

## 6. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Соответствие продукции  
требованиям ТР ТС .....

Регистрационный номер  
в Государственном реестре  
средств измерений .....

Контактная информация .....

Изготовитель .....

Импортер .....

Модель .....

Месяц и год выпуска .....

Серийный номер .....

**RIGOL®**  
**EAC**

**РУКОВОДСТВО  
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**



**Генераторы  
функциональ-  
ные / сигналов  
произвольной  
формы серии  
DG5000**

- Руководство по эксплуатации составлено в соответствии с ГОСТ 2.601-2013, 2.610-2006 и включает сведения паспорта и формуляра.
- Начало работы с прибором означает, что вы ознакомились с Руководством и уяснили правила эксплуатации прибора.
- Производитель и поставщик не несут ответственности за приобретение покупателем ненужного оборудования.
- Исключительное право на использование товарного знака **RIGOL** принадлежит правообладателю RIGOL TECHNOLOGIES, INC. (регистрационный номер №274595) и охраняется законом. За незаконное использование товарного знака или сходного с товарным знаком обозначения предусмотрена гражданская, административная, уголовная ответственность в соответствии с законодательством РФ.
- Производитель оставляет за собой право вносить в конструкцию изделия изменения, не ухудшающие его технические характеристики.
- Рисунки и иллюстрации в данном руководстве пользователя представлены только для справки. Они могут отличаться от реального внешнего вида устройства. Отличия внешнего вида не нарушают условий и возможностей использования устройства.

### СОДЕРЖАНИЕ

1. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ .....	2
2. ОПИСАНИЕ ПРИБОРА .....	2
3. ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ .....	11
4. ПОРЯДОК РАБОТЫ .....	15
5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	67
6. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ .....	68

# 1. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

## ⚠ Соблюдайте меры предосторожности!

Внимательно изучите и соблюдайте 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.

1. **Использование правильно подобранных кабелей питания.** Используйте только специфицированные кабели питания, предназначенные для данного изделия.

2. **Заземление изделия.** Данное изделие заземляется посредством линии защитного заземления через шнур питания. Во избежание поражения электрическим током подключите клемму заземления шнура питания к клемме защитного заземления перед подключением любых входных или выходных клемм.

3. **Правильное подключение пробников.** Если используется пробник, то провод заземления пробника должен быть подключен к заземлению. Не подключайте провод заземления к высокому напряжению. Неправильный способ подключения может привести к возникновению опасного напряжения на разъемах, элементах управления или других поверхностях осциллографа и датчиков, что может создать потенциальную опасность для пользователей.

4. **Проверка всех номинальных значений.** Во избежание возгорания или поражения электрическим током перед подключением прибора необходимо просмотреть все номинальные значения и отметки, нанесенные на изделие.

5. **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 поражения электрическим током.

6. **Запрещается эксплуатация прибора со вскрытой крышкой.** Не эксплуатируйте данное изделие, если его корпус во вскрытом состоянии.

7. **Избегайте внешних открытых частей электрического контура.** После подключения источника питания ни в коем случае не касайтесь внешних открытых разъемов и элементов.

8. **Использование надлежащих предохранителей.** Разрешается использование предохранителей специфицируемых только для данного продукта.

9. **Запрещается эксплуатация изделия, если есть сомнения в его исправности.** Если Вы подозреваете, что в данном изделии возникла неисправность, то не эксплуатируйте его и свяжитесь с уполномоченным представителем RIGOL. Любое обслуживание, регулировка или замена деталей должны проводиться только уполномоченным компанией RIGOL ремонтным персоналом.

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

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

12. **Запрещается эксплуатация во взрывопожароопасной среде.** Не эксплуатируйте прибор во взрывопожароопасной среде во избежание его разрушения или причинения физического вреда персоналу.

13. **Поддержание поверхностей изделия в чистоте и сухости.** Поддерживайте поверхности прибора чистыми и сухими во избежание влияния на его характеристики пыли и влаги из воздуха.

14. **Защита от статического электричества.** Статическое электричество способно вызвать поломку прибора, поэтому необходимо проводить измерения в зонах, защищенных от статического электричества. Всегда заземляйте, как внутренне, так и внешние проводники кабелей для снятия статического напряжения перед подключением.

15. **Правильное использование батарей.** Не подвергайте батарею (если применяется) воздействию высокой температуры или огня. Держите его в недоступном для детей месте. Неправильная замена литиевой батареи может привести к взрыву. Используйте только специфицируемые компанией RIGOL батареи.

16. **Осторожное обращение.** Во время транспортировки обращайтесь с прибором осторожно, чтобы избежать повреждения кнопок, ручек, интерфейсов, терминалов и других частей прибора.

**Термины, встречающиеся на корпусе изделия.**

На корпусе изделия могут встретиться следующие термины:

**DANGER** – Означает, что данное действие может немедленно вызвать опасную для пользователя ситуацию.

**WARNING** – Означает, что данное действие может вызвать потенциально опасную для пользователя ситуацию.

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

### Символы безопасности

⚠ — Опасное напряжение; ⚡ — Предупреждение безопасности; ⊕ — Клемма защитного заземления; ⊕ — Измерительная клемма заземления; ⊕ — Клемма заземления корпуса

# 2. ОПИСАНИЕ ПРИБОРА

## 2.1. Назначение

DG5000 – это многофункциональный генератор, сочетающий в одном корпусе несколько приборов: функциональный генератор, генератор сигналов произвольной формы, источник IQ основной полосы частот/ промежуточной частоты, источник скачкообразного изменения частоты (опция), генератор кодовых последовательностей. Серия включает одноканальные и двухканальные модели. В двухканальных моделях каждый из каналов обладает одинаковым набором функций и имеет возможность точной настройки 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. Дружественный интерфейс и расположение функциональных клавиш помогают достичь удобства в работе с устройством. Кроме того, широкий набор интерфейсов озвучивают удаленное управление устройством, что дает пользователю возможность более широкого их применения.

Основные возможности:

- 4,3-дюймовый TFT LCD дисплей, 16 млн. цветов;
- Максимальная частота выхода синусоидального сигнала 350 МГц, 250 МГц или 100 МГц, частота дискретизации 1 Гвыб/с, разрядность 14 бит;
- Одно- и двухканальные модели. Двухканальные модели поддерживают связь каналов по частоте и фазе;
- 16+2 цифровых каналов (опция) совместно с аналоговым каналом позволяет генерировать большинство наиболее распространенных смешанных сигналов;
- Поддержка подключения внешнего амплитудного усилителя (опция);

## 4.15. 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 удалось решить свяжитесь с компанией RIGOL и сообщите информацию о Вашем устройстве (**Utility** → **System** → **Sys Info**).

1. Экран продолжает оставаться темным (информация не отображается) после включения кнопки питания.

- 1) Проверьте правильность подключения источника питания.
- 2) Проверьте, находится ли выключатель питания в положении «Включен».
- 3) После проведения вышеуказанных операций перезапустите устройство.
- 4) В случае если проблему устранить не удалось свяжитесь с компанией RIGOL.

- 1) Параметры заданы верно, однако сигнал не генерируется.
- 1) Проверьте правильность подключения активного канала к порту **[Output]**.
- 2) Проверьте исправность кабеля BNC.
- 3) Проверьте, находится ли клавиша **Output** в положении включения «ON».
- 4) Нажмите **Power On** и выберите режим «Last», а затем перезапустите устройство.
- 5) В случае если проблему устранить не удалось свяжитесь с компанией RIGOL.

- 1) Проверьте исправность USB-накопителя.
- 2) Убедитесь, что в устройство вставлен USB-накопитель, а не переносной жесткий диск. Генератор не поддерживает использование переносных жестких дисков.
- 3) Перезапустите устройство и вставьте USB-накопитель в устройство еще раз. Затем проверьте, может ли USB-накопитель быть распознан.
- 4) В случае если проблему устранить не удалось свяжитесь с компанией RIGOL.

# 5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

## 5.1. Техническое обслуживание

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.** Во избежание поражения электрическим током и повреждения прибора не предпринимайте попытки выполнить какие-либо функции по обслуживанию прибора, если вы не имеете специальной подготовки для этого. Если прибор не работает, обратитесь в сервисный центр.

### Замена предохранителей

Спецификации предохранителей приведены в таблице.

#### Используемые предохранители

Напряжение сети	Название предохранителя
115 Vac	T0.315 A/250 V
230 Vac	T0.20 A/250 V

При необходимости заменить предохранители необходимо действовать в соответствии с нижеприведенной последовательностью.

1. Отключите прибор и извлеките шнур питания.
2. Вставьте малую шлицевую отвертку в шлиц в месте подключения питания прибора и аккуратно извлеките отсек предохранителей.
3. Извлеките негодный предохранитель и установите новый в отсек и проверьте правильность установки значения электрической сети на переключателе напряжения.
4. Установите отсек с предохранителем на место.

**Внимание!** Для предотвращения поражения током перед заменой предохранителей отключите электропитание; для предотвращения поражения электрическим током или возникновения пожара перед подсоединением электропитания переключатель переменного тока на задней панели прибора соответствует напряжению электросети.

**Общие условия, связанные с экологией**

Приведенный ниже символ означает, что данная продукция отвечает требованиям Евросоюза, выработанным на основании WEEE директивы 2002/96/EC.

**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.

## 5.2. Сведения о содержании драгоценных металлов

Сведений о содержании драгоценных металлов нет.

## 5.3. Срок полезного использования и утилизация

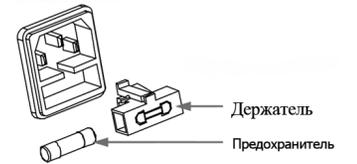
Срок полезного использования – 6 лет. Особых условий для утилизации приборов нет.

## 5.4. Хранение и транспортирование

Условия хранения и предельные условия транспортирования: температура окружающей среды: -40...+70 °C; относительная влажность воздуха не более 80 % при температуре 25 °C.

## 5.5. Гарантии поставщика

С условиями гарантии Вы можете ознакомиться на сайте поставщика в Интернете.



### 4.14.3. Управление через GPIB интерфейс

#### Подключение устройства

Подключите генератор к вашему ПК через GPIB кабель

#### Установка драйвера платы GPIB

Установите драйвера платы GPIB, которая была установлена на ПК.

#### Настройте GPIB адрес

Настройте параметры GPIB адреса для генератора в соответствии с описанием в «Расширенные функции → Настройка интерфейса удаленного управления».

#### Поиск подключенных ресурсов

Откройте программное обеспечение Ultra Sigma и нажмите GPIB для открытия панели, приведенной на рисунке ниже. Затем нажмите «Search» и ПО начнет поиск подключенных ресурсов, которые были автоматически подсоединены к ПК через интерфейс GPIB. Когда ресурс GPIB будет обнаружен, его имя будет отображено в правой части панели.



Если ресурсы не будут найдены в автоматическом режиме:

1. Выберите адрес платы GPIB на ПК в выпадающем меню «GPIB::» и настройку GPIB адреса генератора в выпадающем меню «INSTR::».
2. Нажмите «Test» для проверки связи GPIB. В случае если связь нарушена, следуйте указаниям сообщений-подсказок для разрешения проблемы.

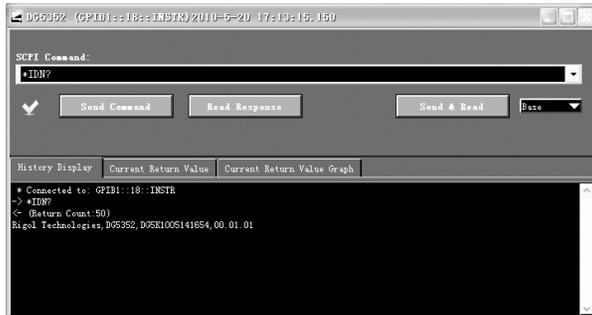
#### Просмотр подключенных ресурсов

Нажмите «OK» для возврата главного меню Ultra Sigma. Ресурсы, которые были найдены с помощью поиска, будут отображены в списке «RIGOL Online Resource», как показано на рисунке ниже.



#### Тест связи

Кликните правой кнопкой мыши по имени ресурса «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.



- Поддержка вывода сигнала со скачкообразным изменением частоты с интервалом до 80 нс и создание редактируемых шаблонов;
- 14 стандартных форм сигналов: синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный, шумовой, кардинальный синус Sinc, экспоненциальное нарастание, экспоненциальный спад, гардиосигнал, Гаусс, Гаверсинус, Лоренц, двухтональный сигнал и напряжение постоянного тока;
- Настройка нарастающего / спадающего фронтов импульсного сигнала может производиться отдельно;
- Возможность редактирования произвольных сигналов 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);
- Поддержка задаваемой пользователем векторной IQ модуляции, и выходы IQ baseband и IF;
- Поддержка свипирования по частоте и формирование пачек импульсов;
- Разнообразие интерфейсов ввода/вывода: выход сигналов, выход сигнала синхронизации, вход/выход тактового сигнала 10 МГц; вход/выход сигнала запуска;
- Возможность сохранения и вызова данных сигналов и состояния устройства, поддержка различных форматов файлов. В стандартной комплектации объем встроенной флэш-памяти: 1 Гб.
- Широкий спектр интерфейсов дистанционного управления: USB хост (2 шт.), USB устройство (1 шт.), GPIB (EEE-488.2) (1 шт.), LAN (1 шт.);
- Соединение с цифровыми осциллографами RIGOL USB-TMC для загрузки и восстановления форм сигналов;
- Поддержка сохранения данных на флэш-карте формата FAT;
- Поддержка печати на PicBridge-совместимых принтерах;
- Замок безопасности (против кражи);
- Поддержка удаленного управления через 10/100M сеть Ethernet;
- Соответствует стандарту LXI-C (версия 1.2.);
- Поддержка ввода на китайском и английском языках. Раздел Помощь на китайском и английском языках;
- Многофункциональное программное обеспечение для ПК для редактирования форм сигналов.

### 2.2. Условия эксплуатации

1. В помещениях хранения и эксплуатации не должно быть пыли, паров кислот, щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.
2. После пребывания в предельных условиях (хранения, транспортировки) время выдержки прибора в нормальных (эксплуатационных) условиях не менее 2-х часов.
3. Питание: сеть переменного тока напряжением (220 ± 20) В частотой (50 ± 2) Гц.
4. Не допускается закрывать вентиляционные отверстия. Минимальное расстояние 25 мм по сторонам.
5. Для чистки прибора снаружи используйте слегка смоченную тряпочку. Не пытайтесь чистить прибор внутри. Перед чисткой отключите прибор от сети и включайте только после полного высыхания.
6. При эксплуатации не допускаются следующие действия, приводящие к отказу от гарантийного обслуживания прибора:
  - Падение и воздействие вибрации на прибор
  - Не допускается подключение прибора к цепям:
    - с индуктивной нагрузкой
    - обратной полярности, относительно маркировки гнезд прибора
    - пульсирующего или переменного напряжения
    - имеющие значения напряжения или тока, превышающие указанные в технических характеристиках данного руководства.
  - Неисправность предохранителя означает нарушение условий эксплуатации прибора.

### 2.3. Технические характеристики

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	Количество каналов	Максимальная частота	Частота дискретизации
DG5352	2	350 МГц	1 Гвыб/с
DG5351	1	350 МГц	1 Гвыб/с
DG5252	2	250 МГц	1 Гвыб/с
DG5251	1	250 МГц	1 Гвыб/с
DG5102	2	100 МГц	1 Гвыб/с
DG5101	1	100 МГц	1 Гвыб/с
DG5072	2	70 МГц	1 Гвыб/с
DG5071	1	70 МГц	1 Гвыб/с

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
Канал	2/1	2/1	2/1	2/1
Максимальная частота	350 МГц	250 МГц	100 МГц	70 МГц
Частота выборки	1 GSa/s			
<b>Формы сигналов</b>				
Стандартные формы сигналов	Синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный, шумовой			
Произвольные сигналы	Кардинальный синус Sinc, экспоненциальное нарастание, экспоненциальный спад, кардиосигнал, шумовой Гаусса, гаверсинус, Лоренц, двухтональный, напряжение постоянного тока			

