднем фронте.



## Глава 8. Вывод сигнала со скачкообразным изменением частоты (опционально)

Генератор DG5000 может выводить сигнал со скачкообразным изменением частоты из одного из каналов или из двух каналов одновременно. Если Вы хотите использовать данную функцию, пожалуйста, установите сначала соответствующую опцию.

### Содержание главы

- Общие сведения о скачкообразном изменении частоты
- Активация функции скачкообразного изменения частоты
- Выбор формы несущей волны
- Переключатель скачкообразного изменения частоты
- Интервал скачкообразного изменения частоты
- Точка начала
- Режимы отображения
- Загрузка диаграммы
- Редактирование диаграммы

## Общие сведения о скачкообразном изменении частоты

Традиционный радиосигнал, работающий на фиксированной частоте, может быть легко перехвачен, подвержен электронным помехам, его свойства безопасности крайне низкие. Скачкообразное изменение частоты – это метод передачи сигналов с расширенным спектром, который использует скачкообразное изменение частоты несущей волны для расширения частотного спектра и широко применяется в помехоустойчивых коммуникационных системах. В таком режиме диапазон частот, используемых для передачи сигнала, в десятки, сотни и даже тысячи раз больше изначального диапазона. Однако в течение некоторого промежутка времени передача ведется с определенной частотой.

При передаче сигнала со скачкообразным изменением частоты используются псевдослучайные последовательности для контроля за скачками частоты несущей волны, которые называются «коды скачкообразной перестройки частоты». В условиях контроля «кода скачкообразной перестройки частоты» правило скачкообразного изменения частоты несущей волны называется «Диаграмма перескока частоты», которая отражает изменение закона частоты несущей волны. Наиболее распространенные коды скачкообразной перестройки частоты являются псевдослучайными последовательностями, созданными на основе  $m$  последовательностей и  $M$  последовательностей.

Псевдослучайные последовательности создаются на основе сочетания регистра сдвига и структуры с обратной связью, имеющие простую структуру, стабильные рабочие характеристики и могут быть быстро синхронизованы.

## Активация функции скачкообразного изменения частоты

На лицевой панели нажмите **Utility** → **Настройка CH1** (или **Настройка CH2**), затем с помощью стрелок **←** **→** перейдите на страницу 2/2 меню и нажмите софт-клавишу **Скачкообразное изменение частоты** для активации данной функции на CH1 (или CH2). Интерфейс настройки данной функции приведен ниже:

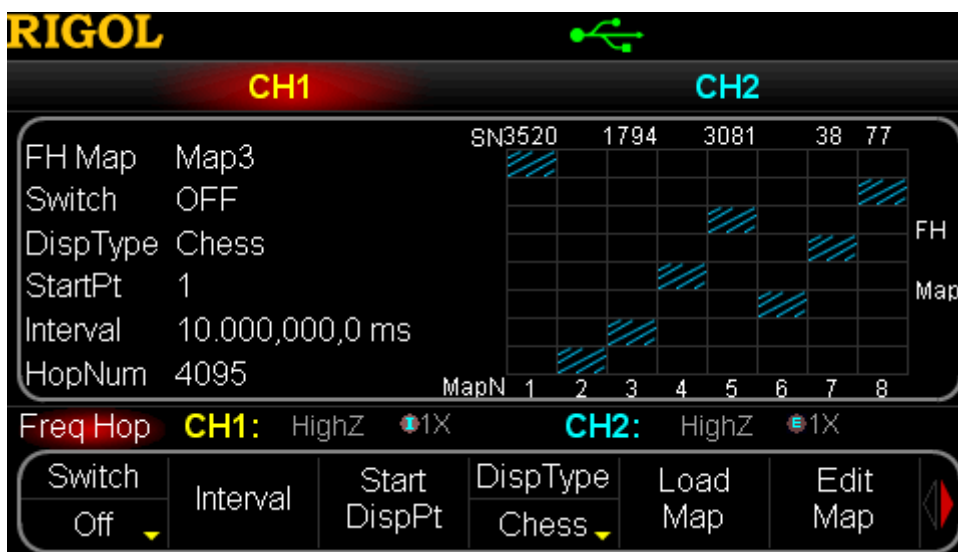


Рис. 8-1 Интерфейс настройки функции скачкообразного изменения частоты

- При включенных функциях **Sweep** или **Burst** функция Скачкообразное изменение частоты не может быть активирована
- В модели DG5000 при активированной функции «Скачкообразное изменение частоты» для несущей волны может использоваться только волновая форма Синусоида. Использование данной функции возможно только при выборе формы волны Синусоида.
- Когда активированы функция **Mod** (только AM или ASK) и функция Скачкообразного изменения частоты, частота несущей волны сигнала AM может изменяться (она не будет изменяться, если включена только функция **Mod**).

## Выбор формы несущей волны

Как было сказано выше, единственной формой волнового сигнала в режиме Скачкообразного изменения частоты может быть Синусоида. Чтобы выбрать форму волны, нажмите клавишу **Sine**.

- Если будет выбрана другая формы волны (кроме Синусоида), генератор автоматически выключит функцию «Скачкообразное изменение частоты»
- Если активирована функция **Mod** (только АМ и АСК), нажмите **Sine**. Синусоида может быть использована, как форма несущей волны сигнала АМ, однако в таком случае частота сигнала АМ будет изменяться.
- Вывод сигнала со скачкообразным изменением частоты не соотносится с «Частотой/Периодом» текущего синусоидального сигнала, но соотносится с его «Амплитудой/Высоким уровнем», «Отклонением/Низким уровнем» и «Начальной фазой». Частота вывода сигнала со скачкообразным изменением частоты зависит от модели генератора, и ее максимальное значение может составлять 250 МГц.

## Переключатель скачкообразного изменения частоты

Когда функция Скачкообразное изменение частоты активирована, нажмите софт-клавишу **Включить/Отключить** и выберите «Включить скачкообразное изменение частоты» для включения. Генератор начнет выводить сигнал из выбранного канала в соответствии с заданными настройками. Пользователь может самостоятельно настроить меню функции скачкообразное изменение частоты. Более подробно читайте в информации ниже.

## Интервал скачкообразного изменения частоты

Интервал скачкообразного изменения частоты – есть временной интервал, по истечении которого одно значение выходной частоты меняется на другое.

Когда функция Скачкообразное изменение частоты активирована, нажмите софт-клавишу **Интервал скачкообразного изменения частоты** и задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений параметра: от 80 нс до 1 с. По умолчанию установлено: 10 мс.



## Точка начала

Выберите точку начала на Диаграмме перескока частоты, изображенной на экране. Выбор точки не изменит вывод.

Когда функция скачкообразное изменение частоты активирована, нажмите софт-клавишу **Точка начала** и введите номер необходимой для редактирования точки с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений ограничена текущими точками перескока частоты (количество кодов скачкообразного изменения частоты). По умолчанию установлено значение: 1 мс. После редактирования этого параметра информация на экране в полях «Данные» и «Сетка» будут обновлены.

## Режимы отображения

Как было описано выше, диаграмма перескока частоты отображает изменение закона скачкообразного изменения частоты несущей волны. Для удобства чтения выводим на дисплей информацию, можно перейти в режим отображения «Диаграмма перескока частоты».

Когда функция скачкообразное изменение частоты активирована, нажмите софт-клавишу **Режим отображения** для выбора режима «Сетка» или «Таблица». По умолчанию установлено: «Сетка».

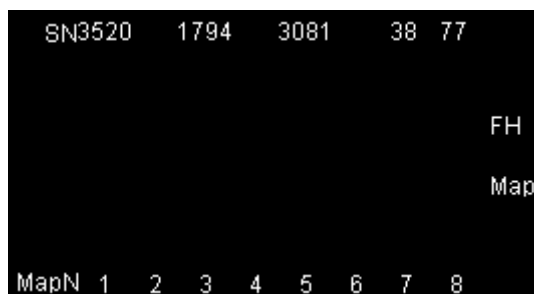


Диаграмма перескока частоты (сетка)

MapN	Freq	SN
1	200.000,000,000,000MHz	3520
2	2.000,000,000,000MHz	2945
3	4.000,000,000,000MHz	1794
4	8.000,000,000,000MHz	3588Map
5	50.000,000,000,000MHz	3081
6	6.000,000,000,000MHz	2067

Диаграмма перескока частоты (таблица)

Рис. 8-2 Диаграммы перескока частоты

Режим отображения «Сетка» позволяет напрямую наблюдать за скачкообразным изменением частоты, тогда как в режим отображения «Таблица» выводятся числовые значения всех частот в течение всего процесса.

## Загрузка диаграммы

Пользователь может загружать сохраненную в памяти устройства или на внешнем носителе диаграмму перескока частоты. Когда функция скачкообразное изменение частоты активирована, нажмите софт-клавишу **Загрузка диаграммы** для выбора диаграммы из «Предустановленные диаграммы», «Сохраненные диаграммы» или «Непостоянные диаграммы».

### 1. Предустановленные диаграммы

В генераторе DG5000 предустановлены 4 диаграммы (Диаграмма 1, Диаграмма 2, Диаграмма 3, Диаграмма 4). После выбора одной из указанных диаграмм она будет немедленно применена для вывода сигнала.

- Диаграмма 1: Период – 16, 16 частот перескока, обычный код скачкообразного изменения частоты;
- График 2: Период – 4096, 4096 частот перескока, псевдослучайный код скачкообразного изменения частоты;
- График 3 и График 4: Период – 4095, 4095 частот перескока, псевдослучайный код скачкообразного изменения частоты.

### 2. Сохраненные диаграммы

Выберите форму волны из внутренней энергонезависимой памяти устройства (Диск С) или с внешнего запоминающего устройства (Диск С и Диск D). Нажмите софт-клавишу **Store/Recall**, чтобы перейти в соответствующий интерфейс (загорится подсветка этой клавиши). Затем найдите и выберите необходимый файл с диаграммой. Более подробно читайте в разделе «**Сохранение и использование**». После выбора файла с диаграммой предшествующая информация, находящаяся в энергозависимой памяти устройства, будет изменена.

### 3. Непостоянные диаграммы

Выберите диаграмму, сохраненную в энергозависимой памяти. Обратите внимание, что если в энергозависимой памяти данные отсутствуют, то данное меню не будет доступно. Затем Вы можете редактировать диаграмму через «**Редактирование диаграммы**» или выбрать диаграмму, «предустановленную» в памяти устройства или «сохраненную» во внутренней энергонезависимой памяти устройства или на внешнем носителе.

## Редактирование диаграммы

Генератор позволяет пользователю редактировать диаграммы перескока частоты, сохраненные как во внутренней памяти, так и на внешнем носителе. Когда функция скачкообразное изменение частоты активирована, нажмите софт-клавишу **Включить/Отключить** и выберите «Выключить скачкообразное изменение частоты», а затем нажмите софт-клавишу **Редактирование диаграммы**.

Пользователь может редактировать точки скачка частоты несущей волны через «Список скачкообразного изменения частоты» и контролировать порядок скачков несущей волны через редактирование «кодов скачкообразной перестройки частоты»

## Список скачкообразного изменения частоты

Нажмите софт-клавишу **Список скачкообразного изменения частоты** для загрузки списка, сохраненного во внутренней памяти или на внешнем носителе, чтобы отредактировать его в энергозависимой памяти, или создайте новый список.

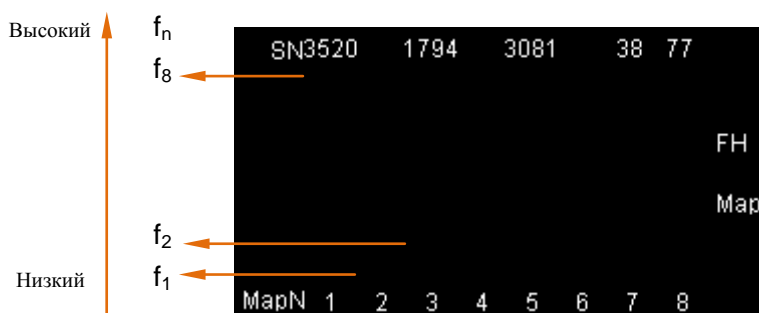


Рис. 8-3 Список скачкообразного изменения частоты на диаграмме перескока частоты

### Загрузка списка скачкообразного изменения частоты

#### 1. Предустановленный список

Нажмите **Загрузить список** → **Предустановленный список** для выбора списка, который содержит повышающиеся значения частоты. Вы можете выбрать список, который содержит 2 (2-Point), 4 (4-Point), 8 (8-Point) или 16 (16-Point) точек.

#### 2. Сохраненный список

Нажмите **Загрузить список** → **Сохраненный список** для перехода в меню «Сохранение и использование». Выберите и восстановите необходимый список, сохраненный во внутренней памяти или на внешнем носителе. Подробнее читайте в разделе «Сохранение и использование».

### 3. Непостоянный список

Нажмите **Загрузить список** → **Непостоянный список** для выбора списка из энергозависимой памяти.

### Редактирование списка

Нажмите софт-клавишу **Редактирование списка** → **Редактирование точки** для перехода в меню редактирования списка.

1. Нажмите софт-клавишу **Текущая точка** и задайте номер точки (показатель  $n$  на рисунке выше), которую необходимо отредактировать, с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений показателя ограничена количеством точек в редактируемом списке.
2. Нажмите софт-клавишу **Текущая частота** и задайте уровень частоты (показатель  $f_n$  на рисунке выше) в текущей точке с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений показателя ограничена максимальным значением частоты вывода генератора.
3. Нажмите софт-клавишу **Назад** для завершения редактирования точек и возвращения на предыдущий уровень меню.

Нажмите софт-клавишу **Сохранить** для перехода в меню «Сохранение и использование». Подробнее читайте в разделе «Сохранение и использование».

### Создание списка

Нажмите софт-клавишу **Создание списка** для перехода в соответствующее меню.

1. Нажмите софт-клавишу **Точки списка** и задайте исходные точки с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Максимальное количество исходных точек: 4096.
2. Нажмите софт-клавишу **Редактирование точки** для перехода в соответствующее меню.
  - Нажмите софт-клавишу **Текущая точка** и задайте номер точки, которую необходимо отредактировать, с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений показателя ограничена количеством исходных точек.
  - Нажмите софт-клавишу **Текущая частота** и задайте уровень частоты в текущей точке с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений показателя ограничена максимальным значением частоты вывода генератора.
  - Нажмите софт-клавишу **Назад** для завершения редактирования точек и возвращения на предыдущий уровень меню.

3. Нажмите софт-клавишу **Сохранить** для перехода в меню «Сохранение и использование» для сохранения списка. Подробнее читайте в разделе «Сохранение и использование».

## Коды скачкообразного изменения частоты

Как показано на рисунке выше, если, например, в системе скачкообразного изменения частоты заданы 8 частот, они обозначаются номерами от 1 до 8. В таком случае {8,1,2,4,6,3,5,7,6,1,2} является простым кодом скачкообразного изменения частоты. Этот код определяет последовательность вывода частот { $f_8, f_1, f_2, f_4, f_6, f_3, f_5, f_7, f_6, f_1, f_2$ }.

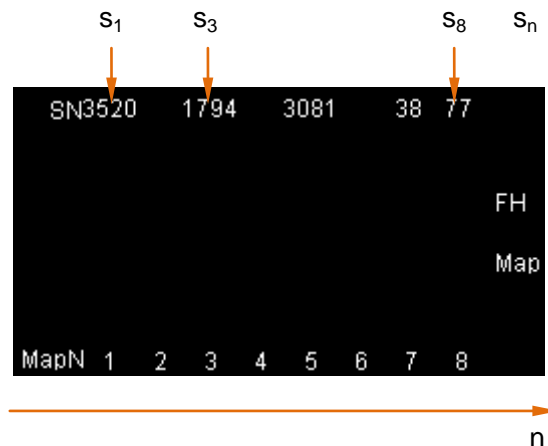


Рис. 8-4 Код скачкообразного изменения частоты на диаграмме

### 1. Предустановленные коды

Нажмите софт-клавишу **Загрузить код** → **Предустановленный код** для выбора одного из трех предустановленных кодов.

- Последовательность: обычная возрастающая последовательность длиной  $n$  точек ( $n$  – количество точек в текущем коде, с максимальной величиной 4096);
- M последовательность: псевдослучайная последовательность длиной 4096 точек;
- m последовательность: псевдослучайная последовательность длиной 4095 точек.

### 2. Сохраненные коды

Нажмите софт-клавишу **Загрузить код** → **Сохраненный код** для перехода в меню «Сохранение и использование». Найдите необходимый код во внутренней памяти

устройства или на внешнем носителе и выберите его. Подробнее читайте в разделе «Сохранение и использование».

### 3. Непостоянные коды

Нажмите **Загрузить код** → **Непостоянный код** для выбора кода из энергозависимой памяти.

### Редактирование секций

Нажмите софт-клавишу **Редактирование кода** → **Редактирование точки** для перехода в меню редактирования кода.

1. Нажмите софт-клавишу **Текущая точка** и задайте номер точки (показатель  $n$  на рисунке выше), которую необходимо отредактировать, с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений показателя ограничена количеством точек в текущей последовательности.
2. Нажмите софт-клавишу **Текущее значение** и задайте значение последовательности текущей точки (показатель  $S_n$  на рисунке выше) с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений показателя ограничена количеством точек в текущей последовательности.
3. Нажмите софт-клавишу **Назад** для завершения редактирования точек и возвращения на предыдущий уровень меню.

Нажмите софт-клавишу **Сохранить** для перехода в меню «Сохранение и использование» для сохранения списка. Подробнее читайте в разделе «Сохранение и использование».

### Создание кода

Нажмите софт-клавишу **Создание кода** для перехода в соответствующее меню.

1. Нажмите софт-клавишу **Точки кода** и задайте исходные точки с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Минимальное количество исходных точек: 2; максимальное количество исходных точек: 4096.
2. Нажмите софт-клавишу **Редактирование точки** для перехода в соответствующее меню.
  - Нажмите софт-клавишу **Текущая точка** и задайте номер точки, которую необходимо отредактировать, с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений показателя ограничена количеством исходных точек.
  - Нажмите софт-клавишу **Текущее значение** и задайте значение последовательности текущей точки с помощью цифровой клавиатуры или

ручки управления. Область допустимых значений показателя ограничена количеством точек в текущей последовательности.

- Нажмите софт-клавишу **Назад** для завершения редактирования точек и возвращения на предыдущий уровень меню.
3. Нажмите софт-клавишу **Сохранить** для перехода в меню «Сохранение и использование» для сохранения кода. Подробнее читайте в разделе «**Сохранение и использование**».

## Сохранение диаграммы перескока частоты

Когда функция скачкообразное изменение частоты активирована, нажмите софт-клавишу **Редактирование диаграммы** → **Сохранить** для перехода в меню «Сохранение и использование», чтобы сохранить диаграмму, находящуюся в энергонезависимой памяти, во внутреннюю память или на внешний носитель. Подробнее читайте в разделе «**Сохранение и использование**».





## Глава 9. Сохранение и использование

В настоящей главе описываются сохранение и использование данных волнового сигнала и состояния устройства.

### Содержание главы

- Общее описание системы памяти
- Выбор типа файла
- Выбор типа отображения
- Сохранить файл
- Читать файл
- Копировать файл
- Вставить файл
- Удалить файл или папку
- Создать новую папку
- Форматирование локального диска
- Бесперебойное соединение с осциллографом

## Общее описание системы памяти

Генератор DG5000 имеет функцию сохранения и восстановления данных волнового сигнала и состояния устройства во внутренней памяти или на внешнем носителе.

Для хранения данных предоставляются одна внутренняя и две внешние директории. Внутренняя директория – «Диск С», внешние директории «Диск D» и «Диск E».

- Диск С: объем памяти 1 Гб, встроенная система управления файлами, позволяющая выполнять все необходимые операции с файлами (наподобие флэш-карты). Таблица волн может быть загружена и сохранена на «Диск С» с помощью функции «Удаленное управление», также на «Диск С» могут быть скопированы файлы с внешнего носителя (флэш-карты).
- Диск D: когда порт USB на лицевой панели устройства распознает вставленную в него флэш-карту, ее можно начинать использовать. Перечень возможных операций с «Диском D» идентичен набору операций с «Диском С».
- Диск E: когда порт USB на лицевой панели устройства распознает вставленную в него флэш-карту, ее можно начинать использовать. Перечень возможных операций с «Диском E» идентичен набору операций с «Диском С».

Нажмите на лицевой панели клавишу **Store/Recall** для активации этой функции (загорится подсветка клавиши) и перехода в меню «Сохранение и использование», изображенное на рисунке ниже.

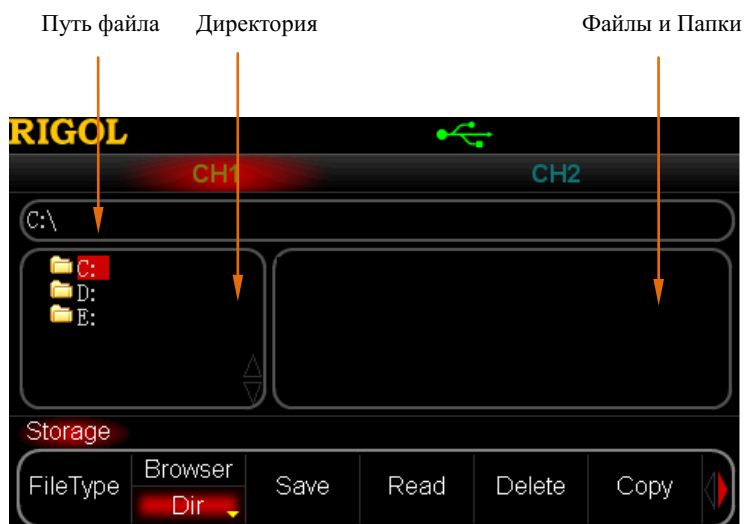


Рис. 9-1 Меню Сохранение и использование

Обратите внимание, что устройство может распознавать файлы, в названиях которых используются символы китайского или английского языков (включая цифры и нижнее подчеркивание). Если в наименовании файлов Вы используете отличные от вышеперечисленных символы, то их отображение может быть некорректным.

## Выбор типа файла

Параметры состояния устройства, которые могут быть сохранены, включают: форма волны, частота, амплитуда, сдвиг постоянной составляющей, коэффициент заполнения, симметричность, фазы двух каналов, а также другие параметры функций модуляции, свипирование частоты и пакетный сигнал.

Нажмите клавишу **Store/Recall** → **Тип файла**, а затем выберите необходимый тип файла из следующих: файл состояния, файл произвольного сигнала, цифровой файл, файл скачкообразного изменения частоты и все файлы.

### 1. Файл состояния

Содержит информацию о рабочем состоянии устройства (.RSF).

### 2. Файл произвольного сигнала

Содержит заданную пользователем форму волны произвольного сигнала (.RAF). Для редактирования файла, пожалуйста, смотрите раздел **«Вывод произвольных сигналов»**.

### 3. Цифровой файл

Содержит заданную пользователем форму волны цифрового сигнала (.RDF). Для редактирования файла вам необходимо установить опциональный цифровой модуль DG-POD-A, а затем нажать **Utility** → **Цифровой** → «Питание вкл.» → **User\***.

### 4. Файл скачкообразного изменения частоты

Содержит измененные пользователем файлы скачкообразного изменения частоты, такие как диаграмма перескока частоты (.RHM), список скачкообразного изменения частоты (.RHL), код скачкообразного изменения частоты (.RHS). Для редактирования файла, пожалуйста, смотрите раздел **«Вывод сигнала со скачкообразным изменением частоты (опционально)»**.

### 5. Все файлы

Отображаются все файлы и папки, находящиеся в выбранной директории.

## Выбор типа отображения

Нажмите **Store/Recall** → **Обзор** для переключения между типами отображения «Директория» и «Файл». Затем выберите необходимую директорию или файл с помощью ручки управления, используйте стрелки Вправо/Влево для открытия и закрытия директории.

- Директория: переключение между Диск С, Диск D (когда вставлена флэш-карта) и Диск E (когда вставлена флэш-карта). Нажатие стрелок Вправо/Влево приводит к открытию и закрытию директорий.
- Файл: переключение между файлами и папками выбранной директории.

## Сохранить файл

### 1. Выберите тип файла

Выберите необходимый тип файла в соответствии с описанием раздела «**Выбор типа файла**». Обратите внимание, если текущим выбранным типом файла является «Все файлы», операция «**Сохранение файла**» будет недоступна.

### 2. Откройте меню ввода имени файла

В меню «Сохранение и использование» выберите Тип отображения «Файл» и нажмите **Сохранить** для перехода в меню ввода имени файл, изображенное на рисунке ниже.

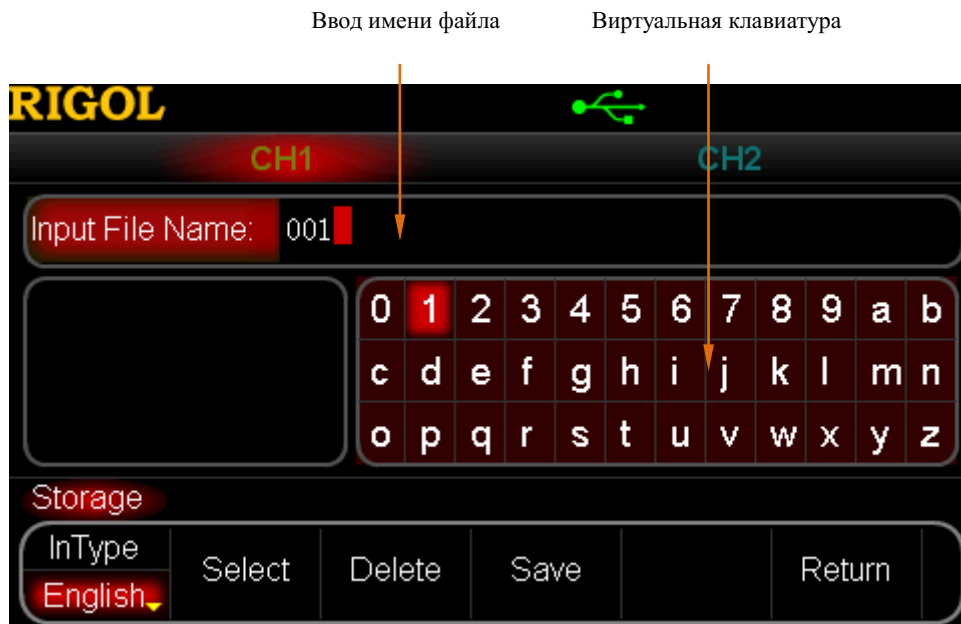


Рис. 9-2 Меню ввода имени файла (английский язык)

### 3. Введите имя файла

Нажмите софт-клавишу **Тип ввода** для выбора Английского или Китайского языков ввода. Имя файла может содержать не более 32 знаков.

- Ввод на английском языке (включая цифры):

Нажмите клавишу +/- на цифровой клавиатуре для переключения регистра ввода.

Как показано на рисунке выше, выберите необходимый знак на виртуальной клавиатуре для наименования файла с помощью ручки управления, затем нажмите софт-клавишу **Выбрать**, после этого выбранный знак отобразится в поле «Ввод имени файла». Таким способом введите все знаки для наименования файла. Нажмите софт-клавишу **Удалить** для удаления выделенного знака в поле «Ввод имени файла».

- Ввод на китайском языке:

Нажмите клавишу +/- на цифровой клавиатуре для переключения регистра ввода.

Как показано на рисунке ниже, выберите необходимый знак на виртуальной клавиатуре помощью ручки управления, затем нажмите софт-клавишу **Выбрать**, после этого выбранный знак отобразится в поле «Ввод пиньинь». После того, как полное имя иероглифа в пиньинь (в китайской транскрипции) будет введено, выберите номер необходимого иероглифа в поле «Отображение иероглифов», после чего выбранный иероглиф отобразится в поле «Ввод имени файла». Таким способом введите все иероглифы для наименования файла. Нажмите софт-клавишу **Удалить** для удаления выделенного иероглифа в поле «Ввод имени файла».



Рис. 9-2 Меню ввода имени файла (китайский язык)

#### 4. Сохраните файл

После того, как имя файла введено, нажмите софт-клавишу **Сохранить** для сохранения файла в выбранной директории с указанным именем и типом файла. После того, как файл будет сохранен, на дисплее появится сообщение, уведомляющее об этом.

## Читать файл

### 1. Выберите тип файла

Выберите тип необходимого файла. Обратите внимание, если текущим выбранным типом файла является «Все файлы», то будет восстановлен текущий выбранный файл.

### 2. Выберите файл для восстановления

Выберите **Тип отображения** «Директория», после чего выберите директорию, в которой сохранен файл, с помощью ручки управления. Затем выберите **Тип отображения** «Файл» и выберите необходимый файл с помощью ручки управления.

### 3. Восстановление файла

Нажмите софт-клавишу **Чтение**, после чего устройство считывает информацию из данного файла и выведет ее на экран.

## Копировать файл

### 1. Выберите документ для копирования

Выберите **Тип отображения** «Директория», после чего выберите директорию, в которой сохранен файл, с помощью ручки управления. Затем выберите **Тип отображения** «Файл» и выберите необходимый файл с помощью ручки управления.

### 2. Скопируйте файл

Нажмите софт-клавишу **Копировать**, после чего устройство скопирует выделенный файл.

## Вставить файл

### 1. Скопируйте файл

Скопируйте файл, следуя инструкциям раздела «**Копировать файл**»

### 2. Выберите место назначения для вставки файла

Выберите **Тип отображения** «Директория», после чего выберите директорию, в которой сохранен файл, с помощью ручки управления.

### 3. Вставьте файл

Нажмите софт-клавишу **Вставить**, после чего устройство вставит скопированный файл в текущую директорию. После того, как файл будет вставлен, на дисплее появится сообщение, уведомляющее об этом.

## Удалить файл или папку

### 1. Выберите файл или папку для удаления

Выберите **Тип отображения** «Директория», после чего выберите директорию, в которой сохранен подлежащий к удалению файл или папка, с помощью ручки управления. Затем выберите **Тип отображения** «Файл» и выберите подлежащий к удалению файл или папку с помощью ручки управления.

### 2. Удалите файл или папку

Нажмите софт-клавишу **Удалить**, после чего выбранный файл или папка (пустая папка) будет удален.



## Создать новую папку

### 1. Выберите тип отображения

В меню «Сохранение и использование» нажмите софт-клавишу **Обзор** и выберите тип отображения «Файл». Затем перейдите на страницу 2/2 меню с помощью стрелок **◀ ▶** и выберите **Новый путь файла**, чтобы перейти в изображенное ниже меню и задать имя папки.



Рис. 9-4 Создание новой папки



### 2. Введите имя папки

Подробное описание смотрите в разделе «Сохранить файл»

### 3. Сохраните папку

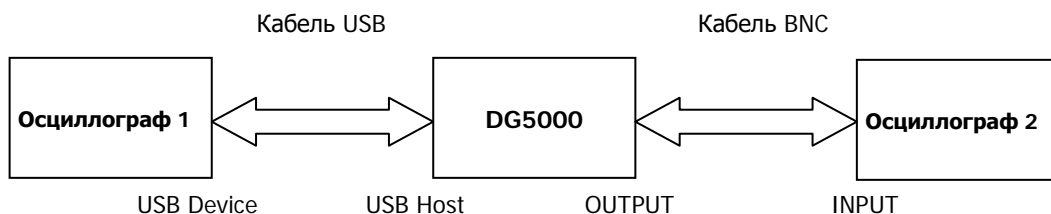
После того, как имя папки введено, нажмите софт-клавишу **Сохранить** для сохранения пустой папки в выбранной директории.

## Форматирование локального диска

В генераторе DG5000 предусмотрена функция форматирования локального диска – Диска С. Для форматирования выберите «Диск С», затем нажмите софт-клавишу **Обзор** и выберите тип отображения «Директория», перейдите на страницу 2/2 меню с помощью клавиш   и нажмите **Форматировать**.

## Бесперебойное соединение с осциллографом

Генератор DG5000 имеет функцию бесперебойного соединения с осциллографом RIGOL стандарта USB-TMC, воссоздавать и выводить данные формы волны, собранные осциллографом, без потерь и искажений.



1. Сначала убедитесь, что измеряемый сигнал стабильно отображается на дисплее осциллографа 1.
2. Подключите генератор DG5000 к осциллографу 1 с помощью USB интерфейса. После этого осциллограф 1 автоматически перейдет в режим удаленного управления.
3. Нажмите клавишу **Store/Recall** на лицевой панели устройства для перехода в соответствующее меню. После этого в поле «Директория» отобразится обозначение осциллографа 1. (см. Рис. 9-1)
4. Выберите осциллограф 1 с помощью ручки управления. Все каналы осциллографа 1 и их состояния (вкл./выкл.) будут отображены в поле «Файлы и папки».
5. Нажмите софт-клавишу **Обзор** и выберите тип отображения «Файл» и переведите курсор на канал для **Чтения**. Генератор автоматически переключится в режим произвольных сигналов (**Arb**) и загрузит форму волнового сигнала, полученную осциллографом 1, в оперативную память. В это же время, в целях защиты измеряемой электроцепи генератор автоматически отключит вывод сигнала. После

того, как пользователь подтвердит, что вывод сигнала с текущими параметрами не повредит измеряемую электроцепь, и включит переключатель канала, тогда генератор начнет выводить произвольный сигнал, получаемый осциллографом 1. Подключите вывод генератора к вводу осциллографа 2 и настройте последний на отображение сигнала, получаемого осциллографом 1.

**Подсказка:** данные сигналов, получаемых осциллографом, сохраняются циклически. Поэтому данные, читаемые генератором, тоже ограничены и может отсутствовать последовательность их фаз. Рекомендуем стабильно отображать интересующий фрагмент сигнала на дисплее осциллографа, после чего с помощью генератора читать и выводить данные в пакетном режиме (**Burst**).



## Глава 10. Расширенные функции

Настоящая глава описывает расширенные функции генератора, включая настройку системных параметров, сохранение и печать формы волнового сигнала, функциональное расширение и настройка портов удаленного управления.

Содержание главы:

- Общее описание расширенных функций
- Настройка канала
- Связь каналов
- Копирование параметров канала
- Настройки системы
- Печать
- Тестирование и калибровка
- Использование внешнего усилителя (опционально)
- Использование цифрового модуля (опционально)
- Настройка интерфейса удаленного управления

## Общее описание расширенных функций

Нажмите клавишу **Utility** на лицевой панели устройства для открытия меню управления расширенными функциями, как показано на рисунке ниже. В меню представлены текущие настройки вывода каналов, адрес GPIB, источник синхросигнала, базовый источник и отклонение частот/фаз при связи каналов, язык системы и значение подаваемого напряжения.

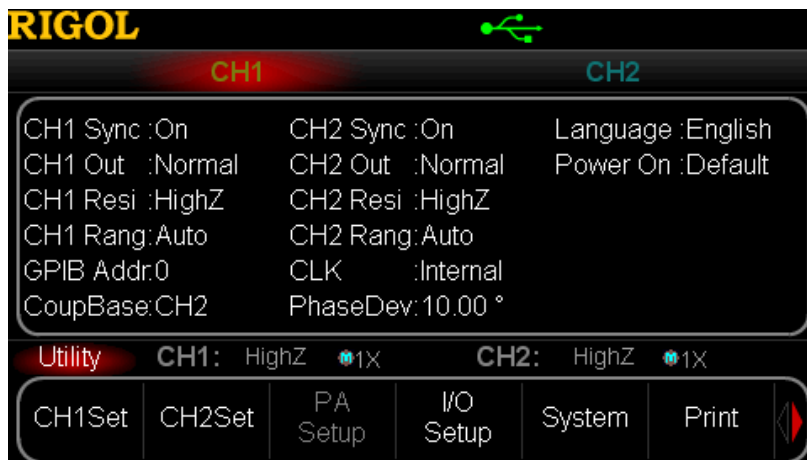


Рис. 10-1 Меню управления расширенными функциями

1. **Настройка CH1:** настройка параметров вывода CH1
2. **Настройка CH2:** настройка параметров вывода CH2
3. **Настройка усилителя мощности (PA):** настройка параметров усилителя мощности. Функция доступна только в случае, если внешний усилитель мощности установлен.
4. **Настройка портов:** Настройка параметров портов ввода-вывода
5. **Настройка системы:** Настройка параметров системы.
6. **Настройка печати:** сохранение информации, отображаемой на дисплее (скриншота), на внешний носитель (флэш карту) или ее печать на PictBridge-совместимом принтере.
7. **Тест/Калибровка:** осуществление тестирования или калибровки системы.
8. **Связь каналов:** осуществление связи каналов.
9. **Копирование параметров канала:** осуществление копирования параметров канала.
10. **Цифровой модуль:** «включение» и «выключение» цифрового модуля. Функция доступна только в том случае, если установлен цифровой модуль.

## Настройка канала

В разделе описываются способы настройки CH1 в качестве примера, настройка CH2 производится аналогичным образом.

## Настройки синхронизации

Генератор DG5000 может выводить синхронизированные сигналы базовых форм волн (кроме сигналов Шум и Постоянное напряжение), свипированные сигналы, пакетные сигналы и модулированные сигналы из коннектора [Sync], который расположен на задней панели двухканального устройства или на передней панели одноканального устройства. Смотрите рисунки ниже:



Коннектор [Sync] двухканальной модели

Коннектор [Sync] одноканальной модели

### 1. Переключатель синхронизации

Включение или выключение сигнала синхронизации через коннектор [Sync]. Нажмите **Utility** → **Настройка CH1** → **Синхронизация**, а затем выберите «Вкл.» или «Выкл.» вывода сигнала.