Характеристики частот				
Синусоида	1 мкГц...350 МГц	1 мкГц...250 МГц	1 мкГц...100 МГц	1 мкГц...70 МГц
Мевандр	1 мкГц...120 МГц	1 мкГц...120 МГц	1 мкГц...100 МГц	1 мкГц...70 МГц
Пила	1 мкГц...5 МГц	1 мкГц...5 МГц	1 мкГц...3 МГц	1 мкГц...3 МГц
Импульс	1 мкГц...50 МГц	1 мкГц...50 МГц	1 мкГц...50 МГц	1 мкГц...50 МГц
Шум	полоса частот 250 МГц			
Произвольные сигналы	1 мкГц...50 МГц	1 мкГц...50 МГц	1 мкГц...50 МГц	1 мкГц...50 МГц
Разрешение	1 мкГц			
Точность	±1 ppm, от 18°C до 28°C			
Спектральная чистота сигнала (синусоидальный сигнал)				
Гармонические искажения (типичное, 0 дБм)	≤100 МГц: <-45 дБн >100МГц: <-35 дБн	≤100 МГц: <-45 дБн >100МГц: <-35 дБн	≤100 МГц: <-45 дБн	≤70 МГц: <-45 дБн
Коэффициент гармоник (от 10 Гц до 20 кГц, 0 дБм)	<0.5% (от 10 Гц до 20 кГц, 0дБм)			
Негармонические искажения (типичное, 0 дБм)	≤100МГц: <-50 дБн >100 МГц: <-50 дБн+6 дБн/октава	≤100МГц: <-50 дБн >100 МГц: <-50 дБн+6 дБн/октава	≤100МГц: <-50 дБн	≤70МГц: <-50 дБн
Фазовый шум (типичное, 0 дБм, смещение 10 кГц)	10 МГц: <-110 дБн			
Характеристики сигналов				
Прямоугольный сигнал				
Время нарастания/спада (типичное, 1 Впп)	<2.5 нс	<2.5 нс	<3 нс	<4 нс
Выброс (типичное, 1 Впп)	<5%			
Коэффициент заполнения	≤10 МГц: 20.0%...80.0% 10 МГц...40 МГц: 40.0%...60.0% >40 МГц: 50.0% (фиксир.)			
Асимметрия	1% от периода + 5 нс			
Джиттер, скз (типичное, 1 Впп)	≤30 МГц: 10 ppm + 500 пс >30 МГц: 500 пс			
Пилообразный сигнал				
Линейность	≤ 0.5%			
Симметрия	0%...100%			
Импульсный сигнал				
Период	20 нс...1000000 с			
Длительность импульса	4 нс...1000000 с			
Нарастающий/ спадающий фронт (типичное, 1 Впп, 50 Ом)	2.5 нс...1 мс	2.5 нс...1 мс	3 нс...1 мс	4 нс...1 мс
Выброс (типичное, 1 Впп)	<5%			
Джиттер, скз (типичное, 1 Впп)	10 ppm+500 пс			
Сигнал произвольной формы				
Макс. количество точек	Обычный режим (Normal): 2...16 М точек Режим воспроизведения (Play): 2...128 М точек			
Разрешение по вертикали	14 бит			
Режим	Обычный режим (Normal), Режим воспроизведения (Play)			
Частота дискретизации	Обычный режим (Normal): 1 Гвыб/с (фикс.) Режим воспроизведения (Play): ≤1 Гвыб/с (изменяемая)			
Миним. время нарастания/ убывания (типичное, 1 Впп)	≤3 нс			
Джиттер, скз (типичное, 1 Впп)	3 нс			
Интерполяция	Отключено, Линейное, Sinc			
Способ редактирования	По точкам, по блокам			
Объем энергонезависимой памяти	1 Гб			
Выходные характеристики				
Амплитуда (50 Ом)				
Область значений	≤100 МГц: 5 мВпп...10 Впп ≤300 МГц: 5 мВпп...5 Впп ≤350МГц: 5 мВпп...2 Впп	≤100МГц: 5 мВпп...10 Впп ≤250МГц: 5 мВпп...5 Впп	5 мВпп...10 Впп	5 мВпп...10 Впп
Точность (типичное, синус, 1 кГц, смещение 0 В, >10 мВпп, Авто)	«Типичн.» (Синусоида 1 кГц, Отклонение 0 В, >10 мВпп, Авто.) ± 1% от настройки ±1 мВпп			
Неравномерность амплитудной характеристики (относительно 100 кГц, синус, 1.25 Впп, 50 Ом)	<10 МГц: ±0.1 дБ 10 МГц... 60 МГц: ±0.2 дБ 60 МГц... 100 МГц: ±0.4 дБ 100 МГц... 250 МГц: ±1.0 дБ >250 МГц: ±1.5 дБ	<10 МГц: ±0.1 дБ 10 МГц... 60 МГц: ±0.2 дБ 60 МГц... 100 МГц: ±0.4 дБ 100 МГц... 250 МГц: ±1.0 дБ	<10 МГц: ±0.1 дБ 10 МГц... 60 МГц: ±0.2 дБ 60 МГц... 100 МГц: ±0.4 дБ	<10 МГц: ±0.1 дБ 10 МГц... 60 МГц: ±0.2 дБ 60 МГц... 70 МГц: ±0.2 дБ 70 МГц: ±0.4 дБ

### Настройка параметров сети

Настройте параметры локальной сети для генератора в соответствии с описанием в «Расширенные функции → Настройка интерфейса удаленного управления».

### Поиск подключенных ресурсов

Откройте программное обеспечение Ultra Sigma. Нажмите LAN и оно автоматически начнет поиск подключенных ресурсов, которые были автоматически подсоединены к локальной сети. Строка состояния Ultra Sigma во время поиска показана на рисунке ниже.



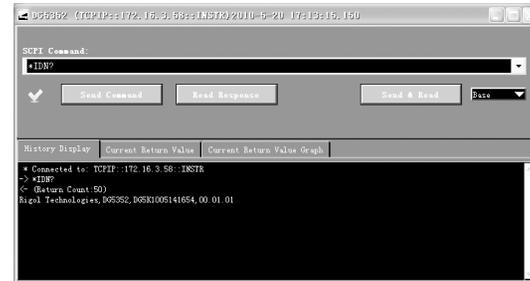
### Просмотр подключенных ресурсов

Ресурсы, которые были найдены с помощью поиска, будут отображены в списке «RIGOL Online Resource», как показано на рисунке ниже.



### Тест связи

Кликните правой кнопкой мыши по имени ресурса «DG5352 (TCP/IP::172.16.3.58::INSTR)», выберите «Instrument Common RIGOL SCPI ControlPanel V1» для перехода в меню, приведенное на рисунке ниже, из которого можно послать команды на генератор и читать данные с него.



### Загрузка веб-страницы LXI

Генератор соответствует стандарту LXI-C. Пользователь может загрузить веб-страницу LXI через ПО «Ultra Sigma» (кликните правой кнопкой на имя ресурса 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).



#### 4.14. Удаленное управление

Удаленное управление генератором DG5000 может осуществляться двумя основными способами.

1. 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».

2. Использование программного обеспечения для ПК от RIGOL или других производителей.

Пользователь может использовать программное обеспечение (ПО) для ПО «Ultra Sigma» (компании RIGOL), «Measurement & Automation Explorer» (компании National Instruments Corporation) или «Agilent IO Libraries Suite» (компании 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 свяжитесь с компанией RIGOL.

##### 4.14.1. Управление через USB интерфейс

###### Подключение устройства

Подключите генератор (USB устройство) к ПК с помощью кабеля USB.

###### Установка USB драйвера

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.

###### Поиск подключенных ресурсов

Откройте программное обеспечение Ultra Sigma. Оно автоматически начнет поиск подключенных ресурсов, которые были автоматически подключены к ПК через USB, или нажмите **USB-TMC** для поиска вручную. Строка состояния Ultra Sigma во время поиска показана на рисунке ниже.



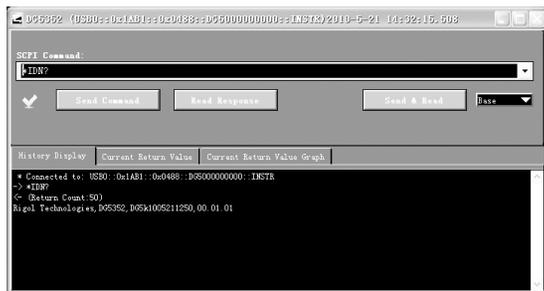
###### Просмотр подключенных ресурсов

Ресурсы, 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.



###### Тест связи

Кликните правой кнопкой мыши по имени ресурса «DG5352 (USB0: 0x1AB1: 0x0488: DG5000000000: INSTR)», выберите «Instrument Common RIGOL SCPI Control Panel V1» для перехода в меню, приведенное на рисунке ниже, из которого можно посылать команды на генератор и читать данные с него.



##### 4.14.2. Управление через LAN интерфейс

###### Подключение устройства

Подключите генератор к вашей локальной сети через LAN интерфейс.

Единицы измерения	Vpp, Vrms, dBm, Высокий уровень, Низкий уровень			
Разрешение	0.1 мВ или 4 цифры			
<i>Смещение (50 Ом)</i>				
Диапазон	±5 Впик ac + dc			
Точность	1% от настройки + 5 мВ + 0.5% амплитуды			
<i>Выход сигналов</i>				
Сопротивление	50 Ом (типичное)			
Изоляция	Максимально 42 Впик от земли			
Защита	От перегрева, от короткого замыкания, реле перегрузки автоматически отключает вывод			
<i>Характеристики режима переключения по частоте</i>				
Диапазон переключения по частоте	1.5 МГц... 250 МГц	1.5 МГц... 250 МГц	1.5 МГц... 100 МГц	1.5 МГц... 70 МГц
Скорость изменения	1 скач./с...12.5 млн. скач./с			
Количество точек	4096			
Длина последовательности	4096			
<i>Характеристики модуляции</i>				
Типы модуляции	AM, FM, PM, ASK, FSK, PSK, PWM, IQ			
<i>AM</i>				
Форма несущей	Синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, произвольная (кроме сигнала напряжения постоянного тока)			
Источник модуляции	Внутренний/Внешний			
Форма модулирующего сигнала	Синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, шумовая, произвольная (2 мГц...50 кГц)			
Глубина модуляции	0%...120%			
<i>FM</i>				
Форма несущей	Синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, произвольная (кроме сигнала напряжения постоянного тока)			
Источник модуляции	Внутренний/Внешний			
Форма модулирующего сигнала	Синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, шумовая, произвольная (2 мГц...50 кГц)			
<i>PM</i>				
Форма несущей	Синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, произвольная (кроме сигнала напряжения постоянного тока)			
Источник модуляции	Внутренний/Внешний			
Форма модулирующего сигнала	Синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, шумовая, произвольная (2 мГц...50 кГц)			
Девияция фазы	0°...360°			
<i>ASK</i>				
Форма несущей	Синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, произвольная (кроме сигнала напряжения постоянного тока)			
Источник модуляции	Внутренний/Внешний			
Форма модулирующего сигнала	Прямоугольная с коэффициентом заполнения 50% (2 мГц...1 МГц)			
<i>FSK</i>				
Форма несущей	Синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, произвольная (кроме сигнала напряжения постоянного тока)			
Источник модуляции	Внутренний/Внешний			
Форма модулирующего сигнала	Прямоугольная с коэффициентом заполнения 50% (2 мГц...1 МГц)			
<i>PSK</i>				
Форма несущей	Синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, произвольная (кроме сигнала напряжения постоянного тока)			
Источник модуляции	Внутренний/Внешний			
Форма модулирующего сигнала	Прямоугольная с коэффициентом заполнения 50% (2 мГц...1 МГц)			
<i>PWM</i>				
Форма несущей	Импульсная			
Источник модуляции	Внутренний/Внешний			
Форма модулирующего сигнала	Синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, шумовая, произвольная (2 мГц...50 кГц)			
Девияция длительности импульса	0%...100%			
<i>IQ</i>				
Форма несущей	Синусоидальная (макс. 200 МГц)	Синусоидальная (макс. 200 МГц)	Синусоидальная (макс. 100 МГц)	Синусоидальная (макс. 70 МГц)
Источник модуляции	Внутренний/Внешний			
Шаблон кодовой последовательности	PN последовательность, 4-битная последовательность, устанавливаемая вручную последовательность			
Диаграмма IQ	4QAM, 8QAM, 16QAM, 32QAM, 64QAM, BPSK, QPSK, OQPSK, 8PSK, 16PSK, пользовательская			
Скорость передачи данных	1 bps...1M bps			
<i>Характеристики пакетного сигнала</i>				
Форма несущей	Синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, шумовая, произвольная (кроме сигнала напряжения постоянного тока)			
Частота несущей	1 мГц...120 МГц	1 мГц...120 МГц	1 мГц...100 МГц	1 мГц...70 МГц
Количество импульсов	1...1 000 000 или Бесконечное			
Начальная/Конечная фаза	0°...360°			
Период	1 мкс...500 с			
Источник стробируемого сигнала	Внешний источник запуска			
Источник сигнала запуска	Внешний, Внутренний, Ручной			
Задержка сигнала запуска	0 нс...85 с			

Характеристики свипирования				
Форма несущей	Синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, произвольная (кроме сигнала напряжения постоянного тока)			
Тип свипирования	Линейное, логарифмическое, пошаговое			
Направление	Вверх/Вниз			
Начальная/Конечная частота	1 мГц...250 МГц	1 мГц...250 МГц	1 мГц...100 МГц	1 мГц...70 МГц
Время свипирования	1 мс...300 с			
Время Удержания/ Возврата	0 мс...300 с			
Источник запуска	Внутренний, Внешний, Ручной			
Метка	Спадающий фронт сигнала синхронизации (программируемый)			
Время программирования				
Время настроек («типичн.»)				
	Изменение функции	Изменение частоты	Изменение амплитуды	Выбор пользовательской формы
USB 2.0	500 мс	50 мс	300 мс	500 мс
LAN	510 мс	50 мс	310 мс	510 мс
GPiB	510 мс	50 мс	310 мс	510 мс
Время загрузки произвольного сигнала (двоичная передача)	1 М точек/с			
<b>Внимание!</b> Время загрузки не включает время настройки и вывода				
Характеристики сигнала запуска				
Ввод сигнала запуска				
Уровень	TTL-совместимый			
Фронт	Нарастающий или Спадающий (выбор)			
Длительность импульса	> 50 нс			
Время задержки (типичное)	Свипирование: <100 нс Пакетный сигнал <300 нс			
Вывод сигнала запуска				
Электрический уровень	TTL-совместимый			
Длительность импульса (типичное)	> 60 нс			
Максимальная частота	1 МГц			
Сигнал тактирования (опорный генератор)				
Сдвиг фаз				
Диапазон	0°...360°			
Разрешение	0.001° (произвольная форма); 0.03° (остальные формы)			
Вход внешнего тактового сигнала				
Диапазон	10 МГц ± 50 Гц			
Уровень	От 80 мВпп до 10 Впп			
Время	< 2 с			
Выход тактового сигнала от внутреннего опорного генератора				
Частота	10 МГц ± 50 Гц			
Уровень (номинальное значение)	632 мВпп (0 дБм)			
Выход синхронизации				
Уровень	TTL-совместимый			
Импеданс (номинальное значение)	50 Ом			
Общие технические характеристики				
Источник питания				
Напряжение	100-127 В, 45-440 Гц; 100-240 В, 45-65 Гц			
Потребляемая мощность	Менее 125 Вт			
Предохранитель	250 В, ТЗА			
Дисплей				
Тип	4,3 дюйма TFT			
Разрешение	480×272			
Количество цветов	16 миллионов			
Условия эксплуатации				
Рабочая температура	10 °С...40 °С			
Температура хранения	-20 °С...60 °С			
Способ охлаждения	Принудительное охлаждение вентилятором			
Относительная влажность	< 35 °С: ≤90% 35 °С...40 °С: ≤60%			
Высота на уровне моря	В рабочем состоянии: 3000м или ниже В нерабочем состоянии: 15000м или ниже			
Механические параметры				
Габариты (ширина x длина x глубина)	230 мм x 106 мм x 501 мм			
Вес	Масса нетто: 4,3 кг Масса брутто: 5,84 кг			
Интерфейсы				
USB хост (2 шт.), USB устройство (1 шт.), GPiB (1 шт.), LAN (1 шт.)				
Защита IP	IP2X			
Межкалибровочный интервал	1 раз в год			

Нажмите функциональную кнопку **AutoIP** и выберите включение «ON» или выключение «OFF» режима автоматического определения IP. Для активации этого режима, DHCP должен быть в состоянии «OFF».

### 3. Ручной

В этом режиме сетевые параметры генератора, например IP адрес, устанавливаются пользователем. Нажмите функциональную кнопку **ManualIP** и выберите включение «ON» или выключение «OFF» режима ручного задания IP. Для активации этого режима DHCP и AutoIP должны быть в состояниях «OFF».

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 системного администратора. Нажмите функциональную кнопку **IP Address** 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 AutoIP должны быть в состояниях «OFF».

### Подсказка.

Если все три режима настроек IP адреса будут включены, приоритет режимов настроек следующий (от высшего к низшему): DHCP, AutoIP, ManualIP.

Все три режима настроек IP не могут одновременно находиться в состоянии выключено «OFF».

### Настройка маски подсети

В ручном режиме настройки IP адреса возможна настройка параметров маски подсети «vручную». 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 системного администратора.

Нажмите функциональную кнопку **SubMask** 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 AutoIP должны быть в состояниях «OFF».

### 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 функциональную кнопку **Default Gateway** и задайте необходимый шлюз 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 AutoIP должны быть в состояниях «OFF».

### 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 системного администратора.

Нажмите функциональную кнопку **DNS Server** 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 AutoIP должны быть в состояниях «OFF».

### Настройка имени хоста

Рекомендуем проконсультироваться у системного администратора о необходимости использования имени хоста и какого конкретно.

Нажмите функциональную кнопку **Host Name** 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.

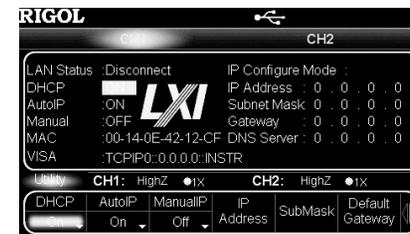
### Настройка доменного имени

Рекомендуем проконсультироваться у системного администратора о необходимости использования доменного имени и какого конкретно.

Нажмите функциональную кнопку **Domain Name** 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 функциональную кнопку **Default Config** для восстановления параметров локальной сети (LAN) для значения по умолчанию. По умолчанию режимы DHCP и AutoIP должны быть в состояниях «ON», в то время, как ManualIP будет в состоянии «ON».



### Текущие настройки

Нажмите функциональную кнопку **Current Config** для проверки MAC адреса устройства, текущих параметров локальной сети и информации о ее статусе.

### Подтвердить

Нажмите функциональную кнопку **Ok**, 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** → **I/O Setup** → **USB Dev** для выбора компьютера «Computer» или принтера «Printer», в зависимости от того, какое устройство в текущий момент подключено к генератору.

Диапазон выводимых данных	1 байт ~10 Кбайт
Адресы вывода	Нет или 7-битный адрес
Режим работы	При выборе вывода адреса, можно выбрать режим Записи или Чтения
<b>Параметры и характеристики протокола SPI</b>	
Диапазон аналогового напряжения	1.4...9.4 В
Последовательность битов	MSB
Линия тактирования (CLK)	D0-D15
Линия данных (SDA)	D0-D15
Линия (CS)	D0-D15
Скорость передачи	1 бит/с-60 Мбит/с
Диапазон выходных данных	1 байт-40 Кбайт
Полярность часов	0 или 1
Фаза часов	0 или 1
Электрический уровень CS	Высокий уровень и низкий уровень
Данных в кадр (#Data)	1-3 Байт
<b>Параметры и характеристики протокола RS-232</b>	
Диапазон аналогового напряжения	2.0 В...4.5 В -4.5 В...-2.0 В
Последовательность битов	LSB
Линия данных (TX)	D0-D15
Скорость передачи	1 бит/с-60 Мбит/с
Диапазон выводимых данных	1 байт-35 Кбайт
Данных в кадр (#Data)	5-8 бит
Режим верификации	Отсутствует, Четная, Четная, Fixed0 (бит верификации 0) или Fixed1 (бит верификации 1)
Стоповый бит	1 бит, 1.5 бит, 2 бит

#### 4.13.10. Настройка интерфейса удаленного управления

Генератор DG5000 имеет интерфейсами, как USB, GPIB (IEEE-488) и LAN; при этом возможен доступ к настройкам параметров ввода/вывода посредством удаленного управления через интерфейсы GPIB и LAN (параметры USB в настройке не нуждаются).

Нажмите **Utility** → **I/O Setup** для перехода в соответствующее меню, а затем выберите GPIB или LAN. Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства.

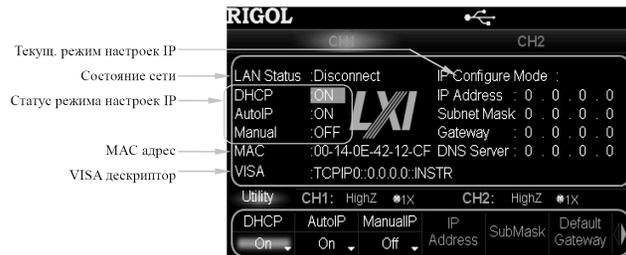
##### Настройка адреса GPIB

Каждое устройство в интерфейсе GPIB (IEEE-488) должно иметь свой уникальный адрес.

Нажмите **Utility** → **I/O Setup** → **GPIB Address** 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** → **I/O Setup** → **LAN** для перехода в меню настройки локальной сети, изображенное на рисунке ниже.



##### Состояние сети

На дисплей генератора могут выводиться различные сообщения, оповещающие о текущем состоянии сети.

- Connected: соединение с локальной сетью произведено успешно.
- Disconnect: 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 «IP Configure Mode:» на дисплее ничего отображаться не будет. В различных режимах настроек IP IP-адрес и другие сетевые параметры будут отличаться.

##### 1. DHCP

В этом режиме сервер DHCP текущей сети назначает параметры локальной сети, например IP адрес генератора; Нажмите функциональную кнопку **DHCP** и выберите включение «ON» или выключение «OFF» режима DHCP.

##### 2. AutoIP

В этом режиме генератор получает IP адрес от 169.254.0.1 до 169.254.255.254, маска подсети 255.255.0.0.

## 2.4. Комплектность

1. Прибор..... 1 шт.
2. Кабель питания..... 1 шт.
3. Кабель USB (CB-USB)..... 1 шт.
4. Кабель BNC, 1 м (CB-BNC-BNC-1)..... 1 шт.
5. Кабель SMB(F) – BNC(M), 1 м (CB-SMB(F)-BNC(M)-1)..... 1 шт.
6. Краткое руководство..... 1 экз.
7. Компакт диск..... 1 шт.

## Дополнительные аксессуары и опции

1. Модуль перескока по частоте (DG5-FH)
2. Логический модуль вывода сигнала (DG-POD-A)
3. Усилитель (PA1011)
4. Кабель SMB(F) – BNC(F), 1 м (CB-SMB(F)-BNC(F)-1)
5. Кабель SMB(F) – SMB(F), 1 м (CB-SMB(F)-SMB(F)-1)
6. Атенуатор 40 dB (ATT-40dB)
7. Комплект для монтажа в стойку (RMK-DG-5)

### Примечание:

– Программное обеспечение 00.01.00 – Программное обеспечение может быть изменено или дополнено в будущем. Последнюю версию программного обеспечения можно скачать с официального сайта RIGOL.

– Комплектность прибора может быть изменена производителем без предупреждения. Все заявленные функциональные возможности остаются без изменений.

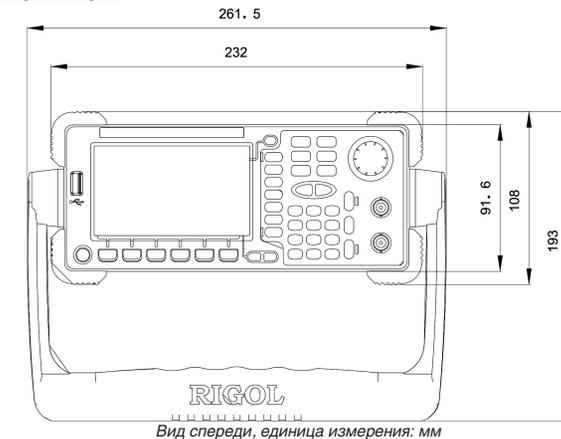
## 2.5. Подготовка персонала

Требуется специальная подготовка персонала.

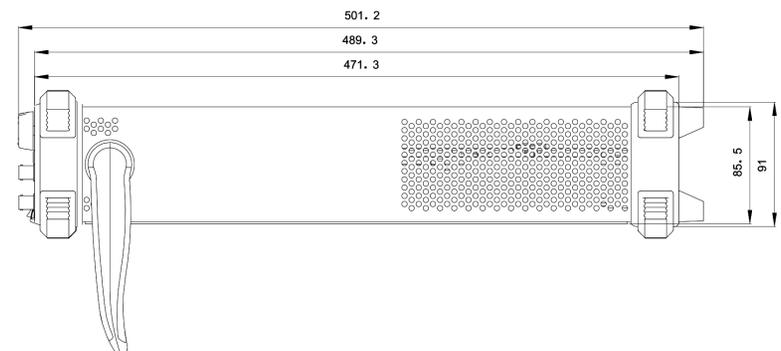
1. К эксплуатации допускается персонал, имеющий образование не ниже среднего специального со специализацией в области электроники, электросвязи, электроэнергетики, метрологии и приборостроения.

2. Любые манипуляции с прибором со снятой крышкой может выполнять только специально обученный персонал, имеющий группу по электробезопасности III и выше (с соответствии с правилами эксплуатации электроустановок потребителей).

## 2.6. Габаритные размеры

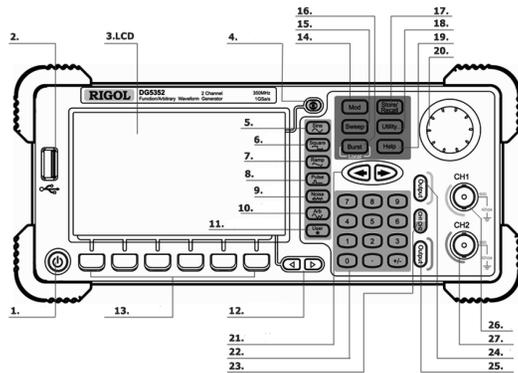


Вид спереди, единица измерения: мм

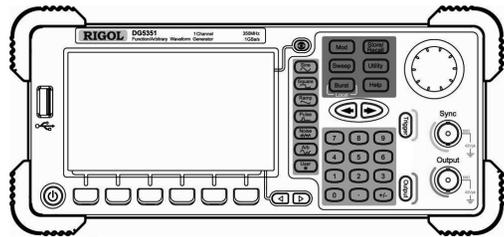


Вид сбоку, единица измерения: мм

## 2.7. Описание органов управления на передней панели



Передняя панель двухканального генератора



Передняя панель одноканального генератора

В инструкции для описания передней панели генератора, как пример, используется панель двухканального устройства.

1. Кнопка включения питания  
Кнопка включения питания используется для включения или выключения генератора сигнала.
2. Порт USB Host  
Поддерживает флэш-карты в формате FAT, Цифровой осциллограф TMC RIGOL и усилитель мощности.  
USB-накопитель: считывание файлов с формой сигнала и файлов состояния, а также сохранение текущего состояния устройства и отредактированных данных форм сигнала.
3. TMC DC: прямое соединение с осциллографом RIGOL стандарта TMC, считывание и сохранение информации о форме сигнала, полученную осциллографом и отображение ее без искажений.
4. PA (опция): поддержка амплитудного усилителя RIGOL (например, PA1011). Возможна удаленная настройка через сеть. Усиление сигнала перед выводом.
5. LCD дисплей  
Цветной TFT LCD дисплей с разрешением 480x272 отображает текущее функциональное меню и настройки параметров, состояние системы, информационные подсказки и прочую информацию.
6. Переключатель дисплея  
Для двухканальной модели: переключение между Настройками параметров и Графическим отображением.
7. Для одноканальной модели: не используется.
8. Sine  
Генерируется синусоидальный сигнал в диапазоне частот от 1 мГц до 350 МГц.  
Когда функция активирована, включается фоновая подсветка кнопки.  
Доступно задание Частоты/Периода, Амплитуды/Высокого уровня, Смещения/Низкого уровня и Начальной фазы.
9. Square  
Генерируется прямоугольный сигнал в диапазоне частот от 1 мГц до 120 МГц с изменяемым коэффициентом заполнения.  
Когда функция активирована, включается фоновая подсветка кнопки.  
Доступно задание Частоты/Периода, Амплитуды/Высокого уровня, Смещения/Низкого уровня, Коэффициента заполнения и Начальной фазы.
10. Ramp  
Генерируется пилообразный сигнал в диапазоне частот от 1 мГц до 5 МГц с изменяемой симметрией.  
Когда функция активирована, включается фоновая подсветка кнопки.  
Доступно задание Частоты/Периода, Амплитуды/Высокого уровня, Отклонения/Низкого уровня, Симметрии и Начальной фазы.
11. Pulse  
Генерируется импульсный сигнал в диапазоне частот от 1 мГц до 50 МГц с изменяемой длительностью импульса и временем фронта.  
Когда функция активирована, включается фоновая подсветка кнопки.  
Доступно задание Частоты/Периода, Амплитуды/Высокого уровня, Отклонения/Низкого уровня, Длительностью импульса/Коэффициента заполнения, Переднего фронта импульса, Заднего фронта импульса и Задержки.
12. Noise  
Генерируется Гауссовый шум с полосой 250 МГц.  
Когда функция активирована, включается фоновая подсветка кнопки.

Нажмите функциональную кнопку **AnalogCh** для выбора состояния включено «ON» или выключено «OFF». При выборе состояния «ON» может быть задана величина напряжения аналогового канала цифрового модуля. Область допустимых значений параметра составит: от 1.4 В до 4.9 В. При выборе состояния «OFF» 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.

### 3. Настройка канала в протоколе IIC

Когда протокол IIC выбран, нажмите функциональную кнопку **Channel** для перехода в соответствующее меню. Нажмите функциональную кнопку **SCLK** для выбора канала (D0–D15) в качестве линии синхросигналов вывода IIC. Нажмите функциональную кнопку **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 функциональную кнопку **DigitCh** для выбора необходимого значения напряжения цифрового канала в цифровом модуле: 1.8 В, 2.5 В, 3.3 В, 4.0 В, «User» или «OFF». При выборе «User», область допустимых значений параметра составит: от 1.4 В до 4.2 В.

Нажмите функциональную кнопку **AnalogCh** для выбора состояния включено «ON» или выключено «OFF». При выборе состояния «ON», может быть задана величина напряжения аналогового канала цифрового модуля. Область допустимых значений параметра составит: от 1.4 В до 4.9 В. При выборе состояния «OFF», 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 функциональную кнопку **Channel** для перехода в соответствующее меню. Нажмите функциональную кнопку **DataLine** для перехода в меню настройки параметров Линии передачи данных. Затем нажмите функциональную кнопку **Select** для выбора User, ALL\_ON или ALL\_OFF.

- User: выберите один или несколько каналов (D0–D15) в качестве линий передачи данных для вывода PO.
- ALL\_ON: включить вывод данных для всех каналов.
- ALL\_OFF: выключить вывод данных для всех каналов.

Нажмите функциональную кнопку **SCLK** для выбора C0 или C1 в качестве линии времени для вывода PO, где C0 и C1 выступают в качестве DCLK0 и DCLK1 цифрового модуля соответственно.

Нажмите функциональную кнопку **Phase** для выбора фазы синхросигнала: 0°, 90°, 180°, 270°.

Нажмите функциональную кнопку **DigitCh** для выбора необходимого значения напряжения цифрового канала в цифровом модуле: 1.8 В, 2.5 В, 3.3 В, 4.0 В, «User» или «OFF». При выборе «User», область допустимых значений параметра составит: от 1.4 В до 4.2 В.

Нажмите функциональную кнопку **AnalogCh** для выбора состояния включено «ON» или выключено «OFF». При выборе состояния «ON» может быть задана величина напряжения аналогового канала цифрового модуля. Область допустимых значений параметра составит: от 1.4 В до 4.9 В. 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.

### Настройка запуска

В цифровом модуле имеются два режима запуска: автоматический «Auto» и пакетный «Burst».

**Auto:** режим запуска по умолчанию. Пользователь может задать интервал запуска, нажав функциональную кнопку **TrigInt**. Необходимое значение задается с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений параметра: от 0 с до 30 с.

**Burst:** нажмите **Burst** → **Source** для выбора режима внутренний «Internal», внешний «External» или ручной «Manual». Подробнее смотрите в разделе «Источники запуска пакетного сигнала». Заметьте, что в данном случае задать интервал запуска невозможно.

### 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 нижеуказанных условий. Предварительный прогрев устройства в течение 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».

Общие технические параметры	
Диапазон цифрового напряжения	1.4...4.2 В (кроме RS-232)
Режим запуска	«Авто» и «Пакетный сигнал»
Шаблон	ALL_0, ALL_1, 01, PRBS, User (заданная пользователем)
Длина	Онлайн редактирование 256 тыс. байт, вывод 2 млн, байт (редактирование на ПК)
Параметры и характеристики протокола PO	
Диапазон аналогового напряжения	1.4...9.4 В
Линия тактирования (CLK)	C0 и C1
Фаза тактового сигнала	00, 900, 1800, 2700)
Линия данных	D0–D15
Скорость передачи	1 бит/с–10 0 Мбит/с
Диапазон выводимых данных	1 байт...128 Кбайт
Настройки маски канала	Нет, D0–D15
Настройки канала с тремя состояниями	Нет, D0–D15
Параметры и характеристики протокола IIC	
Диапазон аналогового напряжения	1.4...9.4 В
Последовательность битов	MSB
Линия тактирования (CLK)	D0–D15
Линия данных	D0–D15
Скорость передачи	1 бит/с .. 15 Мбит/с

Нажмите функциональную кнопку **Rate**, чтобы задать необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений показателя: от 1bps до 100Mbps.

#### Настройка кодовой последовательности

Нажмите функциональную кнопку **Pattern** для выбора необходимого шаблона кодовой последовательности: ALL\_0, ALL\_1, «01», 8PRBS (псевдо-случайная бинарная последовательность), 16PRBS, 32PRBS, User (последовательность, заданная пользователем).

При выборе «User» пользователь может также задать величину начального смещения Offset. Область допустимых значений параметра: от 0 до 262143 Байт. Данный параметр – это относительный адрес. :

Offset = 1 означает, что данные, сохраненные в первом адресе (1 байт данных) не будут выводиться.

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

#### Редактирование данных пользователя

Нажмите функциональную кнопку **DataEdt** для перехода в меню редактирования данных цифрового сигнала (способы редактирования описаны в разделе «Ручное задание кодовой последовательности»). Пользователь может задать данные длиной 131072 слов (262144 Байт). Обратите внимание, что отредактированные пользователем данные могут только тогда текущий шаблон выбран, как User.

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

Address	Data
00000000	0000 0180 0302 0024 1800 0200
0000000C	0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000018	0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000024	0000 0000 0000 0000 0000 0000
00000030	0000 0000 0000 0000 0000 0000

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 функциональную кнопку **Length** 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 смещения пользователя не может превышать верхний предел пространства пользователя, а также верхний предел вывода протокола. Верхний предел пространства пользователя: 262144 Байт; верхний предел вывода протокола RS-232: 35840 Байт; верхний предел вывода протокола SPI: 40960 Байт; верхний предел вывода протокола IIC: 10240 Байт; верхний предел вывода протокола PO: 131072 Байт.

Поскольку протоколы RS-232, SPI и IIC 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 «#Data», то при выводе используется режим дополнения нулями. Например, если «Data per Frame» 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 функциональную кнопку **Channel** 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 настроить напряжение в канале.

##### 1. Настройка канала в протоколе RS-232.

Когда выбран протокол RS-232, нажмите функциональную кнопку **Channel** для перехода в соответствующее меню. Нажмите функциональную кнопку **TX** для выбора канала (D0-D15) в качестве линии данных вывода RS-232.

Нажмите функциональную кнопку **AnalogCh** для выбора состояния включено «ON» или выключено «OFF». Когда выбрано состояние включено «ON», то можно произвести настройку напряжения (2.0 В – 4.5 В) в аналоговом канале цифрового модуля. Когда выбрано состояние выключено «OFF», выходное напряжение отсутствует.

Обратите внимание, что напряжение RS-232 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 функциональную кнопку **Channel** для перехода в соответствующее меню. Нажмите функциональную кнопку **SCLK** для выбора канала (D0-D15) в качестве линии синхросигналов вывода SPI. Нажмите функциональную кнопку **SDA** для выбора канала (D0-D15) в качестве линии данных вывода SPI.

Нажмите функциональную кнопку **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 функциональную кнопку **DigitCh** для выбора необходимого значения напряжения цифрового канала в цифровом модуле: 1.8 В, 2.5 В, 3.3 В, 4.0 В, «User» или «OFF». При выборе «User», область допустимых значений параметра составит: от 1.4 В до 4.2 В.

Доступно задание Амплитуды/Высокого уровня и Отклонения/Низкого уровня шумового сигнала.

#### 10. Arb

Генерируется сигнал произвольной формы в диапазоне частот от 1 мкГц до 50 МГц.

Предоставляются два режима вывода: «Обычный» и «Воспроизведение».

Возможна генерация 10 видов встроенных форм сигналов: напряжение постоянного тока, кардинальный синус Sinc, экспоненциальное нарастание, экспоненциальный спад, кардиосигнал, шумовой сигнал (Гаусса), Гаверсинус, Лоренц, импульс и двутональный сигнал. А также генерация сигналов произвольной формы с использованием данных с USB-накопителя, генерация сигналов произвольной формы сконфигурированных пользователем (512 тыс. точек) или заданных с использованием компьютерного программного обеспечения, а затем загруженных в прибор. Поддерживается вывод сигнала до 128 млн. точек.

Когда функция активирована, включается фоновая подсветка кнопки.

Доступно задание Частоты/Периода, Амплитуды/Высокого уровня, Отклонения/Низкого уровня и Начальной фазы.

#### 11. Программируемая кнопка

Для вызова часто используемого пункта меню, расположенного глубоко внутри меню, пользователь может задать функцию программируемой кнопки Utility. Далее, во время выполнения любых операций при нажатии данной кнопки будет открываться заданный пользователем пункт меню или функция.

#### 12. Page Up/Down

Открытие предыдущей или следующей страницы текущего функционального меню.

#### 13. Функциональные кнопки (Экранные клавиши)

При нажатии любой многофункциональной кнопки открывается соответствующее меню.

#### 14. Mod

Генерация модулируемых сигналов, а также настраиваемой пользователем IQ модуляция.

Типы 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. Sweep

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

Поддерживается три типа свипирования: «линейный», «логарифмический» и «пошаговый».

Устанавливаются следующие настройки: начальное удержание, конечное удержание и время возврата.

#### Функция «Метка».

Когда функция активирована, включается фоновая подсветка кнопки.

#### 16. Burst

Генерируются пачки импульсов (пакетный режим): Синусоидальных, Прямоугольных, Пилообразных, Импульсных и Произвольных сигналов (кроме напряжения постоянного тока).