По умолчанию сигнал синхронизации подается на коннектор [Sync] (включен). Если сигнал синхронизации выключен, уровень выводимого сигнала коннектором [Sync] будет равен низкому логическому уровню.

### 2. Сигналы синхронизации различных форм волн

- Для сигналов синусоида, меандр, пила и импульс сигналом синхронизации является сигнал меандр с коэффициентом заполнения 50%. Когда выводимый сигнал имеет положительную полярность относительно напряжения 0 В (или смещения постоянной составляющей), сигнал синхронизации: TTL высокий уровень. Когда выводимый сигнал имеет отрицательную полярность относительно напряжения 0 В (или смещения постоянной составляющей),

сигнал синхронизации: TTL низкий уровень.

- Для сигналов произвольной формы сигналом синхронизации является сигнал меандр с изменяемым коэффициентом заполнения, TTL высокий уровень – когда генератор выводит первую загруженную точку волнового сигнала.
- Для сигналов AM, FM, PM, PWM и IQ в режиме внутренней модуляции сигнал синхронизации использует частоту модуляции в качестве опорной; сигналом синхронизации является сигнал меандр с коэффициентом заполнения 50%. В первой половине периода модулирующего сигнала – сигнал синхронизации: TTL высокий уровень. В режиме внешней модуляции сигнал синхронизации использует несущую волну в качестве опорной; форма волны сигнала – меандр с коэффициентом заполнения 50%. В случае если несущей волной является произвольный сигнал, то коэффициент заполнения сигнала синхронизации может изменяться.
- Для сигналов ASK, FSK, PSK сигнал синхронизации использует частоты ASK/FSK/PSK в качестве опорных, форма волны сигнала – меандр с коэффициентом заполнения 50%.
- Когда активирована функция скачкообразного изменения частоты, сигнал синхронизации использует интервал скачкообразного изменения частоты в качестве опорного, форма волны сигнала – меандр с коэффициентом заполнения 50%.
- В режиме свипирования, когда функция «Метка частоты» отключена, форма волны сигнала – меандр с коэффициентом заполнения 50%; в начале свипирования – TTL высокий уровень и изменяется на TTL низкий уровень в средней точке. Частота соответствует заданному времени свипирования, а также времени «начала удержания» и «окончания удержания». Когда функция «Метка частоты» включена, в начале свипирования – TTL высокий уровень и изменяется на TTL низкий уровень в точке «Метка частоты».
- Для пакетного сигнала запуска сигнал синхронизации в начале свипирования – TTL высокий уровень и изменяется на TTL низкий уровень в момент, когда заканчивается заданный номер (по счету) цикла (если у сигнала есть соответствующая начальная фаза, точкой пересечения может быть не «0»). Для бесконечного сигнала сигнал синхронизации имеет такую же форму, как и для непрерывного сигнала.
- Для внешнего стробируемого пакетного сигнала сигнал синхронизации соответствует его стробируемому сигналу, который изменится до TTL низкий уровень в момент, когда завершится последний период (если у сигнала есть соответствующая начальная фаза, точкой пересечения может быть не «0»).



## Полярность синхронизации

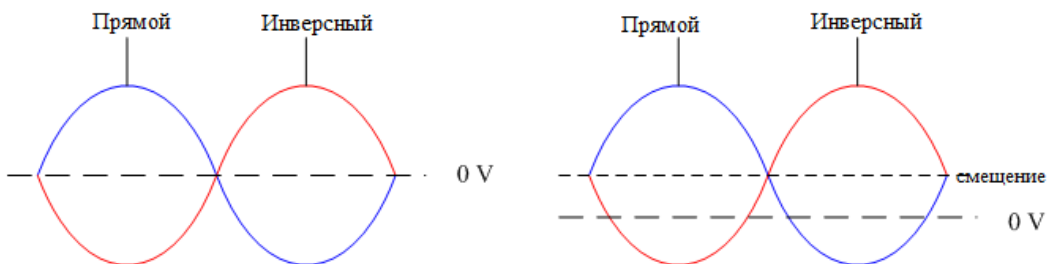
Настройте сигнал синхронизации на коннекторе [Sync], как Прямой выход или Инверсный выход.

Нажмите **Utility** → **Настройка CH1** → **Полярность синхронизации**, а затем выберите «Положительная» или «Отрицательная». Обратите внимание, что сигнал синхронизации, относящийся к волновому сигналу, не будет инверсным, даже если волновой сигнал будет инверсным.

## Полярность вывода

Настройте сигнал синхронизации на коннекторе [Output], как Прямой выход или Инверсный выход.

Нажмите **Utility** → **Настройка CH1** → **Вывод**, а затем выберите «Прямой» или «Инверсный». По умолчанию установлено: «Прямой». Первая половина периода цикла волны имеет положительную полярность в режиме «Прямой» и отрицательную полярность в «Инверсном» режиме.



После того, как сигнал станет инверсным, обратите внимание на следующие ситуации:

- Напряжение смещения нуля на выходе не изменяется;
- Сигнал в режиме отображения график не является инверсным;
- Сигнал синхронизации, относящийся к сигналу, не является инверсным.

## Настройка сопротивления

Настройка сопротивления возможна для таких параметров, как выходная амплитуда и смещение напряжения. Для коннектора [Output] на задней панели генератор обеспечивает фиксированное последовательно соединенное выходное сопротивление 50 Ом. Если фактическая нагрузка отличается от указанной величины, отображаемый уровень напряжения не будет соответствовать напряжению измеряемого устройства. Для обеспечения корректного уровня напряжения настройка нагрузочного сопротивления должна соответствовать фактическому уровню напряжения.

Нажмите **Utility** → **Настройка CH1** → **Сопротивление** для выбора «Высокое сопротивление» или «Нагрузка». По умолчанию установлено: «Высокое сопротивление». При выборе «Нагрузка» задайте величину сопротивления с помощью цифровой клавиатуры. Область допустимых значений показателя: от 1  $\Omega$  до 10 к $\Omega$ . Установлено по умолчанию: 50 Ом. Установленная величина сопротивления будет отображаться на дисплее, как например, на рисунке ниже: величина сопротивления на CH1 – 50 Ом, а на CH2 – “Высокое сопротивление”.



- В случае если настройки сопротивления будут изменены, генератор автоматически перенастроит значения параметров амплитуда вывода и напряжение смещения нуля на выходе. Например, если текущее значение параметра амплитуда составляет «5 Vpp», при изменении выходного сопротивления с показателя «50 Ом» на «высокое сопротивление» отображаемая амплитуда будет увеличена в два раза и составит «10 Vpp»; если текущее выходное сопротивление будет изменено с показателя «высокое сопротивление» на «50 Ом», то отображаемая амплитуда будет уменьшена в два раза (от исходного значения) и составит «2,5 Vpp»
- В случае если текущая настройка сопротивления - «высокое сопротивление», единица измерения параметра амплитуда не может быть установлена как «dBm» (будет недоступной).

## Настройка диапазона

Нажмите **Utility** → **Настройка CH1** → **Диапазон** для выбора «Автоматический» или «Удержание». По умолчанию установлено: «Автоматический».

- Автоматический: генератор выбирает наиболее оптимальные настройки для выходного усилителя мощности и аттенюатора.
- Удержание: автоматическая оптимизация отключается с целью избежания

прерывистости волнового сигнала через включение/выключение реле во время изменения амплитуды. Однако это повлияет на точность амплитуды.



## Настройка коэффициента ослабления напряжения

Данная настройка будет ослаблять (усиливать) текущую амплитуду в соответствии с заданным показателем и формой волны выходного сигнала. Доступные показатели коэффициента ослабления напряжения включают 1X, 2X, 5X и 10X. Нажмите **Utility** → **Настройка CH1** → **Коэффициент ослабления напряжения** для выбора необходимого коэффициента.

Например, если текущий показатель амплитуды составляет «5 Vpp», измените настройку показателя коэффициент ослабления напряжения со значения «1X» до значения «2X». После этого отображаемое на экране значение амплитуды изменится до «2,5 Vpp», однако фактическое значение амплитуды на выходе будет все еще составлять «5 Vpp».

## Активация функции скачкообразного изменения частоты

Генератор DG5000 может выводить сигналы со скачкообразным изменением частоты как из одного из каналов, так и из двух каналов одновременно.

Нажмите **Utility** → **Настройка CH1** (или **Настройка CH2**) → перейдите на страницу 2/2 меню с помощью стрелок  , а затем нажмите софт-клавишу **Скачкообразное изменение частоты** для активации этой функции на CH1 (или CH2).

Подробнее об этой функции читайте в разделе «**Вывод сигнала со скачкообразным изменением частоты (опционально)**»

## Связь каналов

Двухканальные модели генератора DG5000 поддерживают связь выходных частот и фаз каналов. После того, как данная функция активирована, назначьте CH1 или CH2 «базовым» каналом и задайте частотное или фазовое отклонение двух каналов. Затем, когда фаза или частота базового канала будет изменена, соответствующий параметр другого канала изменится автоматически и будет постоянно соответствовать величине заданного отклонения.

Нажмите клавишу **Utility** на лицевой панели и перейдите на страницу 2/2 меню с помощью стрелок **←** **→**, затем нажмите софт-клавишу **Связь каналов** для перехода в соответствующее меню.

Нажмите софт-клавишу **Связь каналов** для «включения» или «выключения» этой функции. По умолчанию установлено: «Выключено».

Нажмите софт-клавишу **Тип связи** для выбора параметра «Отклонение частоты» или «Отклонение фазы», а затем введите необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры.

Выключите функцию **Связь каналов**, а затем нажмите софт-клавишу **Базовый** и выберите «CH1» или «CH2» для выбора базового источника спаривания. Здесь выбран CH2. В таком случае отношение фаз между CH1 и CH2 будет составлять:

$$\varphi_{CH1} = \varphi_{CH2} + 10^\circ$$

Когда базовый источник связи находится в режиме меню «Частота» или «Фаза», на экране будет отображаться метка «\*». На рисунке ниже показано, что в текущий момент устройство находится в режиме связи фаз. Если фаза CH2 изменится на «0°», фаза CH1 будет автоматически подстроена до «10°».

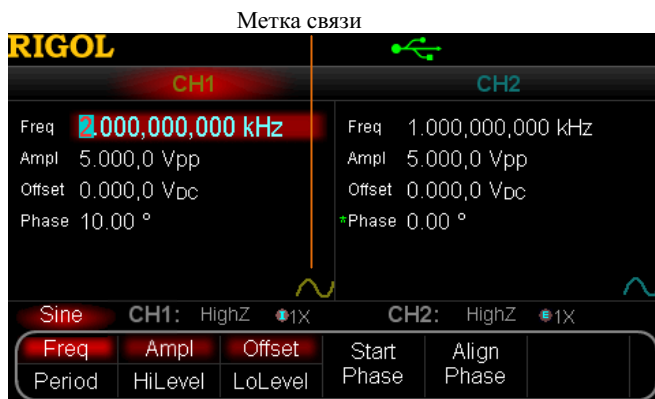




Рис. 10-2 Связь каналов

**Описание ключевых особенностей:**

- Связь каналов возможна только в том случае, если оба канала работают в режимах вывода базовых форм волновых сигналов (Синусоида, Меандр, Пила и произвольные колебания). Исключение составляет сигнал прямой ток (произвольные колебания), при котором связь каналов невозможна.
- Если сумма значений показателя частоты или фазы базового канала и заданного параметра отклонения превышает верхний предел значения показателя частоты или фазы небазового канала, то генератор автоматически изменит значения частоты и фазы небазового канала с тем, чтобы избежать превышения значения параметра.
- Значения показателей частота и фаза небазового источника не могут быть изменены напрямую.
- Если фаза базового канала будет изменена, то фаза небазового канала (фаза, отображаемая в меню) изменится соответственно первой. Таким образом, фазы двух каналов совпадут без выполнения операции «Симметрирования фаз».
- Функции Связь каналов и Копирование параметров канала являются взаимоисключающими. Если функция Связь каналов будет активирована, то меню **Копирование канала** будет деактивировано.

## Копирование параметров канала

Двухканальная модель генератора DG5000 поддерживает функцию копирования параметров канала между двумя каналами. Данная функция позволяет копировать с одного канала на другой такие параметры, как форма волны, частота и амплитуда, а также такие настройки вывода, как сопротивление и полярность.

Нажмите клавишу **Utility** на лицевой панели, перейдите на страницу 2/2 меню с помощью стрелок  , а затем нажмите софт-клавишу **Копирование канала** для перехода в соответствующее меню.

Нажмите софт-клавишу **CH1->CH2** для копирования настроек CH1 на CH2.

Нажмите софт-клавишу **CH2->CH1** для копирования настроек CH2 на CH1.

### Описание ключевых особенностей:

- Функции **Связь каналов** и **Копирование параметров канала** являются взаимоисключающими. Если функция **связь каналов** будет активирована, то меню **Копирование канала** будет деактивировано.
- Параметры всех основных форм волновых сигналов могут быть скопированы, кроме заданных пользователем параметров произвольных сигналов.

## Настройки системы

### Формат чисел

Пользователь может настроить формат отображения десятичного разделителя и разделителя групп разрядов, отображаемых на экране. Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства. Нажмите **Utility** → **Настройки системы** → **Формат чисел** для перехода в соответствующее меню.

- Десятичный разделитель: может быть задан как точка «.» или как запятая «,». По умолчанию установлено: «.».
- Разделитель групп разрядов: может быть задан, как «Включен», «Выключено» или «Пробел». По умолчанию установлено: «Включен».

Формат чисел может быть шести различных комбинаций, как показано на рисунке ниже:

	Точка + «Включено» (Запятая)
	Точка + Пробел
	Точка + «Выключено»
	Запятая + «Включено» (Точка)
	Запятая + Пробел
	Запятая + «Выключено»

**Внимание:** оба знака – десятичный разделитель и разделитель групп разрядов не могут одновременно обозначаться или точкой, или запятой.

## Выбор языка

В настоящее время генератор DG5000 поддерживает меню, помощь, интерфейсы и метод ввода на китайском и английском языках.

Нажмите **Utility** → **Настройки системы** → **Язык** и выберите необходимый язык. Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства и не будет сброшена при «Восстановлении заводских настроек».

## Настройка включения питания

Выберите вариант настройки «По умолчанию» или «Последний». По умолчанию установлено: «По умолчанию».

- Последний: включает все системные параметры, кроме настроек вывода, источника синхросигнала и состояния подключения внешнего модуля.
- По умолчанию: заводские настройки по умолчанию, кроме нескольких параметров (например, язык).

Нажмите **Utility** → **Настройка включения питания** для выбора необходимого варианта настройки. Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства и не будет сброшена при «Восстановлении заводских настроек».



## Восстановление заводских настроек

Восстановление настроек генератора до значений, установленных по умолчанию при выпуске с завода.

Нажмите **Utility** → **Настройки системы** → **Восстановление заводских настроек** → **Подтвердить**, и подсветка клавиши **Utility** потухнет. Генератор переключится в режим Синусоида. Значения параметров по умолчанию перечислены в таблице ниже. Обратите внимание, что пункты, отмеченные «\*», зависят от настроек, сделанных на заводе перед поставкой. Они связаны с особенностями использования устройства пользователями, поэтому операция **Восстановление заводских настроек** на них не повлияет.

Параметры	Значение по умолчанию
<b>Параметры каналов</b>	
Текущая несущая волна	Синусоида
Тип интерфейса	Параметры
Выходной разъем	50 Ом
Синхронизированный вывод	Включен
Настройка диапазона	Автоматическая
Полярность синхронизации	Положительная
Полярность вывода	Прямой
Настройка коэффициента ослабления	X1
Переключатель связи каналов	Выключен
Базовый канал связи	CH1
Тип связи	Отклонение частоты
Отклонение фазы	0°
Отклонение частоты	0 кГц
<b>Базовые волновые сигналы</b>	
Частота	1 кГц
Амплитуда	5 V <sub>pp</sub>
Единица измерения амплитуды	V <sub>pp</sub>
Смещение постоянной составляющей	0 V <sub>DC</sub>

Начальная фаза	0°
Коэффициент заполнения (Меандр)	50%
Симметричность	50%
Коэффициент заполнения (Импульс)	50%
Продолжительность импульса	500 мкс
Фронт импульса	50 ns
<b>Произвольные сигналы</b>	
Предустановленный произвольный сигнал	Sinc
Фактор частотного разделения для нормы выборки	0
Коэффициент заполнения для произвольных импульсных колебаний	50%
Продолжительность импульса произвольного сигнала	50 мкс
Нарастающий фронт импульса произвольного сигнала	2 мкс
Спадающий фронт импульса произвольного сигнала	2 мкс
<b>Скачкообразное изменение частоты</b>	
Переключатель скачкообразного изменения частоты	Выключен
Режим отображения	Сетка
Тип диаграммы	Map1
Интервал скачкообразного изменения частоты	10 мс
Точка начала	1
<b>АМ модуляция</b>	
Источник модуляции	Внутренний

Модулирующая волна	Синусоида
Частота модуляции	100 Гц
Глубина модуляции	100%
<b>FM модуляция</b>	
Источник модуляции	Внутренний
Модулирующая волна	Синусоида
Частота модуляции	100 Гц
Отклонение частоты	1 кГц
<b>PM модуляция</b>	
Источник модуляции	Внутренний
Модулирующая волна	Синусоида
Частота модуляции	100 Гц
Отклонение фазы	90°
<b>PWM модуляция</b>	
Источник модуляции	Внутренний
Модулирующая волна	Синусоида
Частота модуляции	100 Гц
Отклонение продолжительности импульса	20 мкс
Отклонение коэффициента заполнения	20%
<b>ASK модуляция</b>	
Источник модуляции	Внутренний
Скорость ASK	100 Гц
Амплитуда модуляции	2 V <sub>pp</sub>
Полярность ASK	Положительная
<b>FSK модуляция</b>	
Источник модуляции	Внутренний
Скорость FSK	100 Гц
Скачок по частоте	10 кГц
Полярность FSK	Положительная

<b>PSK модуляция</b>	
Источник модуляции	Внутренний
Скорость PSK	100 Гц
Фаза PSK	180°
Полярность PSK	Положительная
<b>IQ модуляция</b>	
Источник модуляции	Внутренний
Скорость передачи в бодах	9600 бод/с.
Кодовая последовательность	PN9
Диаграмма	4QAM
<b>Сви́пирование сигнала</b>	
Тип сви́пирования	Линейное
Номер шага	2
Период сви́пирования	1 с
Задержка начала	0 с
Задержка окончания	0 с
Время возвращения	0 с
Начальная частота	100 Гц
Конечная частота	1 кГц
Центральная частота	550 Гц
Диапазон частот	900 Гц
Метка частоты	Выключено
Источник сигнала запуска	Внутренний
Вывод сигнала запуска	Выключено
Ввод сигнала запуска	Нарастающий фронт
<b>Пакетный сигнал</b>	
Режим пакетного сигнала	N цикл
Количество циклов	1 цикл
Начальная фаза	0°
Задержка сигнала	0 с
Полярность стробируемого сигнала	Положительная
Источник сигнала запуска	Внутренний

Вывод сигнала запуска	Выключено
Ввод сигнала запуска	Нарастающий фронт
Период сигнала	10 мс
<b>Системные параметры</b>	
DHCP	Включено
Автоматический IP	Включено
IP вручную	Выключено
Звуковой сигнал	Включено
Настройка включения питания	По умолчанию
Заставка экрана	Включено
Источник синхросигнала	Внутренний
Десятичный разделитель	Точка
Разделитель групп разрядов	Запятая
Яркость *	В зависимости от заводской настройки
Цвет *	В зависимости от заводской настройки
Язык*	В зависимости от заводской настройки
Горячая клавиша*	Восстановление заводских настроек

## Настройки дисплея

Пользователь может настроить яркость дисплея и цвет заднего фона для выбранного параметра или меню генератора. Нажмите **Utility** → **Настройки системы** → **Настройки дисплея** для перехода в соответствующее меню.