Поддерживает 3 типа пакетных сигналов: N цикл, бесконечный, стробируемый.

Шумовой сигнал также может использоваться для генерирования пакетных сигналов.

Когда функция активирована, включается фоновая подсветка кнопки.

В режиме удаленного управления нажмите эту кнопку для переключения в локальный режим.

#### 17. Store/Recall

Поддерживаются функции сохранения/вызова данных состояния устройства или данных пользовательских сигналов произвольной формы.

Поддержка файловой системы для выполнения стандартных операций с ними.

Установлена энергонезависимая память объемом 1 Гб (диск «С»), также возможно подсоединять два USB-накопителя (диск «D» и диск «E»). Кроме того, файлы, находящиеся на USB-накопителе, могут быть скопированы на диск «С» для длительного хранения.

Когда функция активирована, включается фоновая подсветка кнопки.

#### 18. Utility

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

Когда функция активирована, включается фоновая подсветка кнопки.

#### 19. Help

Для получения контекстной справочной информации о кнопках передней панели или об экранных клавишах меню нажмите и удерживайте эту кнопку, пока не загорится ее фоновая подсветка, после чего нажмите кнопку, 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. CH1/CH2

Для двухканальных устройств: используется для переключения канала.

Для одноканальных устройств: не используется.

#### 24. Управление выводом Канала 1 (CH1)

Для двухканальных устройств: управление выводом сигнала с канала 1. Когда функция вывода включена, включается фоновая подсветка кнопки.

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

#### 25. Управление выводом Канала 2 (CH2)

Для двухканальных устройств: управление выводом сигнала с канала 2. Когда функция вывода включена, включается фоновая подсветка кнопки.

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

26. Выход Канала 1 (CH1)

Для вывода сигнала используется коннектор BNC.

- Для двухканальных устройств: включение или выключение выхода сигналов с разъема [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 выхода сигналов с разъема [Output], относящегося к CH2.
- Для одноканальных устройств: сигналы вывода основного канала.

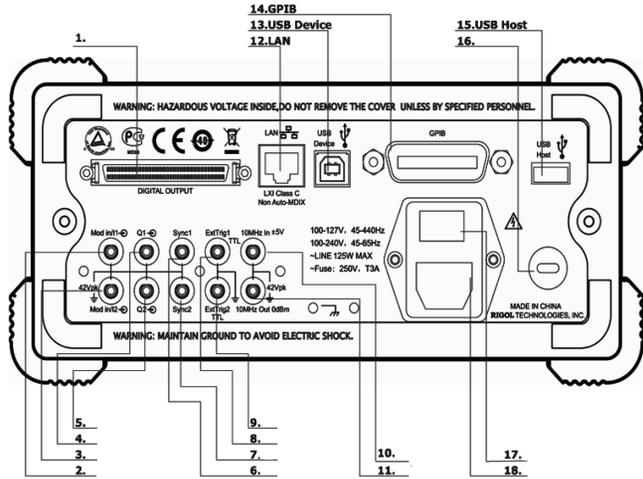
#### Внимание!

Защита выводящего канала от перенапряжения будет активирована в следующих случаях:

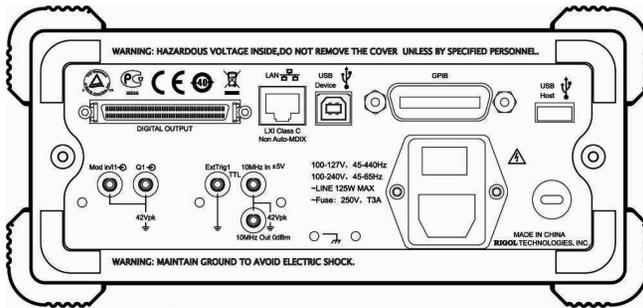
- если настройки амплитуды устройства более 2 Вп, входное напряжение более  $\pm 12,1$  В ( $\pm 0,1$  В), частота ниже 10 кГц;
- если настройки амплитуды устройства менее 2 Вп, входное напряжение более  $\pm 4,8$  В ( $\pm 0,1$  В), частота ниже 10 кГц.

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

## 2.8. Описание органов управления на задней панели



Задняя панель двухканального генератора



Задняя панель одноканального генератора

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

#### 1. DIGITAL OUTPUT

Служит для соединения генератора с логическим модулем вывода сигнала DG-POD-A (опционально). Затем формируется определенный последовательный цифровой сигнал в генераторе и выводится через цифровой модуль.

#### 2. Mod/1

Данный SMB коннектор служит для поступления внешнего модулирующего сигнала для аналоговой модуляции или синфазной составляющей (I) сигнала для канала CH1. Номинальное входное сопротивление составляет 10 кОм.

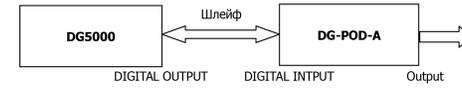
#### 3. Mod/2

Данный SMB коннектор служит для поступления внешнего модулирующего сигнала для аналоговой модуляции или синфазной составляющей (I) сигнала для канала CH2. Номинальное входное сопротивление составляет 10 кОм.

#### 4. Q1

Данный SMB коннектор служит для поступления внешнего модулирующего сигнала для аналоговой модуляции или квадратурной составляющей (Q) сигнала для канала CH1. Номинальное входное сопротивление составляет 10 кОм.

## Соединение генератора DG5000 и цифрового модуля DG-POD-A



После подключения цифрового модуля к генератору система должна автоматически определить его подключение. При этом, программируемой кнопке автоматически будет присвоена функция цифрового модуля «Digital». Нажмите **Utility** → **Digital** → «Power On» → **User\*** для редактирования данных цифрового сигнала.

Нажмите функциональную кнопку **Protocol** в меню редактирования данных цифрового волнового сигнала для выбора необходимого протокола: RS-232, SPI, IIC или PO.

**Подсказка.** Во время редактирования данных цифрового сигнала, мигание кнопки **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 передней панели генератора DG5000 для того, чтобы настроить цифровой модуль на осуществление вывода цифрового сигнала.

#### Настройка протокола

Нажмите функциональную кнопку **Config** для перехода в соответствующее меню. Для различных протоколов устанавливаются различные параметры.

##### 1. Настройка протокола RS-232.

Когда выбран протокол «RS232», нажмите функциональную кнопку **Config** для перехода в соответствующее меню. Нажмите функциональную кнопку **#Data** для задания длины передаваемых данных за один кадр: 5 бит, 6 бит, 7 бит или 8 бит.

**Внимание!** Если значение параметра «#Data» менее 1 байта (8 бит), то при выводе наиболее высокий разряд бита отбрасывается. Например, когда значение параметра «#Data» установлено как 7 бит, то при выводе данных 0x08 (00001000) жирным выделенный «0» не выводится.

Нажмите функциональную кнопку **Verify** для выбора одного из режимов: нет (None), нечетный (Odd), четный (Even), фиксированный Fixed0 (бит верификации зафиксирован на 0) или фиксированный Fixed 1 (бит верификации 1).

Нажмите функциональную кнопку **StopBit** для выбора 1 бит, 1,5 бит, 2 бит.

Нажмите **BaudRate** 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 функциональную кнопку **Config** для перехода в соответствующее меню. Нажмите функциональную кнопку **CPOL** для выбора «0» или «1», где «0» обозначает отрицательную полярность, а «1» обозначает положительную полярность.

Нажмите функциональную кнопку **CPHA** для выбора «0» или «1», где «0» обозначает 0°, а «1» обозначает 180°.

Нажмите функциональную кнопку **#Data** для выбора 1 Байт, 2 Байт, 3 Байт.

**Внимание!** Количество данных в кадре (#Data) ограничено текущей длиной выводимых данных (смотрите раздел «Настройка длины выводимых данных»). Например, при длине выводимых данных в 1 Байт в меню **#Data** не могут быть установлены значения 2 Байт и 3 Байт.

Нажмите функциональную кнопку **Rate**, чтобы задать необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений показателя: от 1bps до 60Mbps.

Нажмите функциональную кнопку **CSLevel** для выбора «L» или «H», где «L» обозначает низкий уровень, а «H» обозначает высокий уровень.

##### 3. Настройка протокола IIC.

Когда выбран протокол «IIC», нажмите функциональную кнопку **Config** для перехода в соответствующее меню. Нажмите функциональную кнопку **Address** и выберите User или None, чтобы задать или очистить адрес хоста протокола IIC.

Нажмите функциональную кнопку **Operate** для выбора записи (Write) или чтения (Read).

Нажмите функциональную кнопку **Rate**, чтобы задать необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений показателя: от 1bps до 15Mbps.

##### 4. Настройка протокола PO.

Когда выбран протокол «PO», нажмите функциональную кнопку **Config** для перехода в соответствующее меню. Нажмите функциональную кнопку **Mask Chan**, чтобы выбрать данные одного из каналов (D0–D15), как маску канала из трех состояний. «None» показывает, что канал-маска не выбран.

Данные канала маски (D0–D15) находятся в поле редактирования данных (смотрите раздел «Редактирование данных пользователя»). В поле редактирования данных, начиная с адреса 00000000, каждые два адреса хранят 16-битные данные (соответствующие D0–D15 канала маски). Например, для данных «0008», 0x08 представляет D7–D0, а 0x00 представляет D15–D8. Данные «0» в канале маски указывают на то, что данные соответствующего бита в канале из трех состояний выводятся нормально, а «1» указывает на то, что выход соответствующего бита в канале из трех состояний высокий Z (Z).

Нажмите функциональную кнопку **Tri-state Chan** для выбора одного или нескольких каналов (D0–D15). «None» показывает, что канал-маска не выбран.

На данные канала из трех состояний накладываются данные канала-маски для вывода сигнала.

Имеется на выходе канала из трех состояний 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 канала: из трех состояний 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 ...

Фактических вывод в трех сост.: Z 1 0 Z Z 1 0 Z 0 Z 0 Z 0 Z 0 Z 1 Z 1 0 Z 0 1 ...

Нажмите функциональную кнопку **BitOrder** для выбора LSB и MSB.

Последовательность битов при выводе данных зависит от выбранного протокола. В протоколе RS-232 всегда используется последовательность LSB, в протоколах SPI и IIC используется последовательность MSB. А в протоколе PO возможно использование как LSB, так и MSB последовательности.

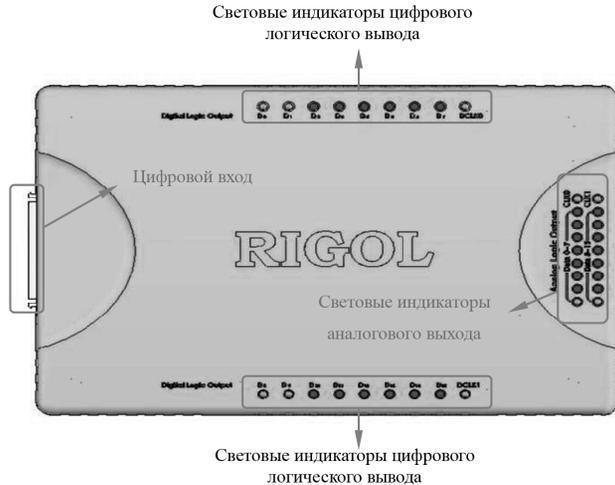
- LSB (Младший значимый бит): например, в данных 00001111, D0 выводит младший значимый бит «1», D7 выводит старший значимый бит «0».
- MSB (Старший значимый бит): например, в данных 00001111, D0 выводит старший значимый бит «0», D7 выводит младший значимый бит 1.

синхронизации. Использование цифрового модуля расширяет функционал генератора DG5000 до набора функций, идентичного полноценному генератору сложных сигналов (Mixed Signal Generator).

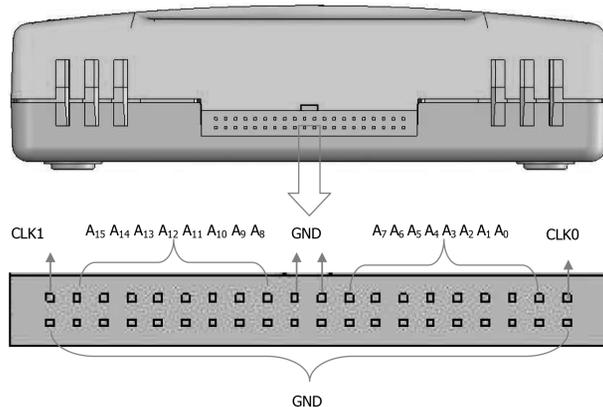
Основные особенности модуля DG-POD-A:

- два режима запуска: автоматический и пакетный;
- поддержка вывода сигналов на основе протоколов: RS-232, SPI, IIC и PO;
- поддержка установленного пользователем протокола на основе протокола PO;
- поддержка вывода различных кодовых последовательностей: ALL\_0, ALL\_1, «01», псевдслучайные последовательности стандарта IEEE;
- поддержка редактирования протоколов пользователем через сеть;
- поддержка скорости вывода сигнала произвольной формы в режиме «Depend»;
- поддержка заданных пользователем выходных каналов, включая линии данных и синхронизации (выбирайте 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.

**Внешний вид, порты ввода/вывода**



**Описание коннектора аналогового вывода**



**Комплектация DG-POD-A**

Название	Количество	Описание
Шлейф передачи данных	1 шт.	Соединение генератора DG5000 и модуля DG-POD-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

5. Q2  
Данный SMB коннектор служит для поступления внешнего модулирующего сигнала для аналоговой модуляции или квадратурной составляющей (Q) сигнала для канала CH2. Номинальное входное сопротивление составляет 10 кОм.
6. Sync1  
Данный SMB коннектор служит для вывода TTL-совместимого импульсного синхросигнала с канала CH1. Номинальное выходное сопротивление 50 Ом.
7. Sync2  
Данный SMB коннектор служит для вывода TTL-совместимого импульсного синхросигнала с канала CH2. Номинальное выходное сопротивление 50 Ом.
8. ExtTrig1  
Данный SMB коннектор служит для ввода внешнего синхросигнала TTL-уровня для синхронизации канала CH1. Также он может быть использован для вывода сигнала запуска в режимах свипирования и пакетном режиме.
9. ExtTrig2  
Данный SMB коннектор служит для ввода внешнего синхросигнала TTL-уровня для синхронизации канала CH2. Также он может быть использован для вывода сигнала запуска в режимах свипирования и пакетном режиме.
10. 10MHz In  
На коннектор [10MHz In] поступает внешний сигнал тактирования 10 МГц.
11. 10MHz Out  
Коннектор [10MHz Out] служит для вывода сигнала тактирования 10 МГц от внутреннего опорного генератора.
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. USB Device  
Через этот интерфейс к генератору может подключаться принтер 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. USB Host  
Смотрите описание Порты USB Host.
16. Отверстие для замка безопасности  
Используйте замок безопасности (приобретается покупателем отдельно), чтобы закрепить 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: 45-440 Гц, 100-127 В или 45-60 Гц, 100-240 В.  
Предохранитель источника питания: 250 В, Т3 А.  
Энергопотребление: менее 125 Вт.

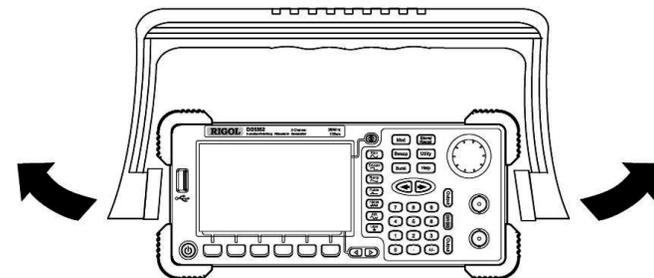
### 3. ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ

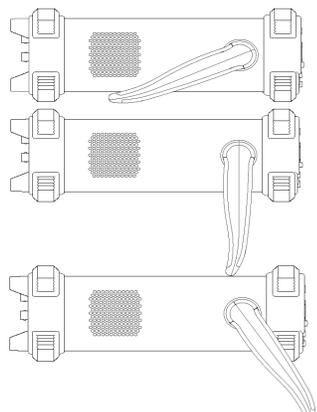
#### 3.1. Общий осмотр

1. Проверка транспортировочной упаковки  
Если транспортировочная упаковка имеет повреждения сохраните до проверки комплектности поставки. Проведите полный осмотр прибора, а также его электрическое и механическое тестирование.  
В случае неисправности прибора, возникшей вследствие ненадлежащих условий при транспортировке, обратитесь к грузоотправителю или стороне, ответственной за перевозку. В таких ситуациях компания RIGOL не производит бесплатный ремонт или замену приборов.
2. Проверка общей работоспособности  
В случае обнаружения неисправности или поломки прибора, а также в случае несоответствия результатов проведенного электрического и механического тестирования необходимым требованиям эксплуатации обратитесь к дилеру компании RIGOL.
3. Проверка входящих в комплект аксессуаров  
Проверьте комплектность аксессуаров в соответствии с упаковочным листом. В случае обнаружения неисправности или поломки обратитесь к дилеру компании RIGOL.

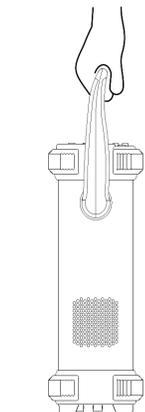
#### 3.2. Регулировка ручки прибора

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.





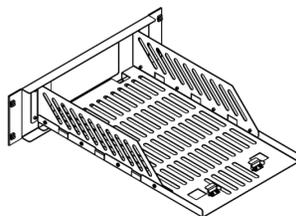
Горизонтальное положение



Переносное положение

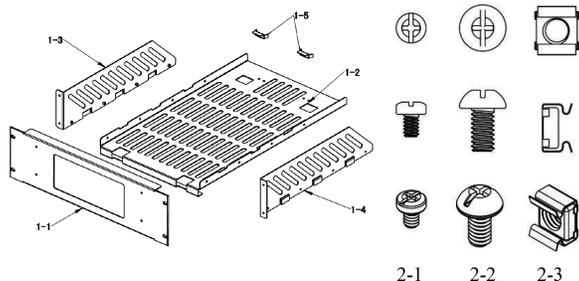
### 3.3. Крепление устройства в стойке

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



### Перечень деталей

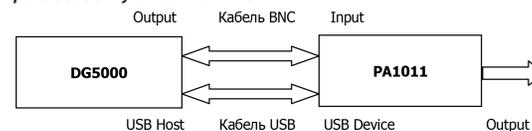
Номер	Название	Кол-во	Серийный номер	Описание
1-1	Передняя панель	1	RM-DG-5-01	
1-2	Нижняя панель	1	RM-DG-5-02	
1-3	Левая панель	1	RM-DG-5-03	
1-4	Правая панель	1	RM-DG-5-04	
1-5	Прижимная лапка	2	RM-DG-5-05	
2-1	Винт М4	19	RM-SCREW-01	Винт М4х6 с головкой под плоскую и крестообразную отвертку и механически 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.