### 1. Настройка яркости

Нажмите софт-клавишу **Настройка яркости** и отрегулируйте яркость дисплея с помощью ручки управления. Область допустимых значений параметра: от 5% до 100%. Длина индикатора яркости при изменении этого параметра будет меняться соответствующим образом (см. рисунок ниже).

Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства и не будет сброшена при «Восстановлении заводских настроек».

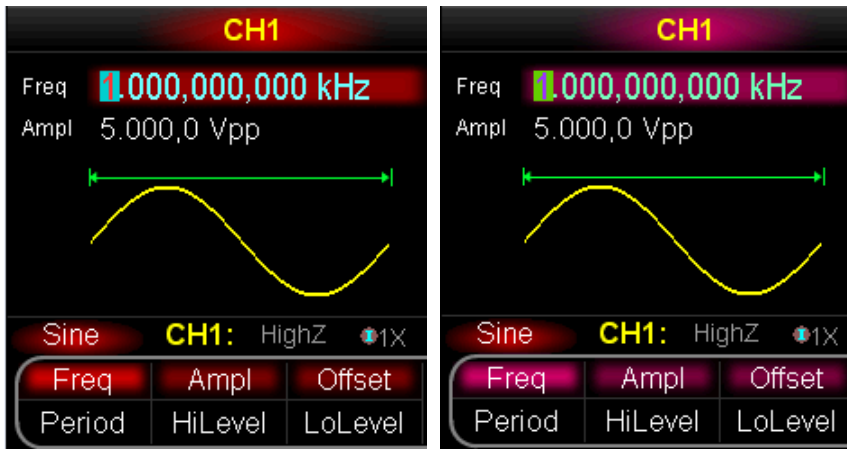


### 2. Настройка цвета

Нажмите софт-клавишу **Настройка цвета** и выберите необходимый из 10 доступных цветов. При выборе различных цветов (Рис. А), будет изменяться шестнадцатеричный код (Рис. В), соответствующий данному цвету. Также изменятся цвета выбранных параметров или меню, как показано на Рис. С и Рис. D.

Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства и не будет сброшена при «Восстановлении заводских настроек».





C)

D)

## Настройка звукового сигнала

Включите или выключите звуковой сигнал действий на лицевой панели и сообщений об ошибке удаленного устройства.

Нажмите **Utility** → **Настройки системы** → **Звуковой сигнал** для его «включения» или «выключения». Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства.

## Настройка заставки экрана

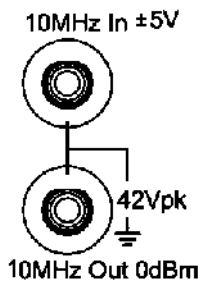
Включите или выключите заставку экрана.

Нажмите **Utility** → **Настройки системы** → **Заставка экрана** для ее «включения» или «выключения». По умолчанию установлено: «Включено». Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства.

## Настройка источника синхросигнала

Внутри генератора встроен 10 МГц-ый источник синхросигнала. Также возможно подключение внешнего источника синхросигнала через коннектор [10MHz In] на задней панели. Кроме того, возможен вывод сигнала источника синхросигнала на внешнее устройство через коннектор [10MHz Out].

Нажмите **Utility** → **Настройки системы** → **Источник синхросигнала** для выбора «внешнего источника» или «внутреннего источника». По умолчанию установлено: «Внутренний источник».



Настройка источника синхросигнала позволяет производить синхронизацию между двумя или более устройствами. При производстве синхронизации двух устройств функция «симметрирование фаз» не работает, так как она может использоваться только для синхронизации фаз двух каналов внутри одного генератора. Различия в фазах двух каналов на двух различных устройствах могут быть откорректированы через изменение параметра «Начальная фаза» каждого канала после синхронизации.

### Способы синхронизации двух и более устройств

- Синхронизация двух устройств:  
Подключите коннектор [10MHz Out] Устройства А (с «внутренним» источником синхросигнала) к коннектору [10MHz In] Устройства В (с «внешним» источником синхросигнала). Установите одинаковые значения параметра Частота для обоих устройств, чтобы начать синхронизацию.
- Синхронизация трех и более устройств (Способ 1):  
Подключите коннектор [10MHz Out] Устройства А (с «внутренним» источником синхросигнала) к коннектору [10MHz In] Устройства В (с «внешним» источником синхросигнала), затем подключите коннектор [10MHz Out] Устройства В (с «внешним» источником синхросигнала) к коннектору [10MHz In] Устройства С (с «внешним» источником синхросигнала) и так далее. Затем установите одинаковые значения параметра Частота для всех устройств, чтобы начать их синхронизацию.



- Синхронизация трех и более устройств (Способ 2):  
Разделите 10 МГц-ый источник синхросигнала устройства (с «внутренним» источником синхросигнала) на несколько каналов, а затем подсоедините их к коннекторам [10MHz In] других устройств (с «внешним» источником синхросигнала). После этого установите одинаковые значения параметра Частота для всех устройств, чтобы начать их синхронизацию.

## Программируемая клавиша

Клавиша **User\*** на лицевой панели генератора может быть запрограммирована пользователем для вызова необходимой (запрограммированной) функции во время проведения любых операций в интерфейсе.

Нажмите **Utility** → **Настройки системы** → **Программируемая клавиша** для перехода в меню программирования клавиши на запуск определенной функции. Выберите в меню необходимую функцию (например, «Восстановление заводских настроек») нажмите софт-клавишу **Выбрать**. Теперь при нажатии клавиши **User\*** Вы будете переходить в меню «Восстановление заводских настроек».



Рис.10-3 Программируемая клавиша

**Внимание:** в случае если системой будет обнаружен цифровой модуль, программируемой клавише автоматически будет присвоена функция «Цифровой модуль». При нажатии клавиши **User\*** пользователь будет попадать в меню редактирования цифрового сигнала. Более подробную информацию о редактировании цифрового сигнала читайте в разделе «Использование цифрового модуля» (опционально)».

## Информация о системе

Нажмите **Utility** → **Настройки системы** → **Информация о системе** для просмотра информации о версии используемого устройства.

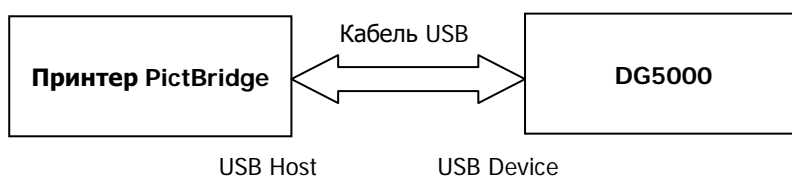


## Печать

Пользователь может сохранять информацию, отображаемую на дисплее (скриншот), на внешнем носителе (флэш карте) или осуществлять ее печать на PictBridge-совместимом принтере. Нажмите **Utility** → **Настройка печати** для перехода в соответствующее меню.

### 1. Печать информации с дисплея через PictBridge-совместимый принтер


Сначала подсоедините PictBridge-совместимый принтер к устройству с помощью USB кабеля, как это показано на рисунке ниже.




Выберите Тип устройства «Принтер» (см. раздел «**Настройка типа USB устройства**»), а затем нажмите софт-клавишу **PictBridge** для перехода в меню настроек.

- **Печать:** Печать скриншота изображения с дисплея после удержания данной клавиши в течение 10 секунд.
- **Копирование:** Задается количество копий к печати с помощью ручки управления. Максимальное количество копий: 9999.
- **Цвет:** выбор «Черно-белой» или «Цветной» печати.
- **Инверсная печать:** «Включение» или «Выключение» функции инверсной печати

### 2. Сохранение информации с дисплея на флэш-карту

Вставьте флэш-карту в устройство. После того, как будет установлено успешное соединение, в строке состояния экрана появится иконка , а также на экране появится всплывающее уведомление.

Нажмите софт-клавишу **Флэш-карта (U диск)**, после чего в строке состояния слева от иконки  загорится значок часов и отсчет времени (10 с.). В течение указанного времени перейдите в тот раздел меню, информацию из которого (скриншот) Вы хотите сохранить на флэш-карте. Генератор

автоматически сохранит изображения в папке «Rigol» на флэш-карте (создаст ее в случае, если она еще не была создана) в точечном формате (\*.BMP). Когда действие будет успешно завершено, на экране появится всплывающее уведомление.

## Тестирование и калибровка

Нажмите **Utility** → **Тестирование и калибровка** для перехода в меню Тест/Калибровка. Пользователь может осуществлять самостоятельное тестирование устройства и проверять информацию его калибровки. Производство пользователем самостоятельной калибровки не рекомендуется. В случае необходимости его калибровки, пожалуйста, обращайтесь в компанию **RIGOL**.

### 1. Самостоятельное тестирование

При нажатии этой клавиши устройство производит самостоятельное тестирование. Операция занимает около 3 секунд.

### 2. Информация самостоятельного тестирования

При нажатии этой клавиши устройство производит проверку информации калибровки.

### 3. Код безопасности

Нажмите эту клавишу и введите правильный код калибровки с помощью ручки управления и стрелок вправо/влево.

### 4. Безопасность

По умолчанию, Безопасность «Включена». После введения правильного кода калибровки Безопасность будет «Выключена».

### 5. Осуществление калибровки

Меню калибровки и возможность калибровки будут активированы только после введения правильного кода калибровки.

## Использование внешнего усилителя (опционально)

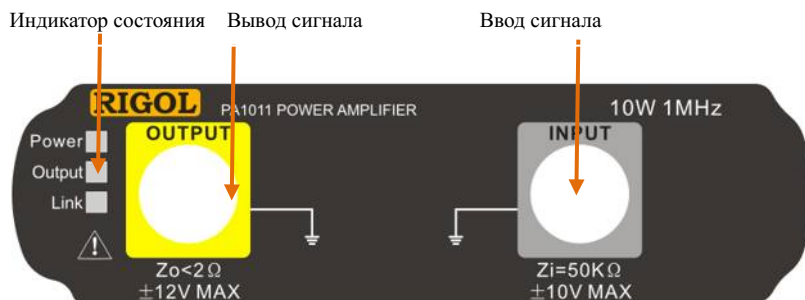
Генератор DG5000 поддерживает соединение с внешним усилителем (который усиливает, а затем выводит сигнал генератора) и настройку его параметров. Для использования внешнего усилителя, пожалуйста, установите дополнительный усилитель PA1011.

Усилитель PA1011 является одной из опций, предлагаемых для генераторов **RIGOL** серии DG. Его характеристики: диапазон частот на уровне полной мощности до 1 МГц, крутизна сигнала (Slew Rate) более 80 V/ $\mu$ s. Он может быть соединен с устройствами серии DG для быстрой постройки испытательного стенда, а также может быть выступать в роли независимого усилителя для использования с другими генераторами сигнала.

### Основные особенности усилителя PA1011:

- Просто и быстро соединяется с устройствами **RIGOL** серии DG или программным обеспечением ПК через USB интерфейс;
- Возможность настройки коэффициента усиления (X1 или X10), полярности (положительная или отрицательная), напряжения смещения нуля на выходе и переключателя вывода.
- Входное сопротивление до 50 кОм.
- Усилитель оборудован интегрированной цепью защиты вывода (защита от перенапряжения, защита от ненормальной внутренней температуры), что позволяет обеспечить его стабильную, надежную и безопасную работу.
- Компактный размер, удобен для переноски и использования

## Лицевая панель



### Индикаторы состояния:

Power: красная лампочка, показывающая, что источник питания подключен

Output: зеленая лампочка, показывающая, что Вывод включен

Link: желтая лампочка, показывающая, что установлено USB соединение



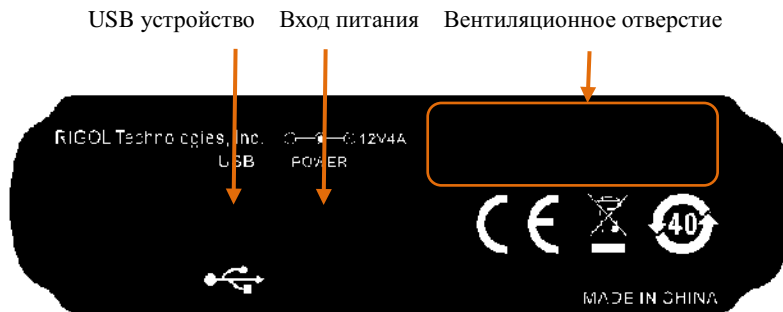
### Внимание

Входное сопротивление устройства  $Z_i = 50 \text{ кОм}$ , а диапазоны входного напряжения  $-10 \text{ В} \sim +10 \text{ В}$  и  $-1,25 \text{ В} \sim +1,25 \text{ В}$  при значениях коэффициента усиления X1 и X10 соответственно. Входы, превышающие указанные выше диапазоны, могут нанести вред устройству или привести к другим негативным последствиям.



### Внимание

Выходное сопротивление устройства  $Z_o < 2 \text{ Ом}$ , а диапазон выходного напряжения  $-12 \text{ В} \sim +12 \text{ В}$ . Хотя усилитель позволяет выводить напряжение, достигающее  $\pm 12,5 \text{ В}$ , общее гармоническое искажение волны может возрасти.

**Задняя панель:****Внимание**

Пожалуйста, не используйте неоригинальные блоки питания при эксплуатации усилителя PA1011. В противном случае это может привести к ухудшению его рабочих характеристик или выходу его из строя.

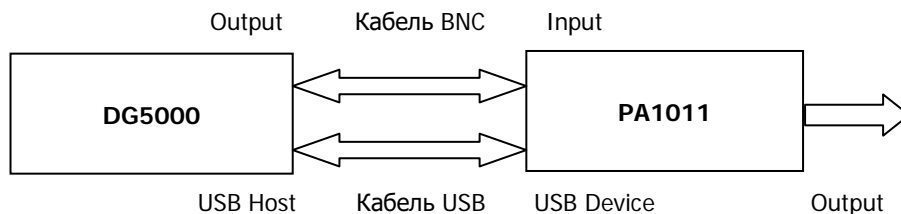
**Внимание**

Пожалуйста, убедитесь, что воздушные каналы с обеих сторон устройства, а также вентиляционные отверстия на задней панели не закрыты, и в них может свободно поступать воздух.

**Комплектация усилителя PA1011:**

Название	Кол-во	Описание
Электрический кабель	1	Соединение источника переменного тока и адаптера
Электрический адаптер	1	Вывод сигналов 12В, 4А
Кабель USB	1	Соединение PA1011 и DG5000
Кабель BNC	1	Соединение PA1011 и DG5000
Компакт-диск	1	Программное обеспечение для работы с PA1011 на ПК.

### Соединение генератора DG5000 и усилителя PA1011:



После того, как усилитель подсоединен, нажмите **Utility** → **Настройка PA** для открытия меню настройки параметров усилителя.

#### 1. Переключатель (вкл./выкл.)

При нажатии этой кнопки внешний адаптер перейдет в состояние «Включен» или «Выключен». Если выбрано «Включен», то усилитель будет усиливать получаемый сигнал и выводить его. Если выбрано «Выключен», усилитель не будет выводить сигнал.

#### 2. Усиление

Нажмите эту кнопку для выбора коэффициента усиления выходного сигнала из усилителя: «X1» или «X10». Коэффициент «X1» показывает, что вывод сигнала производится без усиления; коэффициент «X10» показывает, что осуществляется усиление сигнала в 10 раз, а затем его вывод. Обратите внимание на различия этого параметра и параметра «**Настройка коэффициента ослабления напряжения**» генератора DG5000.

#### 3. Вывод

Нажмите эту клавишу для выбора «Прямого» или «Инверсивного» режима вывода сигнала из усилителя. Обратите внимание на различия этого параметра и параметра «**Полярность вывода**» генератора DG5000.

#### 4. Отклонение

Нажмите эту кнопку для «Включения» или «Выключения» функции величины отклонения вывода сигнала, выходящего из усилителя. Когда выбрано «Включено», задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений параметра от -12 В до 12 В. По умолчанию установлено значение: 0 В.

#### 5. Сохранить



Нажмите эту кнопку, чтобы сохранить текущее рабочее состояние усилителя в его внутренней памяти. При следующем включении данные сохраненного рабочего состояния будут автоматически восстановлены.

**Подсказка**

Ознакомиться с техническими параметрами усилителя PA1011 Вы можете в «Приложении В».

## Использование цифрового модуля (опционально)

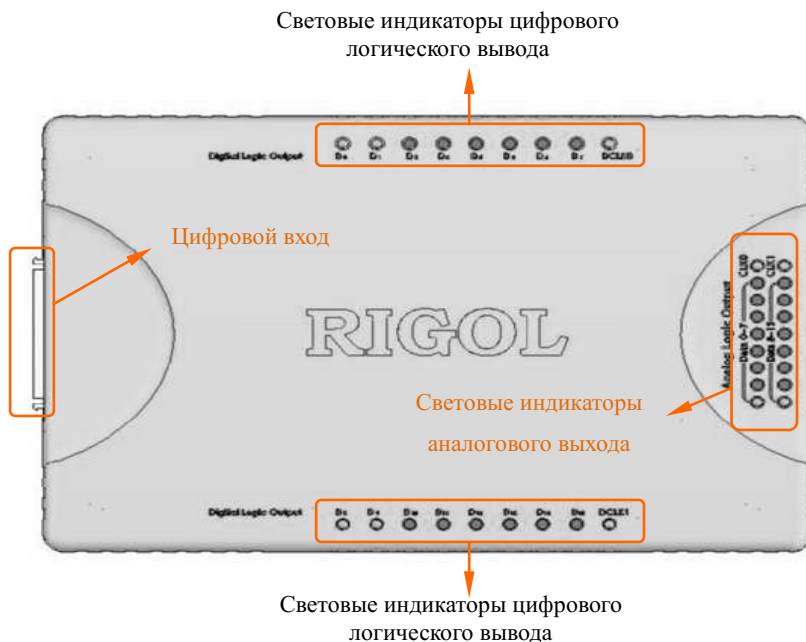
К генератору DG5000 может быть подключен цифровой модуль, генерирующий произвольные сигналы на основе базовых или установленных пользователем протоколов. Для использования вывода цифрового сигнала, пожалуйста, установите дополнительный цифровой модуль DG-POD-A.