### Соединение генератора DG5000 и усилителя PA1011



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

1. При нажатии функциональной кнопки **ON/OFF** внешний усилитель перейдет в состояние: включено «ON» или выключено «OFF». Если выбрано включено «ON», то усилитель будет усиливать получаемый сигнал и выводить его. Если выбрано выключено «OFF», то усилитель не будет выводить сигнал.

2. Нажмите функциональную кнопку **Gain** для выбора коэффициента усиления выходного сигнала: «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» генератора DG5000.

3. Нажмите функциональную кнопку **Output** для выбора нормального «Normal» или инвертированного «Invert» режима вывода сигнала из усилителя. Обратите внимание на различия этого параметра и параметра «Полярность вывода» генератора DG5000.

4. Нажмите функциональную кнопку **Deviation** для включения «ON» или выключения «OFF» вывода смещения выходного сигнала с усилителя. Когда выбрано включение «ON», то можно задать 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. Нажмите функциональную кнопку **Storage**, чтобы сохранить текущее рабочее состояние усилителя в его внутренней памяти. При следующем включении данные сохраненного рабочего состояния будут автоматически восстановлены.

### Технические параметры внешнего усилителя

Все технические нормы, приведенные ниже, гарантируются при выполнении нижеуказанных условий (за исключением случаев с дополнительным описанием).

Предварительный прогрев устройства в течение 30 минут при рабочей температуре.

Значения всех параметров гарантированы, за исключением случаев, когда есть отметка «типичное значение».

Ввод сигнала	
Входной импеданс	50 кОм
Напряжение смещения (эквивалент вывода)	±12 В
Вход внешнего сигнала (макс.)	±10 В (коэффициент усиления: X1) ±1,25 В (коэффициент усиления: X10)
Параметры усилителя	
Режим работы	Постоянное напряжение
Коэффициент усиления	Переключение между 10 В / 1 В и 10 В / 10 В (погрешность коэффициента усиления постоянного напряжения: <5%)
Переключение полярности	Положительная/Отрицательная
Эффективное значение мощности при выводе синусоидального сигнала (RL=7,5 Ом) (типичное, 100 кГц, x10)	10 Вт
Выходное напряжение (синусоида, 100 кГц)	12,5 Впик
Выходной ток (синусоида, 100 кГц)	1,65 Апик
Выходной импеданс	<2 Ом
Диапазон частот при полной мощности	DC...1 МГц*
Скорость нарастания (типичное)	≥80 В/мкс**
Выброс	<7%
Параметры смещения напряжения	
Погрешность усиления напряжения смещения	5% ±100 мВ
Прочее	
Источник питания	DC 12 В±5%, 4 Апик.
Защита выхода	От перенапряжения, от перегрева
Рабочая температура	0 °C ... +35 °C***
Габариты (Ширина x Высота x Глубина)	142,2 мм x 48,1 мм x 215,4 мм
Масса нетто	850 г ±20 г

\* Диапазон частот при полной мощности – это максимальная частота, при которой генератор может генерировать вывод переменного тока с максимально возможной амплитудой без искажений.

Диапазон частот при полной мощности  $FPB = SR / 2\pi V_{max}$ , где  $SR$  – Slew Rate (скорость нарастания),  $V_{max}$  – максимальная амплитуда без искажений, которую может выводить усилитель

\*\* В усилитель вводится большой ступенчатый сигнал. На выводе его наклон в определенной точке стабилизируется до постоянной величины. Данная величина называется скоростью нарастания (Slew Rate) 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.

### 4.13.9. Использование цифрового модуля (опционально)

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

DG-POD-A является модулем вывода логического сигнала (Logic signal output module), совместимый с генератором сигнала RIGOL серии DG. Он имеет внешний 16-канальный вывод данных и 2-канальный вывод тактового сигнала

3. Нажмите функциональную кнопку **Secure Code** и введите правильный код калибровки с помощью ручки управления и стрелок вправо/влево.

4. По умолчанию элемент меню **Secure** находится в состоянии включения «ON». Если введен правильный код калибровки, то он перейдет в состояние выключения «OFF».

5. Меню калибровки **Perform Calibration** и возможность калибровки будут активированы только после введения правильного кода калибровки.

#### 4.13.8. Использование внешнего усилителя (опционально)

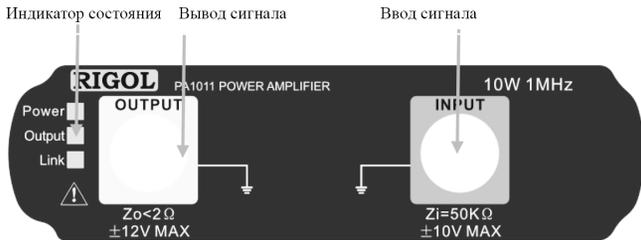
Генератор DG5000 поддерживает соединение с внешним усилителем (который усиливает, а затем выводит сигнал генератора) и настройку его параметров. Для использования внешнего усилителя установите дополнительный усилитель PA1011.

Усилитель PA1011 является одной из опций, предлагаемых для генераторов RIGOL серии DG. Его частотный диапазон на полной мощности до 1 МГц, скорость нарастания более 80 В/мкс. 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;
- входной импеданс 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.

#### Передняя панель



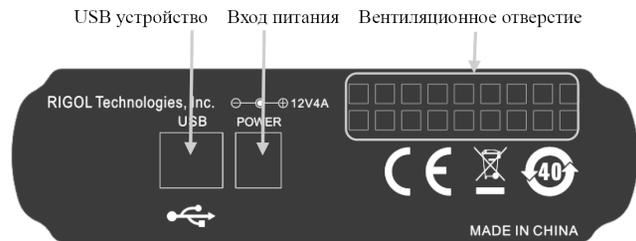
Индикаторы состояния:

- Power: красная лампочка, показывающая, что источник питания подключен;
- Output: зеленая лампочка, показывающая, что Вывод включен;
- Link: желтая лампочка, показывающая, что установлено USB соединение.

**Внимание!** Входной импеданс устройства Zi=50 кОм, а диапазоны напряжения на входе -10 В~+10 В и -1,25 В~+1,25 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!** Выходной импеданс Zo<2 Ом, а диапазон выходного напряжения -12 В~+12 В. Хотя усилитель позволяет выводить напряжение, достигающее ±12,5 В, общее гармоническое искажение сигнала может возрасти.

#### Задняя панель



**Внимание!** Не используйте неоригинальные блоки питания при эксплуатации усилителя PA1011. В противном случае это может привести к ухудшению его рабочих характеристик или выводу его из строя.

**Внимание!** 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

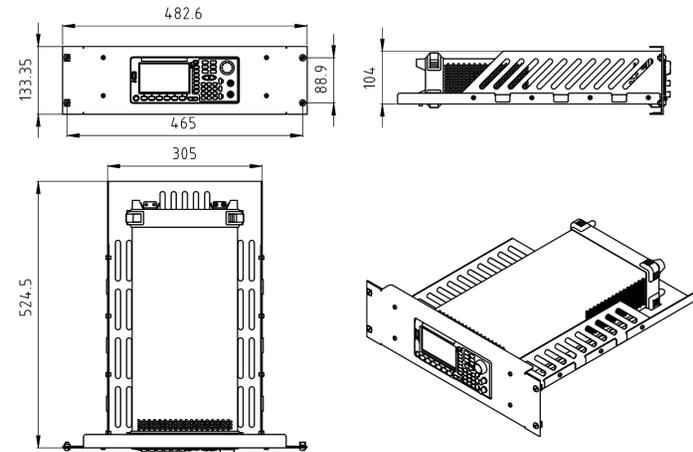
Название	Количество	Описание
Электрический кабель	1	Соединение источника переменного тока и адаптера
Электрический адаптер	1	Вывод сигналов 12В, 4А
Кабель USB	1	Соединение PA1011 и DG5000
Кабель BNC	1	Соединение PA1011 и DG5000
Компакт-диск	1	Программное обеспечение для работы с PA1011 на ПК

#### 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.

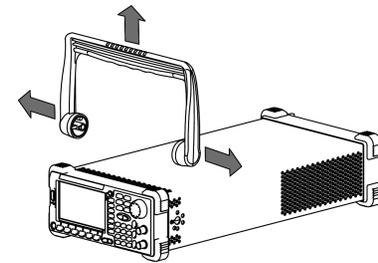
Габариты устройства после установки на стойку указаны ниже:



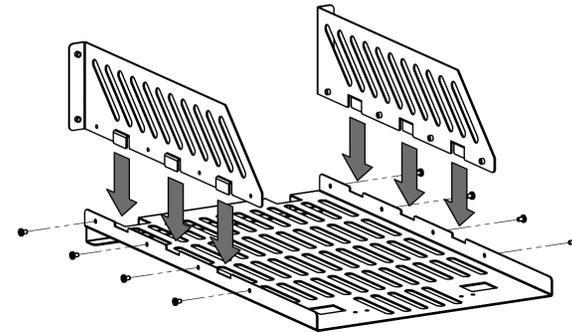
#### Порядок установки

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

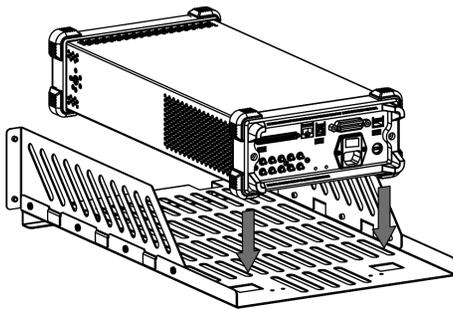
1. Демонтаж рукоятки: возьмите рукоятку с обеих сторон устройства и потяните их по направлению наружу, затем потяните рукоятку вверх.



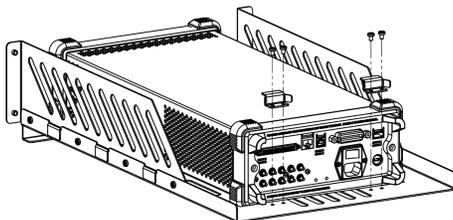
2. Установка боковых панелей: вставьте собачки правой и левой панелей в соответствующие им пазы на нижней панели, а затем закрепите их 8-ю винтами M4.



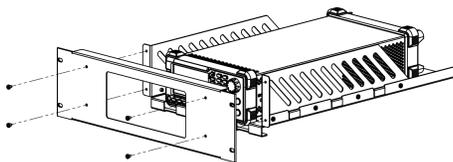
3. Установка устройства: установите устройство на нижней панели так, чтобы ножки устройства попали в соответствующие им отверстия в нижней панели.



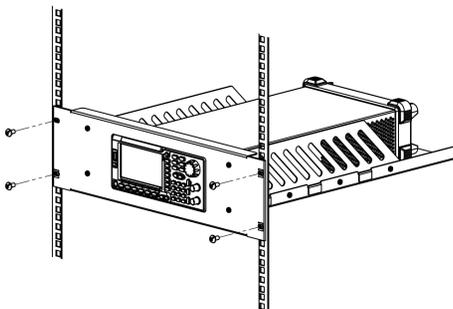
4. Фиксация устройства: с помощью двух прижимных лапок прикрепите устройство плотно к нижней панели, а затем зафиксируйте их с помощью четырех болтов M4.



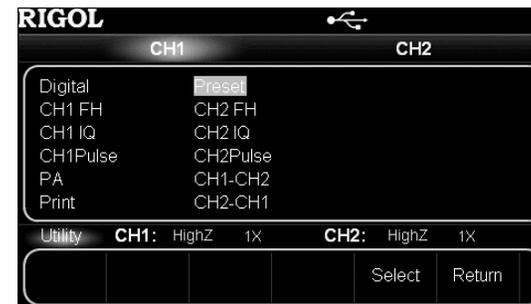
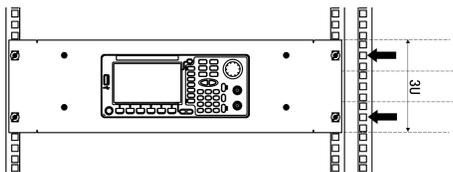
5. Установка передней панели: установите переднюю панель на лицевую часть устройства, а затем зафиксируйте ее четырьмя болтами M4.



6. Установка в шкаф: установите стойку с устройством в 19-дюймовый шкаф, зафиксировав ее четырьмя болтами M6 и четырьмя квадратными гайками M6.



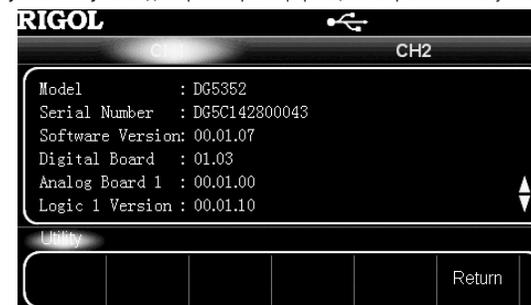
7. Внимание (после установки): устройство по высоте занимает 3U. Точки, на которые указывают стрелки, являются установочными отверстиями. Проверьте, чтобы крепление стойки к шкафу было выполнено правильно.



**Внимание!** В случае если системой будет обнаружен цифровой модуль, программируемой кнопке автоматически будет присвоена функция «Digital». 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

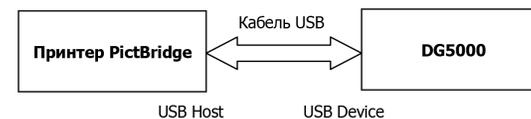
Нажмите **Utility** → **System** → **Sys Info** для просмотра информации о версии используемого устройства.



#### 4.13.6. Печать

Пользователь может сохранять информацию, отображаемую на дисплее (скриншот), на внешнем USB-носителе или осуществлять ее печать на PictBridge-совместимом принтере. Нажмите **Utility** → **Print** 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 «Printer» (см. раздел «Настройка типа USB устройства»), а затем нажмите функциональную кнопку **PictBridge** для перехода в меню настроек.

- Print: Печать скриншота изображения с дисплея после удержания нажатой данной кнопки в течение 10 секунд.
- Copies: Задается количество копий к печати с помощью ручки управления. Максимальное количество копий: 9999.
- Palette: выбор цветовой палитры для печати: черно-белая «Gray» или цветная «Color».
- Inverted: Включение или выключение функции инверсной печати.

2. Сохранение информации с дисплея на USB-накопитель.  
Вставьте USB-накопитель в прибор. После того, как будет установлено успешное соединение, в строке состояния экрана появится иконка , а также на экране появится всплывающее уведомление.

Нажмите функциональную кнопку **U Disk**, 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) необходимо сохранить на USB-накопителе. Генератор автоматически сохранит изображения в папке «Rigol» на USB-накопителе (создаст ее в случае, если она еще не была создана) в формате \*.BMP. Когда действие будет успешно завершено, на экране появится всплывающее уведомление.

#### 4.13.7. Тестирование и калибровка

Нажмите **Utility** → **Test/Cal** для перехода в соответствующий интерфейс. Пользователь может осуществлять самостоятельное тестирование устройства и проверять информацию его калибровки. Произведение пользователем самостоятельной калибровки не рекомендуется. В случае необходимости его калибровки обращайтесь в компанию RIGOL.

1. При нажатии функциональной кнопки **Self Test** устройство производит самостоятельное тестирование. Операция занимает около 3 секунд.
2. При нажатии функциональной кнопки **TestInfo** устройство производит проверку информации калибровки.



## 2. Настройка цвета.

Нажмите функциональную кнопку **Color** 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.

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



A)



B)

## Настройка звукового сигнала

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

Нажмите **Utility** → **System** → **Beep** для его включения «ON» или выключения «OFF». Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства.

## Настройка заставки экрана

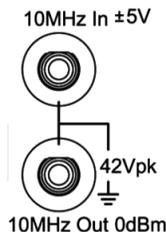
Включите или выключите заставку экрана.

Нажмите **Utility** → **System** → **ScrnSvr** для ее включения «ON» или выключения «OFF». По умолчанию установлено включение «ON». Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства.

## Настройка источника тактирования

Внутри генератора встроены источники тактового сигнала 10 МГц. Также возможно подключение внешнего источника синхросигнала через коннектор **[10MHz In]**, расположенный на задней панели. Кроме того, возможен вывод сигнала источника тактового сигнала на внешнее устройство через коннектор **[10MHz Out]**.

Нажмите **Utility** → **System** → **CLK** для выбора внутреннего «Internal» или внешнего «External» источника. По умолчанию установлен внутренний «Internal» источник.



Настройка источника тактирования позволяет производить синхронизацию между двумя или более устройствами. При производстве синхронизации двух устройств функция выравнивание 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 начальной фазы каждого канала после синхронизации.

## Способы синхронизации двух и более устройств

### 1. Синхронизация двух устройств.

Подключите коннектор **[10MHz Out]** Устройства А (внутренний «Internal» источником тактирования) к коннектору **[10MHz In]** Устройства В (внешний «External» источник). Установите одинаковые значения частоты для обоих устройств, чтобы начать синхронизацию.

### 2. Синхронизация трех и более устройств (Способ 1).

Подключите коннектор **[10MHz Out]** Устройства А (внутренний «Internal» источник) к коннектору **[10MHz In]** Устройства В (внешний «External» источник), затем подключите коннектор **[10MHz Out]** Устройства В к коннектору **[10MHz In]** Устройства С (внешний «External» источник) и так далее. Затем установите одинаковые значения частот для всех устройств, чтобы начать их синхронизацию.

### 3. Синхронизация трех и более устройств (Способ 2).

Раздайте тактовый сигнал 10 МГц с генератора (внутренний «Internal» источником тактирования) на несколько каналов, а затем подсоедините их к коннекторам **[10MHz In]** других устройств (внешний «External» источник). После этого установите одинаковые значения частот для всех устройств, чтобы начать их синхронизацию.

## Программируемая кнопка

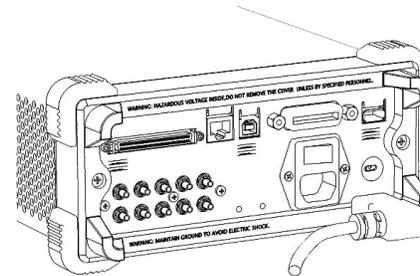
Кнопка **User\*** на передней панели генератора может быть запрограммирована пользователем для вызова необходимой (запрограммированной) функции во время проведения любых операций в интерфейсе.