DG-POD-A является модулем вывода логического сигнала (Logic signal output module), совместимый с генераторами сигнала **RIGOL** серии DG. Он имеет внешний 16-канальный вывод данных и 2-х канальный вывод синхросигнала. Использование цифрового модуля расширяет функционал генератора DG5000 до набора функций, идентичного полноценному генератору сложных сигналов (Mixed Signal Generator).

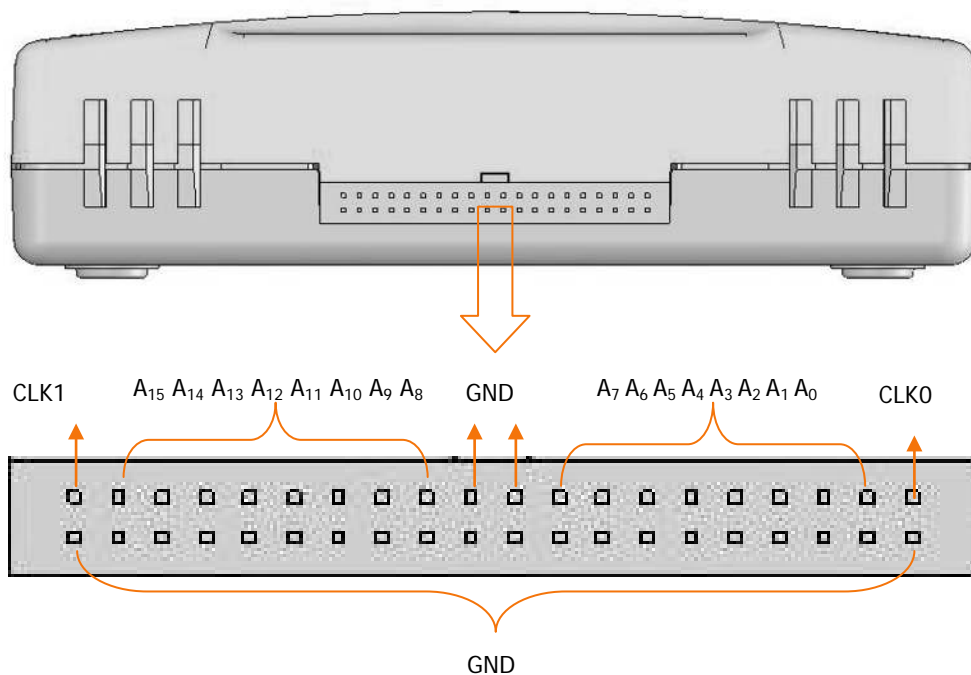
### Основные особенности модуля DG-POD-A:

- Два режима запуска: «Авто» и «Пакетный сигнал»
- Поддержка вывода сигналов на основе протоколов: RS232, SPI, IIC и PO.
- Поддержка установленного пользователем протокола на основе протокола PO.
- Поддержка вывода различных кодовых последовательностей: Все «0», Все «1», резервная «01», псевдослучайные последовательности стандарта IEEE.
- Поддержка редактирования протоколов пользователем через сеть (онлайн).
- Поддержка скорости вывода произвольного сигнала в режиме работы «зависимый».
- Поддержка настраиваемых пользователем каналов вывода, включая линии данных и времени (выбирать из 16+2).
- Поддержка вывода цифровых и аналоговых каналов и их настройки на включение/выключение вывода сигнала.
- Имеется вывод напряжения TTL, LVTTTL, CMOS, LVCMOS, а также задаваемый пользователем.
- Поддержка удаленной настройки.
- Предоставление онлайн поддержки пользователей.

**Внешний вид, порты ввода/вывода:**

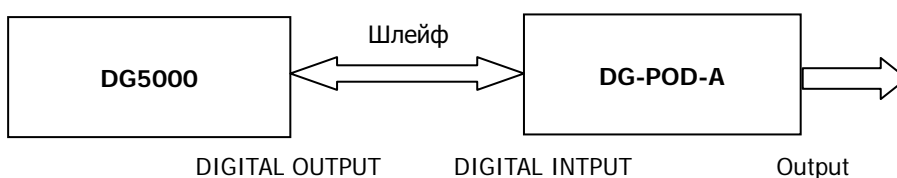


**Описание коннектора аналогового вывода:**



**Комплектация DG-POD-A:**

Название	Кол-во	Описание
Шлейф передачи данных	1 шт.	Соединение генератора DG5000 и модуля DG-POG-A.
Радио частотные коаксиальные линии из SMB в SMA	9 шт.	Соединение цифрового логического вывода с тестируемым устройством
Кабель логического анализатора	20 шт.	Соединение цифрового логического вывода с тестируемым устройством
Клипсы логического анализатора	20 шт.	Используется вместе с кабелем логического анализатора

**Соединение генератора DG5000 и цифрового модуля DG-POG-A:**

После подключения цифрового модуля к генератору система должна автоматически определить его подключение. При этом, программируемой горячей клавише автоматически будет присвоена функция «Цифровой модуль». Нажмите **Utility** → **Цифровой модуль** → «Включить» → **User\*** для редактирования данных цифрового волнового сигнала.

Нажмите софт-клавишу **Протокол** в меню редактирования данных цифрового волнового сигнала для выбора необходимого протокола: RS232, SPI, IIC или PO.

**Подсказка**

Во время редактирования данных цифрового волнового сигнала, мигание клавиши **User\*** говорит о том, что ее необходимо нажать еще раз для немедленного применения измененных параметров к исходящему сигналу.

Ниже описываются приемы управления операционным меню на лицевой панели генератора DG5000 для того, чтобы настроить цифровой модуль на осуществление вывода цифрового сигнала.

## Настройка протокола

Нажмите софт-клавишу **Настройка протокола** для перехода в соответствующее меню. Для различных протоколов устанавливаются различные параметры.

### 1. Настройка протокола RS232

Когда выбран протокол «RS232», нажмите софт-клавишу **Настройка протокола** для перехода в соответствующее меню.

- Нажмите софт-клавишу **Количество разрядов данных** для задания длины передаваемых данных за один кадр: 5 бит, 6 бит, 7 бит или 8 бит.

**Внимание:** если значение параметра «Количество разрядов данных» менее 1 байта (8 бит), в таком случае при выводе наиболее высокий разряд бита отбрасывается. Например, когда значение параметра «Количество разрядов данных» установлено как 7 бит, то при выводе данных 0x08 (00001000) жирным выделенный «0» не выводится.

- Нажмите софт-клавишу **Режим верификации** для выбора одного из режимов: Отсутствует, Нечетная, Четная, Верификация 0 («верификационный» бит зафиксирован на 0) или Верификация 1 («верификационный» бит зафиксирован на 1).
- Нажмите софт-клавишу **Стоповый бит** для выбора 1 бит, 1.5 бит, 2 бит.
- Нажмите софт-клавишу **Скорость передачи** для настройки скорости передачи данных (единица измерения: bps): 2400; 4800; 9600; 19,2k; 38,4k; 57,6k; 115,2k; User. Когда выбрано «User», введите необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений показателя: от 1bps до 60Mbps.

### 2. Настройка протокола SPI

Когда выбран протокол «SPI», нажмите софт-клавишу **Настройка протокола** для перехода в соответствующее меню.

- Нажмите софт-клавишу **Полярность синхросигнала** для выбора «0» или «1», где «0» обозначает отрицательную полярность, а «1» обозначает положительную полярность.
- Нажмите софт-клавишу **Фаза синхросигнала** для выбора «0» или «1», где «0» обозначает 0°, а «1» обозначает 180°.
- Нажмите софт-клавишу **Данных в кадр** для выбора 1 Байт, 2 Байт, 3 Байт.

**Внимание:** количество данных в кадр (**Данных в кадр**) ограничено текущей длиной выводимых данных (смотрите раздел «**Настройка длины выводимых данных**»). Например, при длине выводимых данных в 1 Байт в меню **Данных в кадр** не могут быть установлены значения 2 Байт и 3 Байт.

- Нажмите софт-клавишу **Скорость передачи**, чтобы задать необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений показателя: от 1bps до 60Mbps.
- Нажмите софт-клавишу **Электрический уровень CS** для выбора «L» или «H», где «L» обозначает низкий уровень, а «H» обозначает высокий уровень.

### 3. Настройка протокола ПС

Когда выбран протокол «ПС», нажмите софт-клавишу **Настройка протокола** для перехода в соответствующее меню.

- Нажмите софт-клавишу **Адрес** и выберите User или None, чтобы задать или очистить адрес хоста протокола ПС.
- Нажмите софт-клавишу **Вид действия** для выбора Записать, Читать.
- Нажмите софт-клавишу **Скорость передачи**, чтобы задать необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений показателя: от 1bps до 15Mbps.

### 4. Настройка протокола РО

Когда выбран протокол «РО», нажмите софт-клавишу **Настройка протокола** для перехода в соответствующее меню.

- Нажмите софт-клавишу **Канал-маска**, чтобы выбрать данные одного из каналов (D0~D15) как тристабильную (в трех состояниях) маску канала вывода. «None» показывает, что канал-маска не выбран.

Источник данных канала-маски (D0~D15) – поле редактирования данных (смотрите раздел «**Редактирование данных пользователя**»). В поле редактирования данных, начиная с адреса 00000000, каждые два адреса сохраняют 16-битные данные (в соответствии с каналами-масками D0~D15). Например, для данных «0008», 0x08 соответствует D7~D0, а 0x00 соответствует D15~D8.

«0» в канале-маске показывает, что данные соответствующего бита в тристабильном канале выводятся нормально, тогда как «1» показывает, что вывод соответствующего бита в тристабильном канале с высоким сопротивлением (Z).

- Нажмите софт-клавишу **Тристабильный канал** для выбора одного или нескольких каналов (D0~D15). «None» показывает, что канал-маска не выбран.

Трестаби́льный канал – это канал, на который должна быть наложена маска. На данные трестабильного канала накладываются данные канала-маски для вывода сигнала.

Имеется на выходе трестабильного канала высокое сопротивление или нет, зависит от того, имеют ли данные соответствующего бита в канале-маске значение «1».

**Например:**

Данные канала-маски:	1 0 0 1 1 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 ...
Данные трестабильного канала:	0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 ...
Фактически вывод в трех сост.:	Z 1 0 Z Z 1 0 Z 0 Z 0 Z 0 Z 0 1 0 1 Z 1 0 Z 0 1 ...

- Нажмите софт-клавишу **Последовательность битов** для выбора LSB и MSB. Последовательность битов при выводе данных зависит от выбранного протокола. В протоколе RS232 всегда используется последовательность LSB, в протоколах SPI и IIC используется последовательность MSB. А в протоколе PO возможно использование как LSB, так и MSB последовательностей.  
LSB (Младший значимый бит): например, в данных 00001111, D0 выводит младший значимый бит «1», D7 выводит старший значимый бит «0».  
MSB (Старший значимый бит): например, в данных 00001111, D0 выводит старший значимый бит «0», D7 выводит младший значимый бит 1.
- Нажмите софт-клавишу **Скорость передачи**, чтобы задать необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений показателя: от 1bps до 100Mbps.

## Настройка кодовой последовательности

Нажмите софт-клавишу **Кодовая последовательность** для выбора необходимой кодовой последовательности: Все «0», Все «1», резервная «01», 8PRBS (псевдо-случайная бинарная последовательность), 16PRBS, 32PRBS, User (последовательность, заданная пользователем).

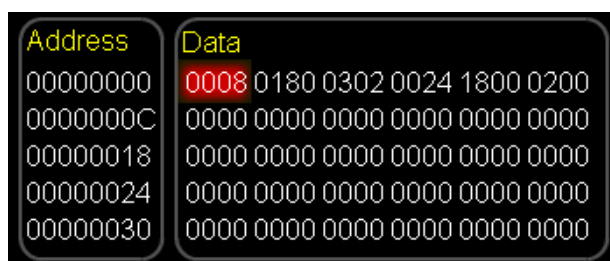
При выборе «User» пользователь может также задать величину начального отклонения. Область допустимых значений параметра: от 0 до 262143 Байт. Данный параметр соотносится с адресом. Значение параметра Величина начального отклонения = 1 обозначает данные, сохраненные в первом адресе (данные 1Байт).

**Внимание:** изменение значения параметра величины отклонения в протоколе PO не изменяет данные канала-маски. Первой маской всегда являются данные, сохраненные в адресе 00000000 и соответствующие каналу-маске настройке пользователя. Например, если канал-маска установлен как «D3», а данные в адресе 00000000 – «0x08», то первой маской будет «1».

## Редактирование данных пользователя

Нажмите софт-клавишу **Редактирование данных** для перехода в меню редактирования данных цифрового сигнала (способы редактирования описаны в разделе «Устанавливаемая вручную кодовая последовательность»). Пользователь может задать данные длиной 131072 слов (262144 Байт). Обратите внимание, что отредактированные пользователем данные могут только когда текущая «Кодовая последовательность» установлена в режиме User.

Хранение данных, отображаемых в поле редактирования данных, осуществляется во внутренней памяти устройства.



Адрес	Данные	Адрес	Данные
00000000	0x08	00000006	0x24
00000001	0x00	00000007	0x00
00000002	0x80	00000008	0x00
00000003	0x01	00000009	0x18
00000004	0x02	0000000A	0x00
00000005	0x03	0000000B	0x02



## Настройка длины выходных данных

Нажмите софт-клавишу **Длина данных** и задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.

Длина выходных данных может иметь различные верхние предельные значения в зависимости от используемого протокола. Если в текущий момент выводится заданная пользователем кодовая последовательность, то сумма длин выходных данных и величины отклонения пользователя не может превышать верхний предел пространства пользователя, а также верхний предел вывода протокола. Верхний предел пространства пользователя: 262144 Байт; верхний предел вывода протокола RS232: 35840 Байт; верхний предел вывода протокола SPI: 40960 Байт; верхний предел вывода протокола PC: 10240 Байт; верхний предел вывода протокола PO: 131072 Байт.

Поскольку протоколы RS232, SPI и PC являются протоколами последовательной связи, для вывода данных каждый раз может быть выбран только один канал. Поэтому, если длина выходных данных составляет 1 Байт, один канал выводит 8 бит данных. Протокол PO, в свою очередь, является протоколом параллельной передачи данных, поэтому для вывода одновременно могут использоваться до 16 каналов. В таком случае, если длина выходных данных составляет 2 Байта, каждый канал выводит только 1 бит данных, то есть всего 16 бит или 2 Байта данных.

Обратите внимание, что при использовании протокола SPI, что если значение длины выходных данных не является натуральным числом, кратным «Данных в кадр», то при выводе используется режим дополнения нулями. Например, если «Данные в кадр» заданы как 3 Байта, а длина выходных данных задана как 5 Байт, то к последнему показателю будет добавлен «0», в результате чего длина выходных данных составит 6 Байт (или два кадра).

## Настройка каналов

Нажмите софт-клавишу **Настройка каналов** для открытия меню настройки канала в выбранном протоколе. Для разных протоколов производится настройка различных параметров. В цифровом модуле установлены 16 каналов данных и два канала синхронизации. Пользователь может самостоятельно задать необходимый канал данных, канала синхронизации и настроит напряжение в канале.

### 1. Настройка канала в протоколе RS232

Когда выбран протокол RS232, нажмите софт-клавишу **Настройка канала** для перехода в соответствующее меню.

- Нажмите софт-клавишу **TX** для выбора канала (D0~D15) в качестве линии данных вывода RS232.
- Нажмите софт-клавишу **Аналоговый канал** для выбора состояния «Вкл.» или «Выкл.». Когда выбрано состояние «Вкл.», может быть произведена настройка напряжения (2.0В – 4.5В) в аналоговом канале цифрового модуля. Когда выбрано состояние «Выкл.», выходное напряжение отсутствует.

Обратите внимание, что напряжение RS232 имеет отрицательную логику и имеет отрицательное напряжение, а цифровой канал не может выводить отрицательное напряжение и всегда выключен.

### 2. Настройка канала в протоколе SPI

Когда выбран протокол SPI, нажмите софт-клавишу **Настройка канала** для перехода в соответствующее меню.

- Нажмите софт-клавишу **SCLK** для выбора канала (D0~D15) в качестве линии синхросигналов вывода SPI;
- Нажмите софт-клавишу **SDA** для выбора канала (D0~D15) в качестве линии данных вывода SPI
- Нажмите софт-клавишу **CS** для выбора канала (D0~D15) в качестве линии CS вывода SPI

Обратите внимание, при настройке SCLK, SDA и CS каждый из каналов (D0~D15) может использоваться только один раз.

- Нажмите софт-клавишу **Цифровой канал** для выбора необходимого значения напряжения цифрового канала в цифровом модуле: 1.8В, 2.5В, 3.3В, 4.0В, «User» или «Выкл.». При выборе «User», область допустимых значений параметра

составит: от 1.4В до 4.2В.

- Нажмите софт-клавишу **Аналоговый канал** для выбора состояния «Вкл.» или «Выкл.». При выборе состояния «Вкл.» может быть задана величина напряжения аналогового канала цифрового модуля. Область допустимых значений параметра составит: от 1.4В до 4.9В. При выборе состояния «Выкл.» напряжение на вывод аналогового канала не подается.

Обратите внимание, что если заданная величина напряжения аналогового канала превышает 4.2В, то величина напряжения цифрового канала автоматически изменится до величины 3/8 от заданной величины напряжения аналогового канала.

### 3. Настройка канала в протоколе IIC

Когда протокол IIC выбран, нажмите софт-клавишу **Настройка канала** для перехода в соответствующее меню.

- Нажмите софт-клавишу **SCLK** для выбора канала (D0~D15) в качестве линии синхросигналов вывода IIC
- Нажмите софт-клавишу **SDA** для выбора канала (D0~D15) в качестве линии данных вывода IIC

Обратите внимание, при настройке SCLK и SDA каждый из каналов (D0~D15) может использоваться только один раз.

- Нажмите софт-клавишу **Цифровой канал** для выбора необходимого значения напряжения цифрового канала в цифровом модуле: 1.8В, 2.5В, 3,3В, 4.0В, «User» или «Выкл.». При выборе «User», область допустимых значений параметра составит: от 1.4В до 4.2В.
- Нажмите софт-клавишу **Аналоговый канал** для выбора состояния «Вкл.» или «Выкл.». При выборе состояния «Вкл.», может быть задана величина напряжения аналогового канала цифрового модуля. Область допустимых значений параметра составит: от 1.4В до 4.9В. При выборе состояния «Выкл.», напряжение на вывод аналогового канала не подается.

Обратите внимание, что если заданная величина напряжения аналогового канала превышает 4.2 В, то величина напряжения цифрового канала автоматически изменится до величины 3/8 от заданной величины напряжения аналогового канала.

### 4. Настройка канала в протоколе PO

Когда выбран протокол PO, нажмите софт-клавишу **Настройка канала** для перехода в

соответствующее меню.

- Нажмите софт-клавишу **Линия данных** для перехода в меню настройки параметров Линии передачи данных. Затем нажмите софт-клавишу **Состояние** для выбора «Настройки пользователя», «Все вкл.» и «Все выкл.».  
«Настройки пользователя»: выберите один или несколько каналов (D0~D15) в качестве линий передачи данных для вывода РО.  
«Все вкл.»: включить вывод данных для всех каналов.  
«Все выкл.»: выключить вывод данных для всех каналов.
- Нажмите софт-клавишу **SCLK** для выбора C0 или C1 в качестве линии времени для вывода РО, где C0 и C1 выступают в качестве DCLK0 и DCLK1 цифрового модуля соответственно.
- Нажмите софт-клавишу **Фаза** для выбора фазы синхросигнала: 0°, 90°, 180°, 270°.
- Нажмите софт-клавишу **Цифровой канал** для выбора необходимого значения напряжения цифрового канала в цифровом модуле: 1.8В, 2.5В, 3.3В, 4.0В, «User» или «Выкл.». При выборе «User», область допустимых значений параметра составит: от 1.4В до 4.2В.
- Нажмите софт-клавишу **Аналоговый канал** для выбора состояния «Вкл.» или «Выкл.». При выборе состояния «Вкл.», может быть задана величина напряжения аналогового канала цифрового модуля. Область допустимых значений параметра составит: от 1.4В до 4.9В. При выборе состояния «Выкл.», напряжение на вывод аналогового канала не подается.

Обратите внимание, что если заданная величина напряжения аналогового канала превышает 4.2В, то величина напряжения цифрового канала автоматически изменится до величины 3/8 от заданной величины напряжения аналогового канала.

## Настройка запуска

В цифровом модуле имеются два режима запуска: «Авто» и «Пакетный сигнал»

«Авто»: режим запуска по умолчанию. Пользователь может задать интервал запуска, нажав софт-клавишу **Интервал запуска**. Необходимое значение задается с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений параметра: от 0с до 30с.

«Пакетный сигнал»: нажмите **Burst** → **Источник сигнала** для выбора режима «Внутренний», «Внешний» или «Ручной». Подробнее подробно смотрите в разделе «**Источники запуска пакетного сигнала**». Заметьте, что в данном случае задать интервал запуска невозможно.

### Подсказка

Ознакомиться с техническими параметрами цифрового модуля Вы можете в «**Приложении С**».

## Настройка интерфейса удаленного управления

Генератор DG5000 оснащен такими интерфейсами, как USB, GPIB (IEEE-488) и LAN; при этом возможен доступ к настройкам параметров I/O посредством удаленного управления через интерфейсы GPIB и LAN (параметры USB в настройке не нуждаются).

Нажмите **Utility** → **Настройка интерфейса** для перехода в соответствующее меню, а затем выберите GPIB или LAN. Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства.

### Настройка адреса GPIB

Каждое устройство в интерфейсе GPIB (IEEE-488) должно иметь свой уникальный адрес.

Нажмите **Utility** → **Настройка интерфейса** → **Адрес GPIB** и задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений параметра: от 0 до 30. По умолчанию установлено значение: 2. Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства.

### Настройка параметров локальной сети (LAN)

Нажмите **Utility** → **Настройка интерфейса** → **LAN** для перехода в меню настройки локальной сети, изображенное на рисунке ниже.

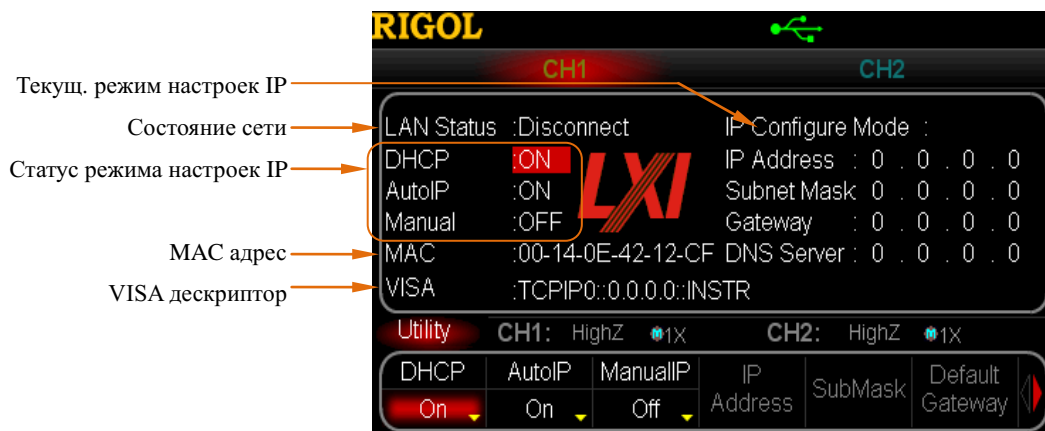


Рис. 10-4 Меню настройки локальной сети (LAN)

## Состояние сети

На дисплей генератора могут выводиться различные сообщения, оповещающие о текущем состоянии сети

- Сеть подключена: соединение с локальной сетью произведено успешно
- Сеть отключена: соединение с локальной сетью прервано

## MAC адрес

Для генератора MAC адрес всегда уникален. Он используется для идентификации устройства во время предоставления ему IP адреса в сети.

## VISA дескриптор

Дескриптор отображает текущий IP адрес устройства.

## Режим настройки IP адреса

Существуют несколько режимов настройки IP адреса, такие как протокол динамической конфигурации узла (DHCP), автоматический и ручной. В случае если в текущий момент соединение с сетью прервано, то в поле «Текущий режим настроек IP» на дисплее ничего отображаться не будет. В различных режимах настроек IP IP-адрес и другие сетевые параметры будут отличаться.

### 1. Протокол динамической конфигурации узла (DHCP)

- В этом режиме сервер DHCP текущей сети назначает параметры локальной сети, например IP адрес генератора;
- Нажмите софт-клавишу **DHCP** и выберите «Вкл.» или «Выкл.» для включения или выключения режима DHCP.

### 2. Автоматический

- В этом режиме генератор получает IP адрес от 169.254.0.1 до 169.254.255.254, маска подсети 255.255.0.0.
- Нажмите софт-клавишу **Автоматический** и выберите «Вкл.» или «Выкл.» для включения или выключения режима Автоматический. Для активации этого режима, DHCP должен быть в состоянии «Выкл.».

### 3. Ручной

- В этом режиме сетевые параметры генератора, например IP адрес, устанавливаются пользователем
- Нажмите софт-клавишу **Автоматический** и выберите «Вкл.» или «Выкл.»

для включения или выключения режима Ручной. Для активации этого режима режимы DHCP и Автоматический должны быть в состояниях «Выкл.».

- Формат IP адреса nnn.nnn.nnn.nnn. Первые три nnn могут иметь значения от 0 до 223 (кроме 127), остальные тройки nnn могут иметь значения от 0 до 255. Рекомендуем получить доступный IP адрес у Вашего системного администратора.
- Нажмите софт-клавишу **IP адрес** и задайте необходимый IP адрес с помощью цифровой клавиатуры или стрелок вправо/влево. Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства и будет загружена автоматически при подключении к нему питания в том случае, если режимы **DHCP** и **Автоматический** будут находиться в состояниях «Выкл.».

#### Подсказка

- Если все три режима настроек IP адреса будут включены, приоритет режимов настроек следующий (от высшего к низшему): DHCP, Автоматический, Ручной.
- Все три режима настроек IP не могут одновременно находиться в состоянии «Выкл.»

### Настройка маски подсети

В ручном режиме настройки IP адреса возможна настройка «параметров маски подсети» вручную.

- Формат маски подсети: nnn.nnn.nnn.nnn. При этом все тройки nnn могут иметь значения от 0 до 255. Рекомендуем получить доступную маску подсети у Вашего системного администратора.
- Нажмите софт-клавишу **Маска подсети** и задайте необходимую маску подсети с помощью цифровой клавиатуры или стрелок вправо/влево. Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства и будет загружена автоматически при подключении к нему питания в том случае, если режимы **DHCP** и **Автоматический** будут находиться в состояниях «Выкл.».

### Настройка шлюза по умолчанию

В ручном режиме настройки IP адреса возможна настройка «шлюза по умолчанию» вручную.

- Формат шлюза по умолчанию: nnn.nnn.nnn.nnn. Первые три nnn могут иметь значения от 0 до 223 (кроме 127), остальные тройки nnn могут иметь значения от 0



до 255. Рекомендуем получить доступный шлюз по умолчанию у Вашего системного администратора.

- Нажмите софт-клавишу **Шлюз по умолчанию** и задайте необходимую маску подсети с помощью цифровой клавиатуры или стрелок вправо/влево. Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства и будет загружена автоматически при подключении к нему питания в том случае, если режимы **DHCP** и **Автоматический** будут находиться в состояниях «Выкл.».

### Настройка сервера доменных имен (DNS)

В ручном режиме настройки IP адреса возможна настройка «сервера DNS» вручную.

- Формат адреса сервера DNS: nnn.nnn.nnn.nnn. Первые три nnn могут иметь значения от 0 до 223 (кроме 127), остальные тройки nnn могут иметь значения от 0 до 255. Рекомендуем получить доступный адрес «сервера DNS» у Вашего системного администратора.
- Нажмите софт-клавишу **Сервер DNS** и задайте необходимый с помощью цифровой клавиатуры или стрелок вправо/влево. Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства и будет загружена автоматически при подключении к нему питания в том случае, если режимы **DHCP** и **Автоматический** будут находиться в состояниях «Выкл.».

### Настройка имени хоста

Рекомендуем проконсультироваться у Вашего системного администратора о необходимости использования имени хоста и какого конкретно.

Нажмите софт-клавишу **Имя хоста** и задайте необходимое имя с помощью цифровой клавиатуры или стрелок вправо/влево. Его максимальная длина может составлять до 16 знаков (буквы, цифры, точки, тире). Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства.

### Настройка доменного имени

Рекомендуем проконсультироваться у Вашего системного администратора о необходимости использования доменного имени и какого конкретно.

Нажмите софт-клавишу **Доменное имя** и задайте необходимое имя с помощью цифровой клавиатуры или стрелок вправо/влево. Его максимальная длина может составлять до 16 знаков (буквы, цифры, точки, тире). Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства.

## Настройки по умолчанию

Нажмите софт-клавишу **Настройки по умолчанию** для восстановления параметров локальной сети (LAN) для значений по умолчанию. По умолчанию режимы «DHCP» и «Автоматический» будут находиться в состояниях «Вкл.», в то время, как «Ручной» будет в состоянии «Выкл.».

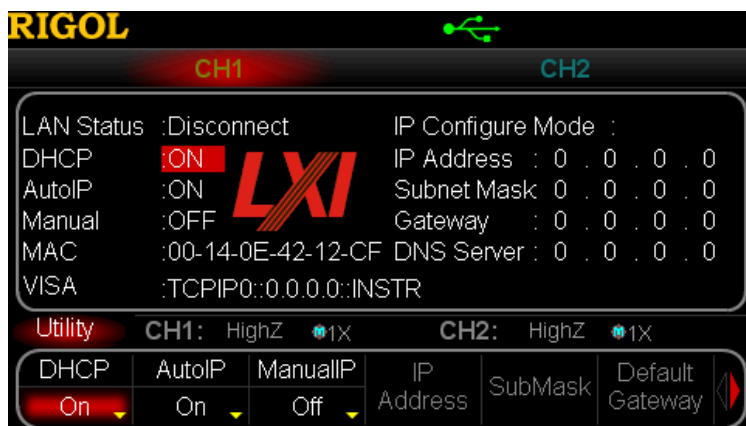


Рис. 10-5 Настройки LAN по умолчанию

## Текущие настройки

Нажмите софт-клавишу **Текущие настройки** для проверки MAC адреса устройства, текущих параметров локальной сети и информации о ее статусе.

## Подтвердить

Нажмите софт-клавишу **Подтвердить**, чтобы применить текущие настройки параметров локальной сети.

## Настройка типа USB устройства

Как было описано выше, к интерфейсу USB Device на задней панели генератора может быть подключен ПК или PictBridge-совместимый принтер. При использовании нескольких устройств необходима настройка генератора для использования каждого устройства по-отдельности.

Нажмите **Utility** → **Настройка интерфейса** → **Настройка USB** для выбора «Компьютер» или «Принтер», в зависимости от того, какое устройство в текущий момент подключено к генератору.



## Глава 11. Удаленное управление

Удаленное управление генератором DG5000 может осуществляться двумя основными способами:

### Программирование пользователем

Пользователь может программировать устройство и управлять им на основе команд SCPI (Стандартных команд для программируемых приборов). Более подробную информацию о командах и программировании читайте в «Руководстве по программированию».

### Использование программного обеспечения для ПК от RIGOL или других производителей

Пользователь может использовать программное обеспечение (ПО) для ПО «Ultra Sigma» (компания **RIGOL**), «Measurement & Automation Explorer» (компания National Instruments Corporation) или «Agilent IO Libraries Suite» (компания Agilent Technologies, Inc.) для осуществления удаленного управления генератором DG5000.

Генератор DG5000 может соединяться с ПК посредством таких интерфейсов, как USB, LAN и GPIB. В настоящей главе подробно описывается использование ПО «Ultra Sigma» для удаленного управления генератором через различные интерфейсы. Для получения данного программного обеспечения и подробных инструкций его использования, пожалуйста, свяжитесь с компанией **RIGOL**.

Содержание главы:

- Управление через USB интерфейс
- Управление через LAN интерфейс
- Управление через GPIB интерфейс

## Управление через USB интерфейс

### 1. Соедините устройства

Подключите генератор (USB устройство) к ПК с помощью кабеля USB.

### 2. Установите USB драйвер

Так как генератор является USB-TMC устройством, после того, как генератор будет подключен к ПК и оба устройства будут включены, на экране ПК появится всплывающее сообщение Мастера обновления оборудования. Пожалуйста, установите «USB Test and Measurement Device» в соответствии с указаниями Мастера обновления оборудования.

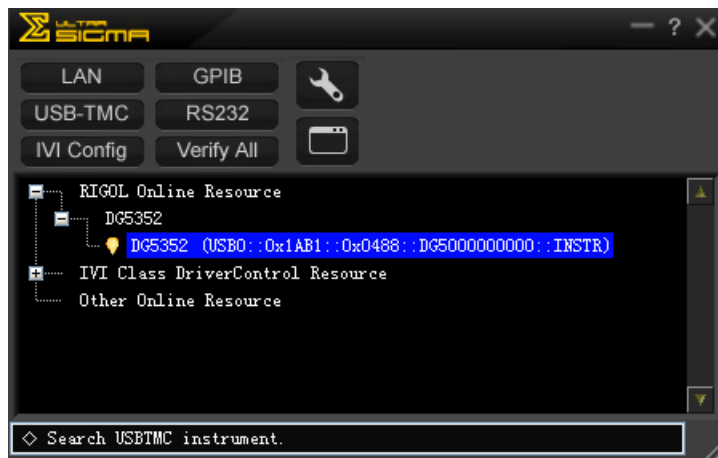
### 3. Поиск источника устройства

Откройте программное обеспечение Ultra Sigma. Оно автоматически начнет поиск источников генератора, которые были автоматически соединены с ПК через USB, или нажмите **USB TMC** для поиска вручную. Строка состояния Ultra Sigma во время поиска показана на рисунке ниже:



### 4. Просмотр источников устройства

Источники, которые были найдены с помощью поиска, будут отображены в списке «RIGOL Online Resource». Также будут отображаться модель устройства и информация USB интерфейса, как показано на рисунке ниже:



## 5. Коммуникационный тест

Кликните правой кнопкой мыши по имени источника «DG5352 (USB0::0x1AB1::0x0488::DG5000000000::INSTR)», выберите «Instrument Common RIGOL SCPI ControlPanel V1» для перехода в меню, приведенное на рисунке ниже, из которого можно посылать команды на генератор и читать данные с него.



## Управление через LAN интерфейс

### 1. Соедините устройства

Подключите генератор к вашей локальной сети через LAN интерфейс

### 2. Настройте параметры сети

Настройте параметры локальной сети для генератора в соответствии с описанием в «Расширенные функции → Настройка интерфейса удаленного управления».

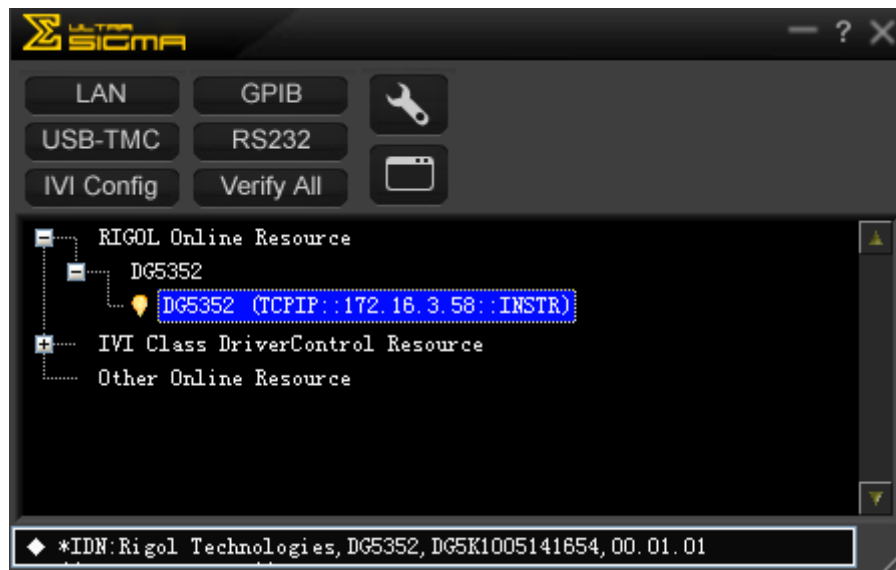
### 3. Поиск источника устройства

Откройте программное обеспечение Ultra Sigma. Нажмите **LAN** и оно автоматически начнет поиск источников генератора, которые были автоматически подсоединены к локальной сети. Строка состояния Ultra Sigma во время поиска показана на рисунке ниже:



### 4. Просмотр источников устройства

Источники, которые были найдены с помощью поиска, будут отображены в списке «RIGOL Online Resource», как показано на рисунке ниже:

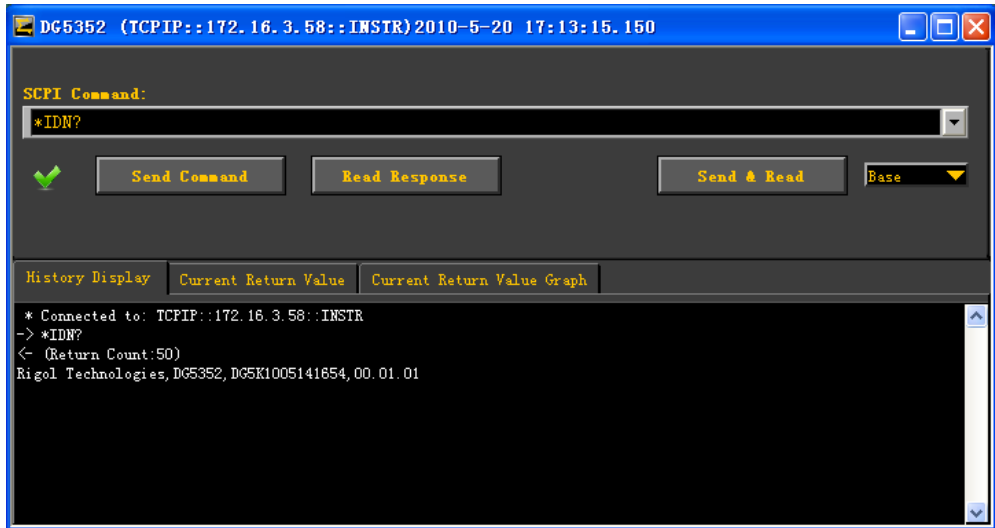


### 5. Коммуникационный тест

Кликните правой кнопкой мыши по имени источника «DG5352»



(TCP/IP::172.16.3.58::INSTR)), выберите «Instrument\_Common\_RIGOL\_SCPIControlPanel\_V1» для перехода в меню, приведенное на рисунке ниже, из которого можно посылать команды на генератор и читать данные с него.