Нажмите **Utility** → **System** → **Shortcuts** для перехода в меню программирования клавиши на запуск определенной функции. Выберите в меню необходимую функцию (например, «Восстановление заводских настроек») нажмите функциональную кнопку **Select**. Теперь при нажатии кнопки **User\*** будет происходить переход в меню «Восстановление заводских настроек».

# 4. ПОРЯДОК РАБОТЫ

## 4.1. Подключение источника питания

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.

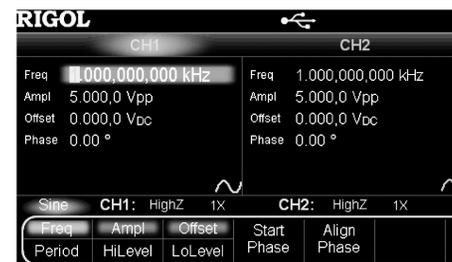
Нажмите кнопку включения питания на передней панели. Прибор запустится и выполнит автоматическую самодиагностику, а затем на экране появится интерфейс пользователя.

Здесь и далее функциональные особенности и технические параметры будут приводиться на примере модели DG5352.

## 4.2. Интерфейс пользователя

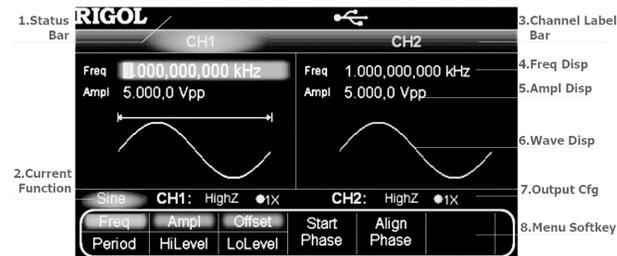
Интерфейс DG5000 имеет два режима отображения информации: «Параметры» и «График». В настоящей инструкции пользователь в качестве примера приводится режим отображения «График» двухканального устройства.

### Режим отображения «Параметры»



### Режим отображения «График»

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



### 1. Строка состояния

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

### 2. Текущая функция

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

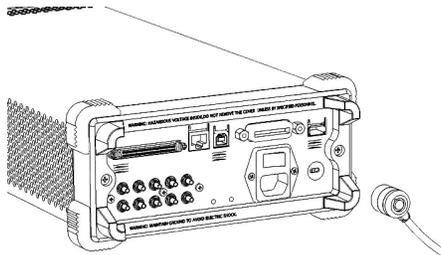
### 3. Строка с наименованием канала

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

4. Значение частоты  
Отображается текущая частота сигнала для каждого канала. Нажмите соответствующую функциональную кнопку **Freq**, 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. Значение амплитуды  
Отображается текущая амплитуда сигнала для каждого канала. Нажмите соответствующую функциональную кнопку **Ampl**, 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. Форма сигнала  
Отображается текущая форма сигнала для каждого канала. Форма сигнала выбранного в данный момент канала будет выделена на дисплее.
7. Параметры выхода  
Отображаются текущие параметры выхода сигнала для каждого канала, включая «Выходное сопротивление» и «Кoeffициент ослабления».
8. Функциональные кнопки  
Нажмите одну из кнопок для активации соответствующей функции.

#### 4.3. 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.



#### 4.4. Использование встроенной справочной функции

Для получения контекстной справочной информации о кнопках передней панели или о софт-клавишах меню нажмите и удерживайте кнопку Help, пока не загорится ее фоновая подсветка, после чего нажмите кнопку, о которой необходимо получить справочную информацию. Нажмите кнопку 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 кнопке
4. Генерация сигнала основных форм
5. Генерация сигнала произвольной формы
6. Генерация модулированного сигнала
7. Генерация сигнала свипированного по частоте
8. Генерация пачек импульсов
9. IQ модуляция
10. Генерация сигнала со скачкообразным изменением частоты
11. Управление памятью
12. Синхронизация нескольких устройств
13. Прямое соединение с осциллографами RIGOL DS
14. Техническая поддержка RIGOL

#### 4.5. Вывод сигнала основных форм

##### 4.5.1. Вывод сигнала синусоидальной формы

Вывод сигнала синусоидальной формы с канала CH1 с частотой 20 кГц, амплитудой 2.5 В<sub>pp</sub>, смещением 500 мВ, начальной фазой 10°.

1. Выберите канал  
Нажмите кнопку выбора канала **CH1|CH2** и выберите CH1. Наименование канала CH1 после его выбора будет подсвечено фоновой подсветкой.
2. Выберите сигнал Сину  
Нажмите кнопку **Sine**, после чего загорится ее подсветка. В нижней части экрана появятся соответствующие пункты меню.
3. Задайте значения частоты и периода  
Нажмите функциональную кнопку **Freq/Period**, чтобы выбрать задание частоты «Freq», затем на цифровой клавиатуре введите число 20. Затем во всплывающем меню выберите единицы измерения – «kHz».
- Диапазон допустимых значений параметра частоты «Freq» для синусоидального сигнала от 1 мГц до 350 МГц.
- Нажмите функциональную кнопку **Freq/Period** еще раз, чтобы перейти к настройке параметра периода «Period».
- Возможен выбор следующих единиц измерения для частоты «Freq»: MHz, kHz, Hz, mHz, μHz.
- Возможен выбор следующих единиц измерения для периода «Period»: sec, msec, μsec, nsec.
- Изменение числового значения параметров также возможно с помощью ручки управления.
4. Задайте значение амплитуды  
Нажмите функциональную кнопку **Ampl/HiLevel**, чтобы выбрать задание амплитуды «Ampl», затем на цифровой клавиатуре введите число 2.5. Затем во всплывающем меню выберите единицы измерения – «Vpp».

Источник модуляции	Internal (Внутренний)
Скорость FSK	100 Hz
Скачок по частоте	10 kHz
Полярность FSK	Positive (Положительная)
<b>PSK модуляция</b>	
Источник модуляции	Internal (Внутренний)
Скорость PSK	100 Hz
Фаза PSK	180°
Полярность PSK	Positive (Положительная)
<b>IQ модуляция</b>	
Источник модуляции	Internal (Внутренний)
Скорость передачи в бодах	9600 bps.
Шаблон кодовой последовательности	PN9
Диаграмма	4QAM
<b>Сви́пирование сигнала</b>	
Тип свипирования	Linear (Линейное)
Количество шагов	2
Период свипирования	1 s
Удержание на начальной частоте	0 s
Удержание на конечной частоте	0 s
Время возврата	0 s
Начальная частота	100 Hz
Конечная частота	1 kHz
Центральная частота	550 Hz
Диапазон частот	900 Hz
Метка частоты	OFF (Выключена)
Источник запуска	Internal (Внутренний)
Выход сигнала запуска	OFF (Выключен)
Фронт входного сигнала запуска	Leading (Нарастающий)
<b>Пакетный сигнал</b>	
Режим пакетного сигнала	N Cycle (Цикличный)
Количество циклов	1
Начальная фаза	0°
Задержка сигнала	0 s
Полярность стробируемого сигнала	Positive (Положительная)
Источник запуска	Internal (Внутренний)
Выход сигнала запуска	OFF (Выключен)
Фронт входного сигнала запуска	Leading (Нарастающий)
Период сигнала запуска	10 ms
<b>Системные параметры</b>	
DHCP	ON (Включен)
Автоматический IP	ON (Включен)
IP вручную	OFF (Выключен)
Звуковой сигнал	ON (Включен)
Настройка включения питания	Default (По умолчанию)
Заставка экрана	ON (Включен)
Источник синхронизации	Internal (Внутренний)
Десятичный разделитель	Dot (Точка)
Разделитель групп разрядов	Comma (Запятая)
Яркость *	В зависимости от заводской настройки
Цвет *	В зависимости от заводской настройки
Язык *	В зависимости от заводской настройки
Программируемая кнопка *	Preset (Восстановление заводских настроек)

##### Настройки дисплея

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

1. Настройка яркости.  
Нажмите функциональную кнопку **Light** 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».

Выходной разъем	50 Ω
Выход синхронизации	ON (Включен)
Настройка диапазона	Auto (Автоматическая)
Полярность синхронизации	Positive (Положительная)
Полярность вывода	Normal (Нормальная)
Настройка коэффициента ослабления	X1
Включение/Выключение связи каналов	OFF (Выключен)
Базовый канал	CH1
Тип связи	Frequency Deviation (Сдвиг по частоте)
Сдвиг фазы	0°
Сдвиг частоты	0 Hz
<b>Основные формы сигналов</b>	
Частота	1 kHz
Амплитуда	5 Vpp
Единица измерения амплитуды	Vpp
Смещение постоянной составляющей	0 VDC
Начальная фаза	0°
Коэффициент заполнения (прямоугольная форма)	50%
Симметрия	50%
Коэффициент заполнения (Импульс)	50%
Длительность импульса	500 μs
Фронт импульса	50 ns
<b>Произвольные сигналы</b>	
Предустановленный сигнал произвольной формы	Sinc
Коэффициент деления частоты	0
Коэффициент заполнения (импульс, произвольная форма)	50%
Длительность импульса (импульс, произвольная форма)	50 μs
Нарастающий фронт (импульс, произвольная форма)	2 μs
Спадающий фронт (импульс, произвольная форма)	2 μs
<b>Перескок по частоте частоты</b>	
Включение/Выключение перескока по частоте	OFF (Выключен)
Режим отображения	Chessboard (Шахматная доска)
Тип диаграммы	Map1
Интервал перескока по частоте	10 ms
Начальная точка	1
<b>AM модуляция</b>	
Источник модуляции	Internal (Внутренний)
Форма модулирующего сигнала	Sine (Синусоидальная)
Частота модуляции	100 Hz
Глубина модуляции	100%
<b>FM модуляция</b>	
Источник модуляции	Internal (Внутренний)
Форма модулирующего сигнала	Sine (Синусоидальная)
Частота модуляции	100 Hz
Девияция частоты	1 Hz
<b>PM модуляция</b>	
Источник модуляции	Internal (Внутренний)
Форма модулирующего сигнала	Sine (Синусоидальная)
Частота модуляции	100 Hz
Отклонение фазы	90°
<b>PWM модуляция</b>	
Источник модуляции	Internal (Внутренний)
Форма модулирующего сигнала	Sine (Синусоидальная)
Частота модуляции	100 Hz
Девияция длительности импульса	20 μs
Девияция коэффициента заполнения	20%
<b>ASK модуляция</b>	
Источник модуляции	Internal (Внутренний)
Скорость ASK	100 Hz
Амплитуда модуляции	2 Vpp
Полярность ASK	Positive (Положительная)
<b>FSK модуляция</b>	

- Диапазон допустимых значений параметра амплитуды «Ampl» ограничена значениями «Resistance» и «Freq/Period».
- Подробнее смотрите в выходных характеристиках в «Технических параметрах».
- Амплитуда и Смещение, Высокий уровень и Низкий уровень – всегда парные параметры. Нажмите функциональную кнопку **Ampl/HiLevel** еще раз, чтобы перейти к настройке Высокого уровня «HiLevel».
- Возможен выбор следующих единиц измерения для амплитуды «Ampl»: Vpp, mVpp, Vrms, mVrms, dBm (невысокий импеданс).
- Возможен выбор следующих единиц измерения для высокого уровня «HiLevel»: V, mV.
- Изменение числового значения параметров также возможно с помощью ручки управления.
- 5. Задайте значение уровня смещения напряжения постоянного тока  
Нажмите функциональную кнопку **Offset/LoLevel**, чтобы выбрать настройку Смещения «Offset», а затем на цифровой клавиатуре введите число 500. Затем во всплывающем меню выберите единицы измерения – «mVDC».
- Диапазон допустимых значений параметра Смещения «Offset» ограничен значениями «Resistance» и «Ampl/HiLevel».
- Подробнее смотрите в выходных характеристиках в «Технических параметрах».
- Амплитуда и Смещение, Высокий уровень и Низкий уровень – всегда парные параметры. Нажмите функциональную кнопку **Offset/LoLevel** еще раз, чтобы перейти к настройке параметра Низкий уровень «LoLevel». **Внимание!** Показатель низкого уровня «LoLevel» должен быть минимум на 5 мВ (50 Ом) ниже показателя высокого уровня.
- Возможен выбор следующих единиц измерения для смещения «Offset»: VDC, mVDC.
- Возможен выбор следующих единиц измерения для низкого уровня «LoLevel»: V, mV.
- Изменение числового значения параметров также возможно с помощью ручки управления.
- 6. Задайте значение начальной фазы  
Нажмите функциональную кнопку **Start Phase**, а затем на цифровой клавиатуре введите число 10. Затем во всплывающем меню выберите единицы измерения – «°».
- Диапазон допустимых значений показателя: от 0° до 360°;
- Изменение числового значения параметров также возможно с помощью ручки управления.
- 7. Настройка канала  
Кроме того, можно настроить соответствующие параметры вывода и настроить конфигурацию в «Настройках канала» через функции меню Utility. Как показано на рисунке ниже, основные параметры вывода канала (Сопротивление и Коэффициент ослабления) отражаются в нижней части дисплея.



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

#### Переключение между единицами измерения

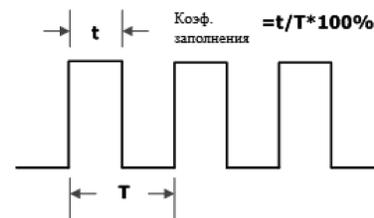
Можно быстро переключаться между единицами измерения показателей с помощью передней панели. Например, чтобы перевести значение показателя 2 Vpp в единицы измерения Vrms, нажмите клавишу **V** на цифровой панели, а затем выберите показатель Vrms во всплывающем меню. Для синусоидального сигнала переведенное значение будет составлять 707.1 mVrms.

#### 4.5.2. Вывод сигнала прямоугольной формы

Вывод сигнала прямоугольной формы с канала CH1 с частотой 20 кГц, амплитудой 2.5 Вpp, коэффициентом заполнения 30%, смещением 500 мВ, начальной фазой 10°. Для настройки параметров и вывода смотрите раздел «Вывод сигнала синусоидальной формы». Настоящий раздел только описывает настройку параметра «Коэффициент заполнения».

#### Что такое коэффициент заполнения?

Коэффициент заполнения – это величина, выраженная в процентах, которая показывает, отношение длительности высокого уровня по отношению к длительности одного периода.



#### Задайте значение коэффициента заполнения

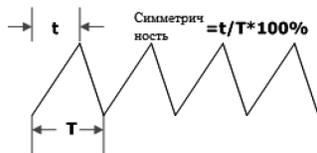
1. Нажмите кнопку **Square** для выбора соответствующей формы сигнала, после чего включится подсветка клавиши. В нижней части экрана появятся соответствующие пункты меню.
  2. Нажмите функциональную кнопку **Duty Cycle**, и наберите на цифровой клавиатуре число «30», а также выберите единицу измерения «%» во всплывающем меню.
- Диапазон значений параметра коэффициента заполнения ограничен настройками частоты и периода «Freq/Period»:
- 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 значения параметров также возможно с помощью ручки управления.

#### 4.5.3. Вывод сигнала пилообразной формы

Вывод сигнала пилообразной формы с канала CH1 с частотой 20 кГц, амплитудой 2.5 Вpp, смещением 500 мВ, симметрией 80%, начальной фазой 10°. Для настройки параметров и вывода смотрите раздел «Вывод сигнала синусоидальной формы». Настоящий раздел только описывает настройку параметра «Симметрия».

#### Что такое симметрия?

Симметрия – это величина, выраженная в процентах, которая показывает, какую длительность во всем периода занимает время нарастания.



#### Задайте значение симметрия

Нажмите кнопку **Ramp** для выбора пилообразной формы сигнала, после чего зажжется подсветка клавиши. В нижней части экрана появятся соответствующие пункты меню.

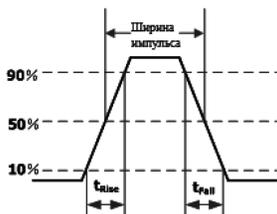
Нажмите функциональную кнопку **Symmetry**, и наберите на цифровой клавиатуре число «80», а также выберите единицу измерения «%» во всплывающем меню.

Диапазон значений параметра симметрии: от 0% до 100%;

Изменение числового значения параметров также возможно с помощью ручки управления.

#### 4.5.4. Вывод импульсного сигнала

Вывод импульсного сигнала с канала CH1 с частотой 20 кГц, амплитудой 2.5 Вп, смещением 500 мВ, длительностью импульса 10 мкс (коэффициент заполнения 20%), передним и задним фронтами 50 нс, задержкой 8 мкс. Для настройки параметров и вывода смотрите раздел «Вывод сигнала синусоидальной формы». Настоящий раздел только описывает настройку параметров «Длительность импульса/Коэффициент заполнения», «Передний фронт», «Задний фронт», «Задержка», «Задержка восстановления».



#### Длительность импульса/Коэффициент заполнения

Длительность импульса/Коэффициент заполнения выражается в процентах и означает время между 50% порогом амплитуды переднего фронта и 50% порогом следующей амплитуды заднего фронта.

Нажмите **Pulse** → **Width/Duty**, чтобы выбрать параметр длительность импульса «Pulse Width», затем на цифровой клавиатуре введите число «10». Затем во всплывающем меню выберите единицы измерения – «µs».

Диапазон значений параметра длительность импульса «Pulse Width» ограничена минимальной длительностью импульса и периодом импульса.

Минимальная длительность импульса = 4 нс.

Длительность импульса ≥ Минимальная длительность импульса.

Длительность импульса ≤ [Период импульса] – [Минимальная длительность импульса × 2].

Значения параметров Длительность импульса «Pulse Width» и Коэффициент заполнения «Duty Cycle» взаимосвязаны. В случае изменения одного из параметров, другой изменяется автоматически. Нажмите функциональную кнопку **Width/Duty** еще раз, чтобы переключиться на параметр Коэффициент заполнения «Duty Cycle» (автоматически установлен на уровне 20%, смотрите «Настройки коэффициента заполнения» для задания этого параметра вручную).

Диапазон значений коэффициента заполнения ограничен минимальной длительностью импульса и периодом импульса.

Коэффициент заполнения ≥ 100 × Минимальная длительность импульса ÷ Период импульса.

Коэффициент заполнения ≤ 100 × (1 – 2 × Минимальная длительность импульса ÷ Период импульса).

Возможен выбор следующих единиц измерения для задания длительности импульса: sec, msec, µsec, nsec.

Изменение числового значения параметров также возможно с помощью ручки управления.

#### Передний фронт/Задний фронт

Передний (нарастающий) фронт – определяется временем нарастания амплитуды импульса от значения 10% до значения 90%. Задний (спадающий) фронт – определяется временем спада амплитуды импульса от значения 90% до значения 10%.

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

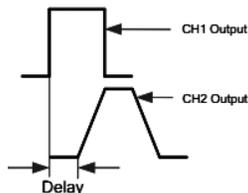
Диапазон значений ограничен от 2,5 нс до 1 мс.

Возможен выбор следующих единиц измерения: sec, msec, µsec, nsec.

Изменение числового значения параметров также возможно с помощью ручки управления.

#### Задержка

Задержка (Delay) – определяется временем между выходом одного канала относительно выхода другого.



#### Описание ключевых особенностей

Связь каналов возможна только в том случае, если оба канала работают в режимах вывода основных форм сигналов (синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, произвольная форма). Но при выборе напряжения постоянного тока связь каналов невозможна.

Если сумма значений частоты или фазы базового канала и заданного параметра сдвига превышает верхний предел значения частоты или фазы ведомого (небазового) канала, то генератор автоматически изменит значения частоты и фазы ведомого канала с тем, чтобы избежать превышения значения этого параметра.

Значения частоты и фазы ведомого источника не могут быть изменены напрямую.

Если фаза базового канала будет изменена, то фаза ведомого канала (фаза, отображаемая в меню) изменится соответственно первой. Таким образом, фазы двух каналов совпадут без выполнения операции выравнивания фаз **Align Phase**.

Функции связи каналов и копирования параметров канала являются взаимоисключающими. Если функция связи каналов будет включена то меню **Copy Channel** будет деактивировано.

#### 4.13.4. Копирование параметров каналов

Двухканальные модели генератора DG5000 поддерживает функцию копирования параметров одного канала в другой. Данная функция позволяет копировать с одного канала на другой такие параметры, как форма сигнала, частота и амплитуда, а также такие выходные параметры, как сопротивление импеданса и полярность.

Нажмите кнопку **Utility** на передней панели, перейдите на странице 2/2 меню с помощью стрелок ◀▶, а затем нажмите функциональную кнопку **Copy Channel** для перехода в соответствующее меню.

Нажмите функциональную кнопку **CH1->CH2** для копирования настроек CH1 в CH2.

Нажмите функциональную кнопку **CH2->CH1** для копирования настроек CH2 в CH1.

#### Описание ключевых особенностей

Функции связи каналов и копирования параметров канала являются взаимоисключающими. Если функция связь каналов будет активирована, то меню **Copy Channel** будет деактивировано.

Параметры всех основных форм сигналов могут быть скопированы, кроме заданных пользователем параметров произвольных форм сигналов.

#### 4.13.5. 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** → **System** → **Number Format** для перехода в соответствующее меню.

• **Decimal Point**. Десятичный разделитель может быть задан как точка «.» или как запятая «,». По умолчанию установлено: «.».

• **Thousands separator**. Разделитель групп разрядов: может быть задан, как включен «On», выключен «Off» или пробел «Space». По умолчанию установлено: «On».

Формат чисел может быть шести различных вариантов, как показано на рисунке ниже.

Freq	000,000,000 kHz	Точка + «On» (Запятая)
Freq	000 000 000 kHz	Точка + «Space»
Freq	000000000 kHz	Точка + «Off»
Freq	000.000.000 kHz	Запятая + «On» (Точка)
Freq	000 000 000 kHz	Запятая + «Space»
Freq	000000000 kHz	Запятая + «On»

**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** → **System** → **Language** и выберите необходимый язык. Данная настройка сохраняется в энергонезависимой памяти устройства и не будет сброшена при остановлении заводских настроек.

##### Настройка при включении питания

Выберите вариант настройки по умолчанию «Default» или последний «Last». По умолчанию установлено: «Default».

• **Last**: включает все системные параметры, кроме настроек вывода, источника синхросигнала и состояния подключения внешнего модуля.

• **Default**: заводские настройки по умолчанию, кроме нескольких параметров (например, язык).

Нажмите **Utility** → **Power On** 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** → **System** → **Preset** → **OK**, и подсветка кнопки **Utility** погаснет. Генератор переключится в режим формирования синусоидального сигнала. Значения параметров по умолчанию перечислены в таблице ниже. Обратите внимание, что пункты, отмеченные «\*», зависят от настроек, сделанных на заводе и при нажатии **Preset** изменяться не будут.

Параметры	Значение по умолчанию
Параметры каналов	
Форма несущей	Sine (Синусоидальная)
Тип интерфейса	Parameter (Параметры)

### Настройка сопротивления импеданса

Настройка импеданса влияет на такие параметры, как выходная амплитуда и смещение напряжения. Для коннектора [Output] на задней панели генератор обеспечивает фиксированное сопротивление импеданса 50 Ом. Если фактическая нагрузка отличается от указанной величины, то отображаемый уровень напряжения не будет соответствовать напряжению измеряемого устройства. Для обеспечения корректного уровня напряжения настройка нагрузочного сопротивления должна соответствовать фактическому уровню напряжения.

Нажмите **Utility** → **CH1 Set** → **Resi** для выбора высокого импеданса «HighZ» или нагрузка «Load». По умолчанию установлена высокая импеданс «HighZ». При выборе «Load» задайте величину сопротивления с помощью цифровой клавиатуры. Область допустимых значений показателя: от 1 Ω до 10 кΩ. Установлено по умолчанию: 50 Ом. Установленная величина сопротивления будет отображаться на дисплее, как например, на рисунке ниже: величина сопротивления на CH1 – «50 Ω», а на CH2 – «HighZ».



В случае если настройки сопротивления будут изменены, генератор автоматически перенастроит значения выходной амплитуды и напряжение смещения на выходе. Например, если текущее значение параметра амплитуда составляет «5 Vpp», при изменении выходного сопротивления со значения «50 Ω» на «HighZ», то отображаемая амплитуда будет увеличена в два раза и составит «10 Vpp». Если текущий выходной импеданс будет изменен с «HighZ» на «50 Ω», то отображаемая амплитуда будет уменьшена в два раза (от исходного значения) и составит «2,5 Vpp».

В случае если текущее значение импеданса – «HighZ», единица измерения амплитуды не может быть установлена как «dBm» (будет недоступной).

### Настройка диапазона

Нажмите **Utility** → **CH1 Set** → **Range** для выбора автоматический «Auto» или удержание «Hold». По умолчанию установлено: «Auto».

- Auto: генератор выбирает наиболее оптимальные настройки для выходного усилителя мощности и аттенуатора.
- Hold: автоматическая оптимизация отключается с целью избежания прерывания сигнала при включении/выключении реле при изменении амплитуды. Однако это может повлиять на точность амплитуды.

### Настройка коэффициента ослабления напряжения

Данная настройка будет ослаблять или усиливать текущую амплитуду в соответствии с заданным значением и формой выходного сигнала. Доступные значения коэффициента ослабления напряжения включают 1X, 2X, 5X и 10X. Нажмите **Utility** → **CH1 Set** → **Attenuat** для выбора необходимого коэффициента.

Например, если текущий показатель амплитуды составляет «5 Vpp», то при изменении настройки коэффициента ослабления со значения «1X» до «2X», то отображаемое значение амплитуды изменится до «2,5 Vpp», однако фактическое значение амплитуды на выходе будет все еще составлять «5 Vpp».

### Включение выхода перескока по частоте

Генератор DG5000 может выводить сигналы с перескоком по частоте как с одного из каналов, так и с двух каналов одновременно.

Нажмите **Utility** → **CH1 Set** (или **CH2 Set**), перейдите на страницу 2/2 меню с помощью стрелок ◀▶, а затем нажмите функциональную кнопку **FreqHop** для активации этой функции на CH1 (или CH2).

Подробнее об этой функции читайте в разделе «Вывод сигнала с перескоком по частоте (опционально)».

### 4.13.3. Связь каналов

Двухканальные модели генератора DG5000 поддерживают связь выходных частот и фаз каналов. После того, как данная функция включена, назначьте CH1 или CH2 базовым (ведущим) каналом и задайте частотный или фазовый сдвиг двух каналов. Затем, когда фаза или частота базового канала будет изменена, соответствующий параметр другого канала изменится автоматически и будет постоянно соответствовать величине заданного сдвига.

Нажмите кнопку **Utility** на передней панели и перейдите на страницу 2/2 меню с помощью стрелок ◀▶, затем нажмите функциональную кнопку **Coupling** для перехода в соответствующее меню.

Нажмите функциональную кнопку **Coupling** для включения «On» или выключения «Off» этой функции. По умолчанию установлено: выключено «Off».

Нажмите функциональную кнопку **Type** для выбора: сдвиг по частоте «FreqDev» или сдвиг по фазе «PhaseDev», а затем введите необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры, например «10°».

Выключите функцию **Coupling** («Off»), а затем нажмите функциональную кнопку **Base** и выберите «CH1» или «CH2» для выбора базового источника. Если выбран «CH2», то сдвиг фаз между CH1 и CH2 будет составлять  $\varphi_{CH1} = \varphi_{CH2} + 10^\circ$ .

Когда базовый источник связи находится в режиме меню частота/фаза «Freq/Phase», то 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 на значение «10°».

Метка связи



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

Диапазон значений ограничен от 0 до периода импульса.

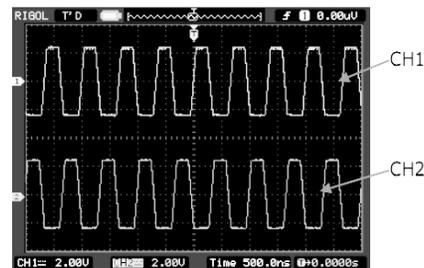
Возможен выбор следующих единиц измерения: sec, msec, usec, nsec.

Изменение числового значения параметров также возможно с помощью ручки управления.

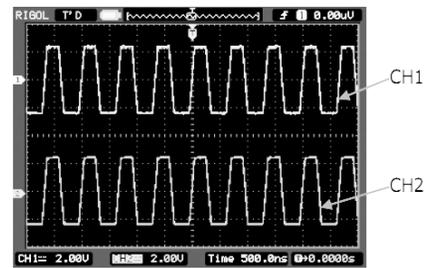
### Задержка восстановления

Функция задержки восстановления предназначена только для двухканальных моделей. Нажмите **Pulse**, с помощью кнопка ◀▶ откройте страницу меню 2/2, нажмите функциональную кнопку **Restore**, и генератор выровняет задержку между двумя каналами. Предположим, что выходные импульсные сигналы каналов CH1 и CH2 имеют одинаковые параметры. Используйте осциллограф для визуального наблюдения сигналов двух каналов. Нажмите выключатели активации выходов генератора.

Два сигнала, отображаемые на осциллографе, имеют определенную задержку. В этот момент нажмите кнопку **Restore** на генераторе и сигналы будут отображаться на осциллографе без каких-либо задержек.



Вид до нажатия кнопки Restore



Вид после нажатия кнопки Restore

**Примечание.** Для двухканальных моделей функция восстановления неактивна, если какой-либо из двух каналов находится в режиме модуляции

### 4.5.5. Вывод шумового сигнала

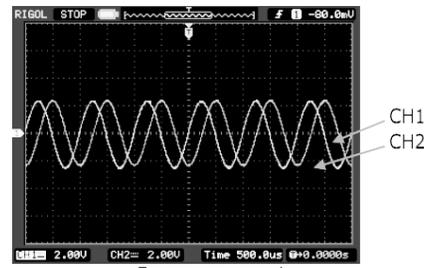
Вывод сигнала Импульс из CH1 с амплитудой 2.5 Впп, смещением 500 мВ. Для настройки параметров и вывода смотрите раздел «Вывод сигнала синусоидальной формы».

### 4.5.6. Выравнивание фаз

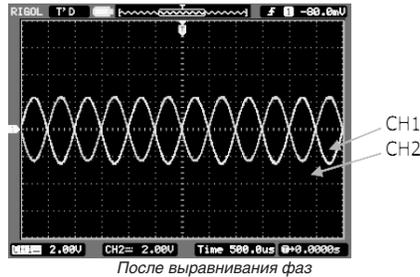
Режим выравнивания фаз предназначен для работы с двумя каналами. При нажатии функциональной кнопки каналы генератора будут перенастроены, после чего генератор будет выводить сигнал с заданными частотой и начальной фазой.

Для двух сигналов с одинаковой или кратной друг другу частотой данное действие выравнивает их фазы. Предположим, что синусоидальный сигнал (1 кГц, 5 Впп, 0°) выводится с канала CH1, а синусоидальный сигнал (1 кГц, 5 Впп, 180°) выводится с канала CH2. Используйте осциллограф для визуального отображения двух сигналов. Нажмите выключатели активации выходов генератора. На экране осциллографа будет видно, что фазовый сдвиг не будет равен 180°.

Нажмите функциональную кнопку **Align Phase** на генераторе. Сигналы с двух каналов будут иметь постоянный сдвиг фаз равный 180° без дополнительной настройки.



До выравнивания фаз



Внимание! Меню **Align Phase** будет не активно или отключено, если один из каналов работает в режиме модуляции.

#### 4.6. Вывод сигнала произвольной формы

##### 4.6.1. Включение функции вывода сигналов специальной и произвольных форм

Нажмите кнопку **Arb**, чтобы открыть меню управления сигналами специальной и произвольной формы.

1. **Freq/Period (Sample)**

Задание частоты/периода сигнала произвольной формы в режиме «Normal».

Задайте частоту дискретизации, когда генератор получает образцы данных из внешнего источника в режиме «Play».

2. **Ampl/HiLevel**

Задание амплитуды/высокого уровня сигнала произвольной формы.

3. **Offset/LoLevel**

Задание смещения/низкого уровня» сигнала произвольной формы.

4. **Phase**

Задание начальной фазы сигнала произвольной формы.

5. **Align Phase**

Смотрите раздел «Выравнивание фаз».

6. **Mode**

Выберите режим вывода сигнала произвольной формы – «Normal» или «Play».

7. **Select Wform**

Выбор формы сигнала, сохраненной во внутренней памяти или внешнем носителе.

8. **Create New**

Создание формы сигнала произвольной формы до 512 К точек.

**Примечание.** DG5000 может создавать выходной сигнал до 128 млн. точек. Для создания и редактирования формы сигнала, где что число точек больше чем 512К, нудно использовать ствовать программное обеспечение для ПК.

9. **Edit Wform**

Редактирование сохраненной формы сигнала.

Для настройки параметров и вывода смотрите раздел «Вывод сигнала синусоидальной формы». Настоящий раздел только описывает настройку параметров режим «Mode», частота дискретизации «Sample», выбор формы сигнала «Select Waveform», создание новой формы «Create New» и редактирование формы сигнала «Edit Waveform».

##### 4.6.2. Режимы вывода

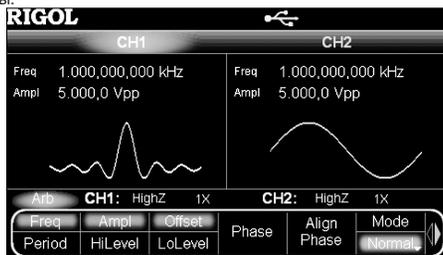
Нажмите клавишу **Arb** → **Mode**, чтобы выбрать режим вывода сигнала произвольной формы – Обычный «Normal» или Воспроизведение «Play».

В режиме «Normal» для генерации сигнала используется прямой цифровой синтез DDS. В таком случае пользователь может изменять шаг фазы выборки через изменение частоты (периода). Однако, частота дискретизации фиксированная. Для изменения частоты дискретизации следует использовать режим «Play».

##### Обычный (Normal) режим

В данном режиме возможен вывод сигналов, формы которых сохранены в памяти генератора загружены от ПК после редактированного на програмном обеспечении ПК. Сигналы, сохраненные на USB-носителе, также могут быть загружены. Диапазон выходных частот от 1 мГц до 50 МГц, частота дискретизации фиксируется равной 1 Гвыб/с, количество точек 16 М.

Как показано на рисунке ниже, нажмите функциональную кнопку **Mode** и выберите «Normal». Затем нажмите **Freq/Period** для изменения частоты.



##### Режим воспроизведения (Play)

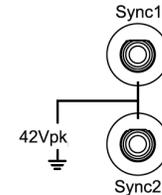
Когда количество точек произвольной формы превысит 16 М, генератор автоматически перейдет в режим воспроизведения, при котором возможен вывод сигнала с количеством точек до 128 М. В этом режиме пользователь может изменять частоту дискретизации  $f_s$  путем установки коэффициента деления частоты N. Соотношение функций между  $f_s$  и N выглядят следующим образом:

#### 4.13.2. Настройка канала

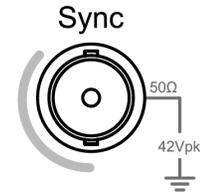
В разделе описываются способы настройки CH1 в качестве примера, настройка CH2 производится аналогичным образом.

##### Настройки синхронизации

Генератор DG5000 может выводить синхронизированные сигналы основных форм сигналов (кроме шумовой и на-пряжения постоянного тока), свипированные сигналы, пакетные сигналы и модулированные сигналы с 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. Включение/выключение синхронизации.

Включение или выключение вывода сигнала синхронизации через коннектор [Sync]. Нажмите **Utility** → **CH1 Set** → **Sync**, а затем выберите включение «On.» или выключение «Off.» вывода сигнала синхронизации.

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

2. Сигналы синхронизации различных форм сигналов.

Для синусоидальной, прямоугольной, пилообразной и импульсных форм сигналом синхронизации является сигнал прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50%. Когда они имеют положительную полярность относительно напряжения 0 В (или смещения постоянной составляющей), то сигнал синхронизации – TTL высокого уровня. Когда они имеют отрицательную полярность относительно напряжения 0 В (или смещения постоянной составляющей), то сигнал синхронизации – TTL низкого уровня.

Для сигналов произвольной формы сигналом синхронизации является сигнал прямоугольной формы с изменяемым коэффициентом заполнения, который имеет высокий уровень TTL при выводе первой загруженной точки сигнала.

Для сигналов AM, FM, PM, PWM и IQ в режиме внутренней модуляции сигналом синхронизации является сигнал прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50%, где модулирующая частота является опорной. В первой половине периода модулирующего сигнала синхросигнал имеет высокий уровень TTL. В режиме внешней модуляции сигналом синхронизации является сигнал прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50%, где несущая частота является опорной. В случае если несущей является сигнал произвольной формы, то коэффициент заполнения сигнала синхронизации изменяется.

Для сигналов ASK, FSK, PSK сигналом синхронизации является сигнал прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50%, где частоты ASK/FSK/PSK являются опорными.