## 6. Загрузка веб-страницы LXI

Генератор соответствует стандарту LXI-C. Пользователь может загрузить веб-страницу LXI через ПО «Ultra Sigma» (кликните правой кнопкой на имя источника устройства и выберите LXI-Web). На этой странице приведена различная важная информация об устройстве, такая как: модель генератора, производитель, серийный номер, описание, MAC адрес и IP адрес (см. рисунок ниже).



## Управление через GPIB интерфейс

### 1. Соедините устройства

Подключите генератор к вашему ПК через GPIB кабель

### 2. Установите драйвер карты GPIB

Установите драйвер карты GPIB, которая была установлена на Ваш ПК.

### 3. Настройте GPIB адрес

Настройте параметры GPIB адреса для генератора в соответствии с описанием в «Расширенные функции → Настройка интерфейса удаленного управления».

### 4. Поиск источников устройства

Откройте программное обеспечение Ultra Sigma и нажмите **GPIB** для открытия панели, приведенной на рисунке ниже. Затем нажмите «Search» и ПО начнет поиск источников генератора, которые были автоматически подсоединены к ПК через интерфейс GPIB. Когда источник GPIB будет обнаружен, его имя будет отображено в правой части панели.



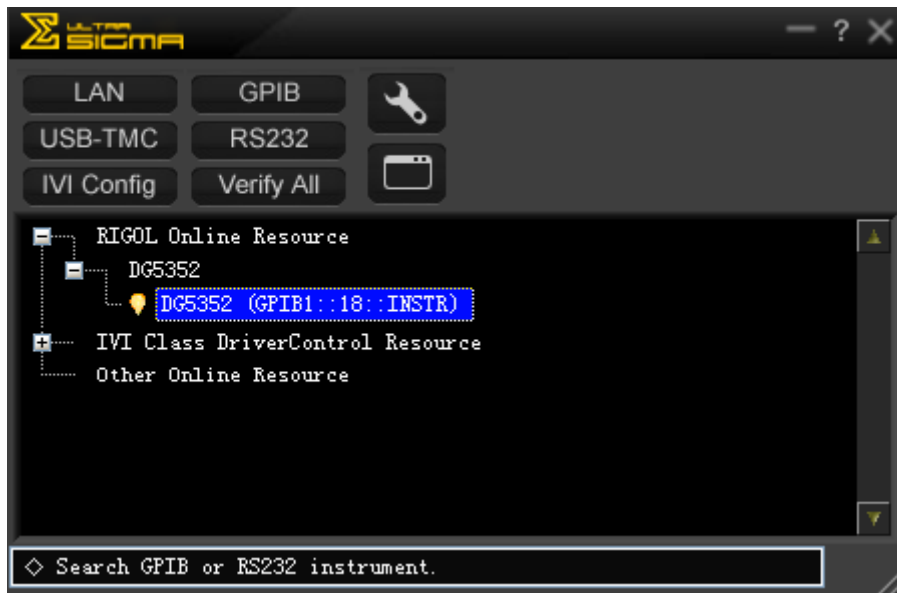
#### Если источники не будут найдены в автоматическом режиме:

- Выберите адрес карты GPIB на ПК в выпадающем меню «GPIB::» и настройку GPIB адреса генератора в выпадающем меню «INSTR::».
- Нажмите «Test» для проверки связи GPIB. В случае если связь нарушена, следуйте указаниям сообщений-подсказок для разрешения проблемы.

### 5. Просмотр источников устройства

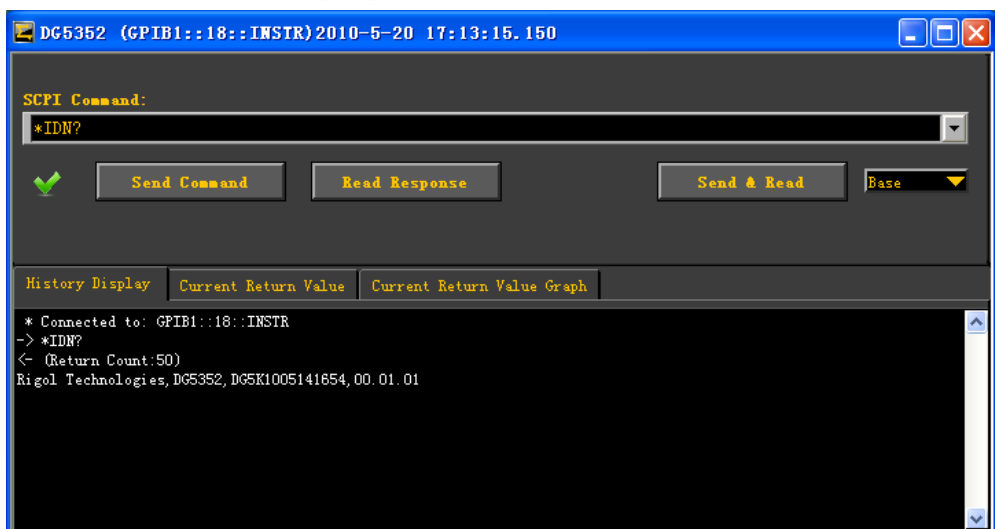
Нажмите «OK» для возврата в главное меню Ultra Sigma. Источники, которые были

найденны с помощью поиска, будут отображены в списке «RIGOL Online Resource», как показано на рисунке ниже:



## 6. Коммуникационный тест

Кликните правой кнопкой мыши по имени источника «DG5352 (GPIB1::18::INSTR)», выберите «Instrument\_Common\_RIGOL\_SCPI ControlPanel V1» для перехода в меню, приведенное на рисунке ниже, из которого можно посылать команды на генератор и читать данные с него.





## Глава 12. Устранение неисправностей

В настоящей главе перечислены наиболее часто возникающие неисправности и способы их устранения. При возникновении неисправностей устраняйте их в соответствии с порядком, описанным ниже. Если после выполнения всех перечисленных действий проблему не удастся решить, пожалуйста, свяжитесь с компанией **RIGOL** и сообщите информацию о Вашем устройстве (**Utility** → **Настройки системы** → **Информация о системе**).

### 1. Экран продолжает оставаться темным (информация не отображается) после включения кнопки питания

- (1) Проверьте, правильно ли подключен источник питания
- (2) Проверьте, действительно ли переключатель питания находится в положении «Включен».
- (3) После проведения вышеуказанных операций перезапустите устройство.
- (4) В случае если проблему устранить не удалось, пожалуйста, свяжитесь с компанией **RIGOL**.

### 2. Параметры заданы верно, однако волновой сигнал не генерируется

- (1) Проверьте, правильно ли подсоединена Линия сигнала к порту [Output].
- (2) Проверьте, функционирует ли Кабель BNC.
- (3) Проверьте, находится ли клавиша **Output** в положении «Включено».
- (4) Нажмите **Настройка включения питания** и выберите режим «Последний», а затем перезапустите устройство.
- (5) В случае если проблему устранить не удалось, пожалуйста, свяжитесь с компанией **RIGOL**.

### 3. Флэш-карта не может быть распознана:

- (1) Проверьте, находится ли флэш-карта в рабочем состоянии.
- (2) Убедитесь, что в устройство вставлена флэш-карта, а не переносной жесткий диск. Генератор не поддерживает использование переносных жестких дисков.
- (3) Перезапустите устройство и вставьте флэш-карту в устройство еще раз. Затем проверьте, может ли флэш-карта быть распознана.
- (4) В случае если проблему устранить не удалось, пожалуйста, свяжитесь с компанией **RIGOL**.



## Глава 13. Технические параметры

Все технические нормы, приведенные ниже, гарантируются при выполнении двух нижеуказанных условий (за исключением случаев с дополнительным описанием).

- Эксплуатация генератора осуществляется внутри межпроверочного интервала;
- Генератор работает без остановки в течение как минимум 30 минут при рабочей температуре (от 18°C до 28°C).

Значения всех параметров гарантированы, за исключением случаев, когда есть метка «типич.».

Модель	DG5352/ DG5352A/ DG5351/ DG5351A	DG5252/ DG5252A/ DG5251/ DG5251A	DG5102/ DG5102A/ DG5101/ DG5101A	DG5072/ DG5072A/ DG5071/ DG5071A	DG5062/ DG5062A/ DG5061/ DG5061A
Канал	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
Максимальная частота	350 МГц	250 МГц	100 МГц	70 МГц	60 МГц
Частота выборки	1 GSa/s				
<b>Формы сигналов</b>					
Стандартные формы сигналов	Синусоида, Меандр, Пила, Импульс, Шум				
Произвольные сигналы	Sinc, Экспоненциальный подъем, Экспоненциальный спад, Кардиосигнал, Шум Гаусса, Гаверсинус, Лоренц, Двойной тон, Постоянный ток				
<b>Характеристики частот</b>					
Синусоида	От 1 мкГц до 350 МГц	От 1 мкГц до 250 МГц	От 1 мкГц до 100 МГц	От 1 мкГц до 70 МГц	От 1 мкГц до 60 МГц
Меандр	От 1 мкГц до 120 МГц	От 1 мкГц до 120 МГц	От 1 мкГц до 100 МГц	От 1 мкГц до 70 МГц	От 1 мкГц до 60 МГц
Пила	От 1 мкГц до 5 МГц	От 1 мкГц до 5 МГц	От 1 мкГц до 3 МГц	От 1 мкГц до 3 МГц	От 1 мкГц до 2 МГц
Импульс	От 1 мкГц до 50 МГц	От 1 мкГц до 50 МГц	От 1 мкГц до 50 МГц	От 1 мкГц до 50 МГц	От 1 мкГц до 30 МГц
Шум	диапазон частот 250 МГц				
Произвольные сигналы	От 1 мкГц до 50 МГц	От 1 мкГц до 50 МГц	1 мкГц до 50 МГц	1 мкГц до 50 МГц	1 мкГц до 30 МГц

Разрешение	1 мкГц			
Точность	±1 ppm, от 18°C до 28°C			
<b>Спектральная чистота сигнала Синусоида</b>				
Гармоническое искажение	«типич.» (0dBm) ≤100МГц: <-45dBc >100МГц: <-35dBc	«типич.» (0dBm) ≤100МГц: <-45dBc >100МГц: <-35dBc	«типич.» (0dBm) ≤100МГц: <-45dBc	«типич.» (0dBm) ≤70МГц: <-45dBc
Общее гармоническое искажение	<0.5% (от 10 Гц до 20 кГц, 0dBm)			
Ложный сигнал (не гармонический)	«типич.» (0dBm) ≤100МГц: <-50dBc >100МГц: -50dBc+6dB с/октава	«типич.» (0dBm) ≤100МГц: <-50dBc >100МГц: -50dBc+6dB /октава	«типич.» (0dBm) ≤100МГц: <-50dBc	«типич.» (0dBm) ≤70МГц: <-50dBc
Фазовый шум	«типич.» (0 dBm, отклонение 10 кГц) 10 МГц: <-110 dBc			
<b>Характеристики сигналов</b>				
<b>Меандр</b>				
Время нарастания/спада	«типичн. знач.» (1Vpp) <2.5 нс	«типичн. знач.» (1Vpp) <2.5 нс	«типичн. знач.» (1Vpp) <3 нс	«типичн. знач.» (1Vpp) <4 нс
Перегрузка (выброс)	«типичн. знач.» (1Vpp) <5%			
Коэффициент заполнения	≤10 МГц: от 20.0% до 80.0% от 10 МГц до 40 МГц: от 40.0% до 60.0% >40 МГц: от 50.0% (фиксир.)			
Асимметрия	1% от цикла + 5 нс			
Среднеквадратичная амплитуда (rms)	«типичн. знач.» (1Vpp) ≤30 МГц: 10 ppm+500 ps			



	>30 МГц: 500 ps			
<b>Пила</b>				
Линейность	$\leq 0.5\%$ максимальной мощности			
Симметричность	От 0% до 100%			
<b>Импульс</b>				
Период	От 20 нс до 1000000 с			
Продолжительность периода	От 4 нс до 1000000 с			
Нарастающий/ спадающий фронт	От 2.5 нс до 1 мс	От 2.5 нс до 1 мс	От 3 нс до 1 мс	От 4 нс до 1 мс
Перегрузка	«типичн. знач.» (1Vpp) <5%			
Среднеквадратичная амплитуда (rms)	«типичн. знач.» (1Vpp) 10 ppm+500 ps			
<b>Произвольные сигналы</b>				
Длина сигнала	«Обычный» режим: от 2 до 16М точек Режим «Воспроизведение»: от 2 до 128М точек			
Разрешение по вертикали	14 бит			
Режим	«Обычный» режим, режим «Воспроизведение»			
Частота выборки	«Обычный» режим (длина волны от 2 до 16М точек): 1G Sa/s Режим «Воспроизведение» (длина волны от 2 до 128М точек): $\leq 1G$ Sa/s (можно изменять)			
Миним. время нарастания/ убывания	«типичн. знач.» (1Vpp) $\leq 3$ нс			
Среднеквадратичная амплитуда (rms)	3 нс			
Интерполирование	Отключено, Линейное, Sinc			
Способ редактирования	Редактирование точек, редактирование секций			
Объем энергонезависимой памяти	1 Гб			
<b>Характеристики вывода</b>				
Амплитуда (50 Ом оконч.)				

Область значений	≤100МГц: От 5mVpp до 10Vpp ≤300МГц: От 5mVpp до 5Vpp ≤350МГц: От 5mVpp до 2Vpp	≤100МГц: м5mVpp до 10Vpp ≤250МГц: От 5mVpp до 5Vpp	От 5mVpp до 10Vpp	От 5mVpp до 10Vpp
Точность	«Типичн.» (Синусоида 1кГц, Отклонение 0В, >10mVpp, Авто.) ± 1% от настройки ±1mVpp			
Неравномерность амплитудной характеристики (относительно Синусоида 100 кГц, 1.25Vpp, 50Ω)	<10МГц: От ±0.1dB 10МГц до 60МГц: От ±0.2dB 60МГц до 100МГц: От ±0.4dB 100МГц до 250МГц: От ±1.0dB >250МГц: ±1.5dB	<10МГц: От ±0.1dB 10МГц до 60МГц: От ±0.2dB 60МГц до 100МГц: От ±0.4dB 100МГц до 250МГц: ±1.0dB	<10МГц: От ±0.1dB 10МГц до 60МГц: От ±0.2dB 60МГц до 100МГц: ±0.4dB	<10МГц: ±0.1dB От 10МГц до 60МГц: ±0.2dB От 60МГц до 70МГц: ±0.4dB
Единицы	Vpp, Vrms, dBm, Высокий уровень, Низкий уровень			
Разрешение	0.1 мВ или 4 цифры			
<b>Отклонение (50 Ом соед.)</b>				
Область значений	±5 Vpk ac + dc			
Точность	1% от настройки + 5мВ + 0.5% амплитуды			
<b>Вывод сигналов</b>				
Сопrotивление	50 Ом («типичн.»)			
Выделение	Максимально 42 Vpk к Земле			
Защита	Защита от повышенной температуры, от короткого замыкания, реле перегрузки автоматически отключает вывод			
<b>Характеристики скачкообразного изменения частоты</b>				
Диапазон скачкообр.	От 1.5 МГц	От 1.5 МГц	От 1.5 МГц	От 1.5 МГц до 70 МГц

изменения частот	до 250 МГц	до 250 МГц	до 100 МГц	
Скорость скачкообр. изменения частот	От 1 скачка в секунду до 12,5 млн. скачков в секунду			
Количество точек	4096			
Длина последовательности	4096			
<b>Характеристики модуляции</b>				
Типы модуляции	AM, FM, PM, ASK, FSK, PSK, PWM, IQ			
<b>AM</b>				
Несущая волна	Синусоида, Меандр, Пила, Произвольные сигналы (кроме сигнала Постоянный ток)			
Источник	Внутренний/Внешний			
Модулирующая волна	Синусоида, Меандр, Пила, Шум, Произвольные сигналы (от 2 мГц до 50 кГц)			
Глубина модуляции	От 0% до 120%			
<b>FM</b>				
Несущая волна	Синусоида, Меандр, Пила, Произвольные сигналы (кроме сигнала Прямой ток)			
Источник	Внутренний/Внешний			
Модулирующая волна	Синусоида, Меандр, Пила, Шум, Произвольные сигналы (от 2 мГц до 50 кГц)			
<b>PM</b>				
Несущая волна	Синусоида, Меандр, Пила, Произвольные сигналы (кроме сигнала Прямой ток)			
Источник	Внутренний/Внешний			
Модулирующая волна	Синусоида, Меандр, Пила, Шум, Произвольные сигналы (от 2 мГц до 50 кГц)			
Сдвиг по фазе	От 0° до 360°			
<b>ASK</b>				
Несущая волна	Синусоида, Меандр, Пила, Произвольные сигналы (кроме сигнала Прямой ток)			
Источник	Внутренний/Внешний			
Модулирующая волна	Меандр с 50% коэффициентом заполнения (от 2 мГц до 1 МГц)			
<b>FSK</b>				
Несущая волна	Синусоида, Меандр, Пила, Произвольные сигналы (кроме сигнала Прямой ток)			

	ток)			
Источник	Внутренний/Внешний			
Модулирующая волна	Меандр с 50% коэффициентом заполнения (от 2 МГц до 1 МГц)			
<b>PSK</b>				
Несущая волна	Синусоида, Меандр, Пила, Произвольные сигналы (кроме сигнала Прямой ток)			
Источник	Внутренний/Внешний			
Модулирующая волна	Меандр с 50% коэффициентом заполнения (от 2 МГц до 1 МГц)			
<b>PWM</b>				
Несущая волна	Импульс			
Источник	Внутренний/Внешний			
Модулирующая волна	Синусоида, Меандр, Пила, Шум, Произвольные сигналы (от 2 МГц до 50 кГц)			
Отклонение продолжительности импульса	От 0% до 100% продолжительности импульса			
<b>IQ</b>				
Несущая волна	Синусоида (максимально 200 МГц)	Синусоида (максимально 200 МГц)	Синусоида (максимально 100 МГц)	Синусоида (максимально 70 МГц)
Источник	Внутренний/Внешний			
Кодовая последовательность	PN последовательность, 4-битная последовательность, устанавливаемая вручную последовательность.			
Диаграмма IQ	4QAM, 8QAM, 16QAM, 32QAM, 64QAM, BPSK, QPSK, OQPSK, 8PSK, 16PSK, User			
Скорость передачи данных	От 1 bps до 1M bps			
<b>Характеристики пакетного сигнала</b>				
Несущая волна	Синусоида, Меандр, Пила, Импульс, Шум, Произвольные сигналы (кроме сигнала Прямой ток)			
Частота несущей волны	От 1 мкГц до 120 МГц	От 1 мкГц до 120 МГц	От 1 мкГц до 100 МГц	От 1 мкГц до 70 МГц
Число импульсов	От 1 до 1 000 000 или Бесконечности			
Начальная/Конечная	От 0° до 360°			

фаза				
Внутренний сигнал	От 1 мкс до 500 с			
Источник стробируемого сигнала	Внешний источник сигнала запуска			
Источник сигнала запуска	Внешний, Внутренний, Ручной			
Задержка сигнала запуска	От 0 нс до 85 с			
<b>Характеристики свипирования</b>				
Несущая волна	Синусоида, Меандр, Пила, Произвольные сигналы (кроме сигнала Прямой ток)			
Тип свипирования	Линейное, логарифмическое, пошаговое			
Направление	Вверх/Вниз			
Начальная/Конечная частота	От 1 мГц до 250 МГц	От 1 мГц до 250 МГц	От 1 мГц до 100 МГц	От 1 мГц до 70 МГц
Время свипирования	От 1 мс до 300 с			
Задержка / Время возвращения	От 0 мс до 300 с			
Источник сигнала запуска	Внутренний, Внешний, Ручной			
Метка	Спадающий фронт сигнала синхронизации (программируемый)			
<b>Время программирования</b>				
<b>Время настроек («типичн.»)</b>				
	USB2.0	LAN	GPIB	
Изменение функции	500мс	510мс	510мс	
Изменение частоты	50мс	50мс	50мс	
Изменение амплитуды	300мс	310мс	310мс	
Выбор произвольного сигнала пользователя	500мс	510мс	510мс	
<b>Время загрузки произвольного сигнала (двоичная передача)</b>				
1 Mpts/s				

Внимание: время загрузки не включает время настройки и вывода	
<b>Характеристики сигнала запуска</b>	
<b>Ввод сигнала запуска</b>	
Электрический уровень	TTL-совместимый
Наклон касательной	Нарастающий фронт или Спадающий фронт (на выбор)
Продолжительность импульса	> 50 нс
Время задержки	Сви́пирование: <100 нс («типичн.») Пакетный сигнал <300 нс («типичн.»)
<b>Вывод сигнала запуска</b>	
Электрический уровень	TTL-совместимый
Продолжительность импульса	> 60 нс («типичн.»)
Максимальная частота	1МГц
<b>Опорный синхросигнал</b>	
<b>Отклонение частоты</b>	
Область значений	От 0° до 360°
Разрешение	0.001° (произвольные сигналы), 0.03° (остальные сигналы)
<b>Ввод внешнего опорного источника</b>	
Фиксиров. область значений	10 МГц ± 50 Гц
Электрический уровень	От 80 mVpp до 10 Vpp
Фиксиров. время	< 2 с
<b>Вывод внутреннего опорного источника</b>	
Частота	10 МГц ± 50 Гц
Электрический уровень	632 mVpp (0 dBm), номинальное значение
<b>Вывод синхронизации</b>	
Электрический уровень	TTL-совместимый

Сопротивление	50 Ω, номинальное
<b>Общие технические характеристики</b>	
<b>Источник питания</b>	
Напряжение	100-127 В, 45-440Hz 100-240 В, 45-65Hz
Потребляемая мощность	Менее 125 Вт
Предохранитель	250В, Т3А
<b>Дисплей</b>	
Тип	4,3-дюймовый TFT LCD
Разрешение	Горизонтальное разрешение 480 × RGB × Вертикальное разрешение 27
Количество цветов	16 миллионов
<b>Условия эксплуатации</b>	
Температура	В рабочем состоянии: от 10°C до 40°C В нерабочем состоянии: от -20°C до 60°C
Способ охлаждения	Принудительное охлаждение вентилятором
Влажность	При менее 35°C: относительная влажность ≤90% От 35°C до 40°C: относительная влажность ≤60%
Высота на уровне моря	В рабочем состоянии: 3000м или ниже В нерабочем состоянии: 15000м или ниже
<b>Механические параметры</b>	
Габариты (ширина x длина x глубина)	230 мм × 106 мм × 501 мм
Вес	Масса нетто: 4,3 кг Масса брутто: 5,84 кг
<b>Интерфейсы</b>	
USB хост (2 шт.), USB устройство (1 шт.), GPIB (1 шт.), LAN (1 шт.).	
<b>Защита IP</b>	
IP2X	
<b>Межкалибровочный интервал</b>	
Рекомендуется проводить стандартную калибровку устройства 1 раз в год	





## Глава 14. Приложения

### Приложение А: дополнительное оборудование и принадлежности

	Описание	Номер заказа
<b>Модель</b>	DG5352 (350 МГц, двухканальный)	DG5352
	DG5351 (350 МГц, одноканальный)	DG5351
	DG5252 (250 МГц, двухканальный)	DG5252
	DG5251 (250 МГц, одноканальный)	DG5251
	DG5102 (100 МГц, двухканальный)	DG5102
	DG5101 (100 МГц, одноканальный)	DG5101
	DG5072 (70МГц, двухканальный)	DG5072
	DG5071 (70МГц, одноканальный)	DG5071
<b>Стандартная комплектация</b>	Кабель питания (соответствует международному стандарту) (1 шт.)	-
	Кабель USB (1 шт.)	CB-USB
	Кабель BNC, 1 м. (1 шт.)	CB-BNC-BNC-1
	Кабель от SMB(F) к BNC(M), 1м (1 шт.)	CB-SMB(F)-BNC(M)-1
	Краткое руководство (1 шт.)	-
	Компакт диск (включая Руководство пользователя и программное обеспечение) (1 шт.)	-
	Карта гарантийного обслуживания	-
<b>Дополнительное оборудование</b>	Модуль скачкообразного переключения частоты	DG5-FH
	Логический модуль вывода сигнала	DG-POD-A
	Усилитель	PA1011
<b>Дополнительные принадлежности</b>	Кабель от SMB(F) к BNC(F), 1м (1 шт.)	CB-SMB(F)-BNC(F)-1
	Кабель от SMB(F) кSMB(F), 1м (1 шт.)	CB-SMB(F)-SMB(F)-1
	Аттенюатор 40 dB	ATT-40dB
	Комплект крепежной стойки	RMK-DG-5

**Внимание:** Все дополнительное оборудование и дополнительные принадлежности могут быть заказаны у местного торгового представителя компании **RIGOL**

## Приложение В: Технические параметры внешнего усилителя

Все технические нормы, приведенные ниже, гарантируются при выполнении двух нижеуказанных условий (за исключением случаев с дополнительным описанием).

- Устройство работает без остановки в течение как минимум 30 минут при рабочей температуре.
- Значения всех параметров гарантированы, за исключением случаев, когда есть метка «типич.».

Ввод сигнала	
Сопrotивление ввода	50kΩ
Встроенное напряжение смещения (эквивалент вывода)	+/-12V
Внешний ввод	+/-10V <sub>max</sub> (коэффициент усиления: X1) +/-1.25V <sub>max</sub> (коэффициент усиления: X10)
Параметры усилителя	
Режим работы	Постоянное напряжение
Коэффициент усиления	Переключение между 10В/1В и 10В/10В (отклонение коэффициента усиления постоянного напряжения: <5%)
Переключение полярности	Положительная/Отрицательная
Эффективное значение мощности вывода сигнала Синусоида (RL=7.5Ω)	10Вт («типичн. значение», ввод Синусоида, 100kHz, X10)
Выходное напряжение	пиковое 12,5 В (ввод Синусоида, 100 кГц)
Выходной ток	пиковое 1,65 А (ввод Синусоида, 100 кГц)
Выходное сопротивление	<2 Ом
Диапазон частот при полной мощности	DC~1 МГц*
Крутизна сигнала	≥80В/мкс («типичн. знач.»)**
Перегрузка	<7%
Параметры отклонения напряжения	
Отклонение	5%±100мВ

коэффициента усиления напряжения смещения	
<b>Прочее</b>	
Источник питания	DC 12В±5%, 4А пиков.
Защита вывода	Защита от перенапряжения, защита от ненормальной внутренней температуры
Рабочая температура	0°C ~ +35°C***
Габариты (Ширина x Высота x Глубина)	142,2 мм × 48,1 мм × 215,4 мм
Масса нетто	850г±20г

**Сноски:**

\*:

Диапазон частот при полной мощности – это максимальная частота, при которой генератор может генерировать вывод переменного тока с максимально возможной частотной амплитудой без искажений.

Диапазон частот при полной мощности 
$$FPB = \frac{SR}{2\pi V_{\max}}$$

SR: Slew Rate (Крутизна сигнала)

V<sub>max</sub>: максимальная амплитуда без искажений, которую может выводить усилитель

\*\*:

Определение «Крутизны сигнала» (Slew Rate): В усилитель вводится большой ступенчатый сигнал. На выводе его наклон в определенной точке стабилизируется до константной величины. Данная константная величина является «Крутизной сигнала» усилителя.

\*\*\*:

Приведенные технические параметры действительны при температуре воздуха 25°C. Диапазон температуры окружающей среды для работы усилителя составляет 0°C ~ +35°C. В случае если температура окружающей среды будет превышать +35°C, рекомендуется снизить выходную мощность и рабочую мощность усилителя PA1011.

## Приложение С: Технические параметры цифрового модуля

Если не указано другое, все указанные технические нормы применимы для цифрового модуля для генераторов серии DG5000. Все технические нормы, приведенные ниже, гарантируются при выполнении двух нижеуказанных условий

- Устройство работает без остановки в течение как минимум 30 минут при рабочей температуре.
- В случае если колебания рабочей температуры равны или превышают 5°C, войдите в меню устройства запустите функцию «Тестирование и калибровка».

<b>Общие технические параметры</b>	
Диапазон цифрового напряжения	1,4~4,2В («типичн. знач.» или заданное пользователем) (кроме RS232)
Режим запуска	«Авто» и «Пакетный сигнал»
Кодовая последовательность	Все «0», Все «1», резервная «01», PRBS (псевдослучайная бинарная последовательность), User (заданная пользователем)
Пространство пользователя	Онлайн редактирование 256 тыс. байт, вывод 2 млн, байт (редактирование на ПК)
<b>Параметры и характеристики протокола РО</b>	
Диапазон аналогового напряжения	1,4~9,4В
Линия времени (CLK)	C0 и C1 (на выбор)
Фаза часов	0°, 90°, 180°, 270° (настраиваемая)
Линия данных	D0~D15 (на выбор)
Скорость передачи	1bps~100Mbps (настраиваемая)
Диапазон выводимых данных	1 Байт ~128 килобайт (на выбор)
Настройки маски канала	Нет, D0~D15 (на выбор)
Настройки тристабильного канала	Нет, D0~D15 (на выбор)
<b>Параметры и характеристики протокола ПС</b>	
Диапазон аналогового напряжения	1.4~9.4В
Последовательность	MSB

битов	
Линия времени (CLK)	D0~D15 (на выбор)
Линия данных	D0~D15 (на выбор)
Скорость передачи	1bps~15Mbps (настраиваемая)
Диапазон выводимых данных	1 Байт ~10 килобайт (на выбор)
Адресы вывода (настраиваемый)	Нет или 7-битный адрес
Режим работы	При выборе вывода адреса, можно выбрать режим Записать или Читать
<b>Параметры и характеристики протокола SPI</b>	
Диапазон аналогового напряжения	1.4~9.4В
Последовательность битов	MSB
Линия времени (CLK)	D0~D15 (на выбор)
Линия данных (SDA)	D0~D15 (на выбор)
Линия (CS)	D0~D15 (на выбор)
передачи	1bps~60Mbps (настраиваемая)
Диапазон выходных данных	1 Байт~40 килобайт (на выбор)
Полярность часов	0 или 1 (на выбор)
Фаза часов	0 или 1 (на выбор)
Электрический уровень CS	Высокий уровень и низкий уровень
Данных в кадр (#Data)	1~3 Байт
<b>Параметры и характеристики протокола RS232</b>	
Диапазон аналогового напряжения	2.0В~4.5В -4.5В~-2.0В
Последовательность битов	LSB
Линия данных (TX)	D0~D15 (на выбор)
Скорость передачи	1Vps~60MVps (настраиваемая)
Диапазон выводимых данных	1 Байт~35 килобайт (на выбор)
Данных в кадр (#Data)	5~8 бит

Режим верификации	Отсутствует, Нечетная, Четная, Верификация 0 («верификационный» бит зафиксирован на 0) или Верификация 1 («верификационный» бит зафиксирован на 1)
Стоповый бит	1бит, 1,5бит, 2бит

## Приложение D: Положения гарантийного ремонта

Компания **RIGOL Technologies, Inc.** гарантирует отсутствие механических и технологических дефектов на генераторе и комплектующих в течение всего гарантийного срока.

В случае обнаружения механических или технологических дефектов на оборудовании в течение гарантийного срока компания **RIGOL** произведет его бесплатную замену или ремонт. Подробное описание условий гарантийного обслуживания и ремонта читайте на официальном сайте компании **RIGOL** или на Карте гарантийного обслуживания. Для получения услуг ремонта или полной версии описания условий гарантийного ремонта, пожалуйста, свяжитесь с сервисным центром компании **RIGOL** или одним из ее местных представительств.

Компания **RIGOL** не берет на себя никаких дополнительных прямых или косвенных гарантийных обязательств помимо тех, которые перечислены в настоящем разделе и на Карте гарантийного обслуживания, включая (но не ограничиваясь) коммерческую реализуемость оборудования, особые условия использования оборудования и прочее. В таких случаях компания **RIGOL** не берет на себя никакой ответственности за непрямой, особый или последующий ущерб.

## **Приложение Е: Вопросы или комментарии к документации**

В случае если у Вас есть комментарии и вопросы в отношении настоящего Руководства пользователя, пожалуйста, отправьте письмо по электронному адресу:

[service@rigol.com](mailto:service@rigol.com)



## Алфавитный указатель

16PSK	5-14	Таблица	8 - 5
16QAM	5-11	Режим Воспроизведение	3 - 5
32QAM	5-12	Пошаговое свипирование	6 - 6
4QAM	5-10	Редактирование точек	3-15
64QAM	5-12	Полярность модуляции	4-13, 4-16, 4-19
8PSK	5-13	Глубина модуляции	4 - 4
8QAM	5-11	Фаза модуляции	4-19
AM	4-1, 4-2	Симметричность	2 - 6
ASK	4-1, 4-11	Логарифмическое свипирование	6 - 5
Скорость ASK	4-11	Время возвращения	6 - 7
Auto IP	1 0 - 4 6	Шум Гаусса	3 - 8
BPSK	5-12	Перегрузка	14-2
DHCP	1 0 - 4 6	Задержка восстановления	2 - 9
Fixed4	5 - 5	Редактирование секций	3-17
FM	4-1, 4-5	Программируемая клавиша	1 0 - 2 3
FSK	4-1, 4-14	Настройка диапазона	10-6
Скорость FSK	4-14	Лоренц	3 - 8
Адрес GPIB	1 0 - 4 5	Скорость передачи	5 - 9
IQ модуляция	5-1, 5-2	Импульс	3 - 9
LSB	1 0 - 3 7	Фаза пакетного сигнала	7 - 5
Manual IP (вручную)	1 0 - 4 6	Задержка пакетного сигнала	7 - 6
MSB	1 0 - 3 7	Период пакетного сигнала	7 - 5
N цикл	7 - 2	Стробируемый пакетный сигнал	7 - 4
OQPSK	5-13	Шлюз по умолчанию	1 0 - 4 7
PictBridge	1 0 - 2 4	Предустановленный режим	3 - 4
PM	4-1, 4-8	Встроенное напряжение смещения	14-2
PN последовательность	5 - 5	Диапазон частот	6 - 3
PRBS	1 0 - 3 8	Отклонение частоты	4 - 7
PSK	4-1, 4-17	Сетка	8 - 5
Скорость PSK	4-17	Удержания начала	6 - 8
PWM	4-1, 4-20	Точка начала	8 - 5
QPSK	5-13	Начальная частота	6-1, 6-2
Sinc	3-6, 3-12	Диапазон частот при полной мощности	
Гаверсинус	3 - 8		14-2
Метка частоты	6 - 7	Время развертки	6 - 7

Нарастающий фронт импульса	2 - 8	Линейное свипирование	6-4
Нарастающий фронт / Убывающий фронт	2-8	Отклонение фазы	4-7
Крутизна сигнала	14-3	Кардиосигнал	3-7
Выходной ток	14-2	Задержка	2-8
Выходное напряжение	14-2	Доменное имя	1 0 - 4 8
Полярность вывода	10-5	Сервер доменных имен (DNS)	1 0 - 4 8
Сопrotивление вывода	14-2	Порог	2-7
Входное сопротивление	14-2	Режим работы	1 4 - 2
Цифровой модуль	10-1, 10-23, 10-32	Фаза несущей волны	4 - 1 7
Настройка коэффициента ослабления	10-7	Коэффициент заполнения	2-5
напряжения	10-7	Постоянный ток	3-6
Двойной тон	3 - 9	Экспоненциальный подъем	3-7
Скачкообразное изменение частоты	8-1, 8-2	Экспоненциальный спад	3-7
Список скачкообразного изменения частоты	8 - 7	Центральная частота	6-1, 6-3
Интервал скачкообразного изменения частоты	8 - 4	Удержание окончания	6-8
Переключатель скачкообразного изменения частоты	8 - 4	Конечная частота	6-2
Скачок по частоте	4-16	Имя хоста	1 0 - 4 8
Диаграмма перескока частоты	8 - 6	Маска подсети	1 0 - 4 7
Коды скачкообразного изменения частоты	8 - 9	Настройка сопротивления	1 0 - 6
Копирование канала	1 0 - 1 0		
Связь каналов	10-8		
Полярность синхронизации	10-5		
Настройки синхронизации	1 0 - 3		
Симметрирование фаз	2 - 1 1		
Внешний усилитель	10-1, 10-27		
Состояние сети	10-46		
Бесконечный сигнал	7 - 3		
Системное уведомление	12-1		
Убывающий фронт	2 - 8		
Линейное интерполирование	3-12		