Когда активирована функция перескока по частоте, то сигнал синхронизации использует интервал перескока по частоте в качестве опорного, а форма синхросигнала прямоугольная с коэффициентом заполнения 50%.

В режиме свипирования, когда метка частоты «Mark» отключена, форма синхросигнала прямоугольная с коэффициентом заполнения 50%. При этом в начале свипирования – TTL высокого уровня и изменяется на TTL низкий уровень в средней точке свипирования, а частота соответствует заданным времени свипирования, удержания на начальной и конечной точке. Если метка частоты «Mark» включена, то в начале свипирования высокий TTL уровень изменяется на низкий уровень в точке, определенной «Mark».

Для циклического пакетного сигнала запуска сигнала синхронизации в начале свипирования с высокого TTL уровня изменяется на TTL низкого уровня при завершении указанного количества циклов (если у сигнала есть заданная начальная фаза, то точкой пересечения может быть ненулевой). Для бесконечного пакетного сигнала синхросигнал имеет такую же форму, как и непрерывный сигнал.

Для внешнего стробируемого пакетного сигнала сигнал синхронизации соответствует его стробируемому сигналу, который изменится на низкий уровень TTL по окончании последнего периода (если у сигнала есть заданная начальная фаза, то точкой пересечения может быть ненулевой).

##### Полярность синхронизации

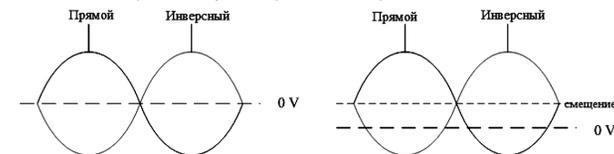
Настройте сигнал синхронизации на коннекторе [Sync], как нормальный или инвертированный выход.

Нажмите **Utility** → **CH1 Set** → **Polarity**, а затем выберите положительную «Positive» или отрицательную «Negative» полярность. Обратите внимание, что сигнал синхронизации, относящийся к форме сигнала, не будет инвертированным, даже если форма сигнала будет инвертирована.

##### Полярность вывода

Настройте сигнал синхронизации на коннекторе [Output], как нормальный (прямой) или инвертированный выход. Форма сигнала инвертируется относительно напряжения смещения.

Нажмите **Utility** → **CH1 Set** → **Output**, а затем выберите нормальный «Normal» или инверсный «Invert». По умолчанию установлено: нормальный «Normal». Первая половина периода цикла сигнала имеет положительную полярность в режиме нормальный «Normal» и отрицательную полярность в инверсный «Invert».



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

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

2. Введите имя папки.
3. Сохраните папку.

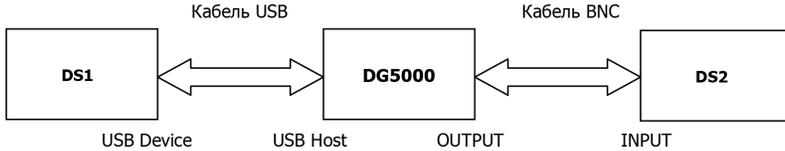
После того, как имя папки введено, нажмите функциональную кнопку **Save** для сохранения пустой папки на выbranном диске.

#### 4.12.10. Форматирование локального диска

В генераторе DG5000 предусмотрена функция форматирования локального диска – «C Disk». Для форматирования выберите «C Disk», затем нажмите функциональную кнопку **Browser** и выберите тип отображения «Dig», перейдите на страницу 2/2 меню с помощью клавиш **◀▶** и нажмите **Format**.

#### 4.12.11. Прямое соединение с осциллографом

Генератор DG5000 имеет функцию прямого соединения с осциллографом RIGOL стандарта USB-TMC, чтобы восстанавливать и воспроизводить данные формы сигнала с осциллографа без потерь.

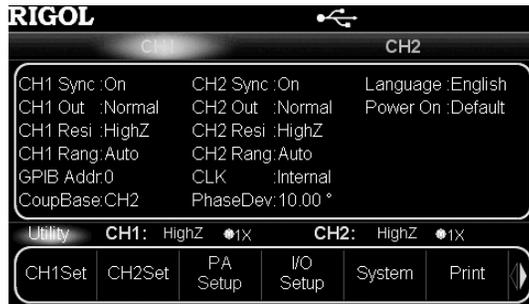


1. Сначала убедитесь, что измеряемый сигнал стабильно отображается на дисплее осциллографа DS1.
  2. Подключите генератор DG5000 к осциллографу 1 с помощью USB интерфейса. После этого осциллограф DS1 автоматически перейдет в режим удаленного управления.
  3. Нажмите клавишу **Store/Recall** на передней панели устройства для перехода в соответствующее меню. После этого в поле «Dig» отобразится обозначение DS1.
  4. Выберите осциллограф DS1 с помощью ручки управления. Все каналы осциллографа DS1 и их состояния (вкл./выкл.) будут отображены в поле «Файлы и папки».
  5. Нажмите функциональную кнопку **Browser** и выберите тип отображения «File» и переведите курсор на канал для **Read**. Генератор автоматически переключится в режим произвольных сигналов (**Arb**) и загрузит форму 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 выход с канала, тогда генератор начнет выводить произвольный сигнал, получаемый осциллографом DS1. Подключите вывод генератора к вводу осциллографа DS2 и настройте последний на отображение сигнала, получаемого осциллографом DS1.
- Подсказка.** Данные сигналов, получаемых осциллографом, сохраняются циклически. Поэтому данные, полученные генератором, тоже ограничены и может, например, отсутствовать согласование фаз. Рекомендуем стабильно отображать интересующий фрагмент сигнала на дисплее осциллографа, после чего с помощью генератора считывать и выводить данные в пакетном режиме (**Burst**).

### 4.13. Расширенные функции

#### 4.13.1. Общее описание расширенных функций

Нажмите клавишу **Utility** на передней 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 сдвиг частот/фаз при связи каналов, язык системы и настройки при включении питания.



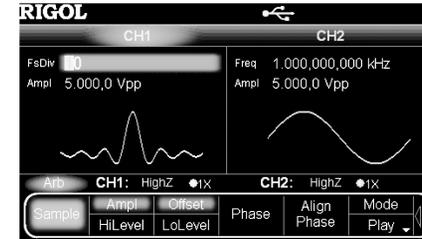
1. CH1 Set: настройка выходных параметров CH1.
2. CH2 Set: настройка выходных параметров CH2.
3. PA Setup: настройка параметров усилителя мощности. Функция доступна только в случае, если внешний усилитель мощности установлен.
4. I/O Setup: настройка параметров портов ввода/вывода.
5. System: настройка параметров системы.
6. Print: сохранение информации, отображаемой на дисплее (скриншота), на внешний носитель или ее печать на PictBridge принтере.
7. Test/Cal: тестирования или калибровки системы.
8. Coupling: связь каналов.
9. Copy Channel: копирования параметров канала.
10. Digital: «включение» и «выключение» цифрового модуля. Функция доступна только в том случае, если установлен цифровой модуль.

Если  $N \leq 2$ ,  $f_s = 1 \text{ ГВывб/с} / 2^N$

Если  $N > 2$ ,  $f_s = 1 \text{ ГВывб/с} / (N - 2) \times 8$

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

Как показано на рисунке ниже, нажмите функциональную кнопку **Mode** и выберите «Play». Клавиша меню **Freq/Period** поменяется на **Sample**, которая определяет коэффициента деления частоты N. Задайте числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.



#### 4.6.3. Выбор сигнала специальной и произвольной формы

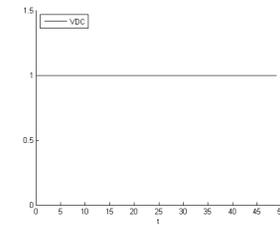
Нажмите кнопку **Arb**, а затем с помощью кнопок **<1>** перейдите на страницу меню 2/2. Далее нажмите функциональную кнопку **Select Wform** и выберите встроенные «Builtin», сохраненные «Stored Wforms» или изменяемые «Volatile Wform» формы.

#### Встроенные формы сигнала

В памяти генератора DG5000 записаны 10 видов встроенных видов сигналов: Напряжение постоянного тока, кардинальный синус Sinc, Экспоненциальное нарастание, Экспоненциальный спад, Кардиосигнал, Шумовой сигнал (Гаусса), Гаверсинус, Лоренц, Импульс и двухтональный сигнал.

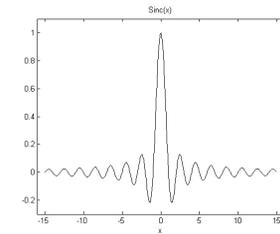
#### Напряжение постоянного тока

Генератор DG5000 может выводить сигнал напряжения постоянного тока с амплитудой от -10 В до 10 В. На рисунке ниже изображена форма его сигнала.



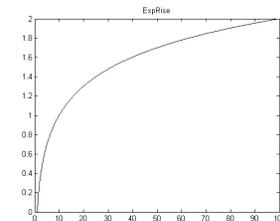
#### Сигнал Кардинальный синус Sinc

На рисунке ниже изображена форма сигнала Sinc.



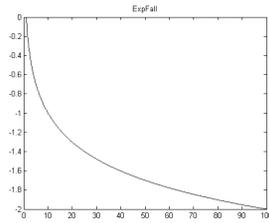
#### Сигнал экспоненциальное нарастание

На рисунке ниже изображена форма сигнала экспоненциального нарастания.



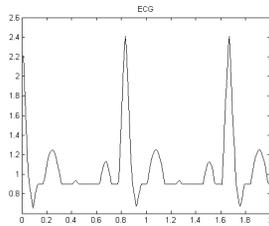
### Сигнал экспоненциальный спад

На рисунке ниже изображена форма сигнала экспоненциального спада.



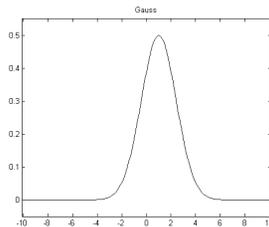
### Кардиосигнал

На рисунке ниже изображена форма кардиосигнала.



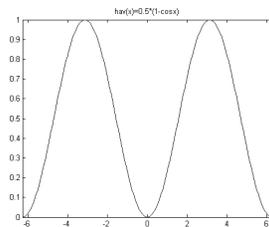
### Шумовой сигнал (Гаусса)

На рисунке ниже изображена форма шумового сигнала (Гаусса).



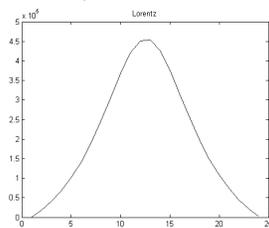
### Сигнал Гаверсинус

На рисунке ниже изображена форма сигнала Гаверсинус.



### Сигнал Лоренц

На рисунке ниже изображена форма сигнала Лоренц.



Ввод транскрипции    Отображение пероглифов    Ввод имени файла    Виртуальная клавиатура



#### 4. Сохраните файл.

После того, как имя файла введено, нажмите функциональную кнопку **Save** 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.

#### 4.12.5. Вызов файла

##### 1. Выберите тип файла.

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

##### 2. Выберите файл для восстановления.

Установите **Browser** как «Dir», после чего выберите диск, на котором сохранен файл, с помощью ручки управления. Затем установите **Browser** как «File» и выберите необходимый файл с помощью ручки управления.

##### 3. Чтение файла.

Нажмите функциональную кнопку **Read**, после чего устройство считывает информацию из данного файла и выведет ее на экран.

#### 4.12.6. Копировать файл

##### 1. Выберите документ для копирования.

Установите **Browser** как «Dir», после чего выберите диск, на котором сохранен файл, с помощью ручки управления. Затем установите **Browser** как «File» и выберите необходимый файл с помощью ручки управления.

##### 2. Скопируйте файл.

Нажмите функциональную кнопку **Read**, после чего устройство скопирует выделенный файл.

#### 4.12.7. Вставить файл

##### 1. Скопируйте файл.

Скопируйте файл, следуя инструкциям раздела «Копировать файл».

##### 2. Выберите место назначения для вставки файла.

Установите **Browser** как «Dir», после чего выберите диск, на котором сохранен файл, с помощью ручки управления.

##### 3. Вставьте файл.

Нажмите функциональную кнопку **Paste**, после чего устройство вставит скопированный файл в текущий диск. После того, как файл будет вставлен, на дисплее появится сообщение, уведомляющее об этом.

#### 4.12.8. Удалить файл или папку

##### 1. Выберите файл или папку для удаления.

Установите **Browser** как «Dir», после чего выберите диск, на котором сохранен подлежащий к удалению файл или папка, с помощью ручки управления. Затем установите **Browser** как «File» и выберите подлежащий к удалению файл или папку с помощью ручки управления.

##### 2. Удалите файл или папку.

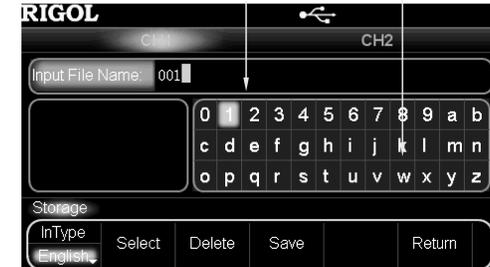
Нажмите функциональную кнопку **Delete**, после чего выбранный файл или папка (пустая папка) будет удален.

#### 4.12.9. Создать новую папку

##### 1. Выберите тип отображения.

В меню «Сохранение и вызов» установите **Browser** как «File». Затем перейдите на страницу 2/2 меню с помощью стрелок ◀ ▶ и выберите **New Directory**, чтобы перейти в изображенное ниже меню и задать имя папки.

Ввод имени файла    Виртуальная клавиатура



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 используются отличные от вышеперечисленных символы, то их отображение может быть некорректным.

#### 4.12.2. Выбор типа файла

Параметры, которые могут быть сохранены, включают: форма сигнала, частота, амплитуда, смещение постоянной составляющей, коэффициент заполнения, симметрия, фазы двух каналов, а также параметры функций модуляции, свипирование частоты и пакетный сигнал.

Нажмите клавишу **Store/Recall** → **File Type**, а затем выберите необходимый тип файла из следующих: State File, Arb wave File, Digital File, FH File и All File.

- 1) State File  
Файл настроек. Содержит информацию о рабочих настройках прибора (.RSF).
- 2) Arb wave File  
Файл сигнала произвольной формы. Содержит заданную пользователем форму сигнала произвольной формы (.RAF). Для редактирования файла смотрите раздел «Вывод сигналов произвольной формы».

- 3) Digital File  
Файл цифрового сигнала. Содержит заданную пользователем форму цифрового сигнала (.RDF). Для редактирования файла необходимо установить опциональный цифровой модуль DG-POD-A, а затем нажать **Utility** → **Digital** → «Power On» → **User**.

- 4) FH File  
Файлы сигналов с перескоком по частоте. Содержат такие файлы, как диаграмма перескока по частоте (.RHM), список перескока по частоте (.RHL), последовательность перескока по частоте (.RHS). Для редактирования файлов смотрите раздел «Вывод сигнала с перескоком по частоте (опционально)».

- 5) Все файлы  
Отображаются все файлы и папки, находящиеся на выбранном диске.

#### 4.12.3. Выбор типа отображения

Нажмите **Store/Recall** → **Browser** для переключения между типами отображения диск «Dir» или файл «File». Затем выберите необходимый диск или файл с помощью ручки управления, используйте стрелки Вправо/Влево для открытия и закрытия диска.

- Dir: переключение между C Disk, D Disk (когда установлен USB-еакопитель) и E Disk (когда установлен USB-еакопитель). Нажатие стрелок Вправо/Влево приводит к открытию и закрытию дисков.
- File: переключение между файлами и папками выбранного диска.

#### 4.12.4. 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 «All File», операция сохранения файлов **Save** будет недоступна.

2. Откройте меню ввода имени файла.  
В меню «Сохранение и вызов» установите в **Browser** тип отображения «File» и нажмите **Save** для перехода в меню ввода имени файл, изображенное на рисунке ниже.



3. Введите имя файла.

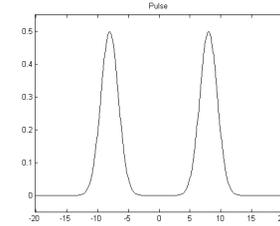
Нажмите функциональную кнопку **InType** для выбора английского «English» или китайского «Chinese» языков ввода. Имя файла не может содержать более 32 знаков.

- 1) Ввод на английском языке (включая цифры).  
Нажмите кнопку +/- на цифровой клавиатуре для переключения регистра ввода. Как показано на рисунке выше, выберите необходимый символ на виртуальной клавиатуре для наименования файла с помощью ручки управления. Нажмите функциональную кнопку **Select**, после этого выбранный знак отобразится в поле «Ввод имени файла». Таким способом введите все знаки для наименования файла. Нажмите функциональную кнопку **Delete** для удаления выделенного знака в поле «Ввод имени файла».

- 2) Ввод на китайском языке.  
Нажмите кнопку +/- на цифровой клавиатуре для переключения регистра ввода. Как показано на рисунке ниже, выберите необходимый символ на виртуальной клавиатуре помощью ручки управления, затем нажмите функциональную кнопку **Select**, после этого выбранный знак отобразится в поле «Ввод транскрипции». После того, как полное имя иероглифа 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 функциональную кнопку **Delete** для удаления выделенного иероглифа в поле «Ввод имени файла».

#### Сигнал импульс

На рисунке ниже изображена форма импульсного сигнала.



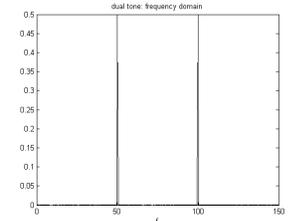
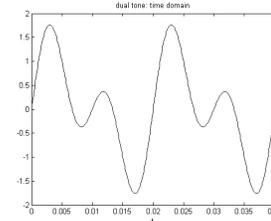
Импульсный сигнал, представленный в примере, может быть задан через следующие параметры: Длительность импульса/Коэффициент заполнения «PulseWidth/Duty Cycle», время нарастания «Leading» и время спада «Trailing».

- Pulse Width/Duty Cycle: минимальное значение длительности импульса связано со временем фронта. Диапазон от 4 нс до «Период импульса – 12 нс». Диапазон значений коэффициента заполнения: от 0% до 100%;
- Leading: диапазон от 2.5 нс до 1.9531 кс. Значение зависит от периода импульса, длительности импульса и времени спада;
- Trailing: диапазон от 2.5 нс до 1.9531 кс. Значение зависит от периода импульса, длительности импульса и времени нарастания.

#### Двухтональный сигнал

Двухтональный 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 двухтональные сигналы с тем, чтобы можно было измерить интермодуляционные искажения анализатором спектра. При измерении интермодуляционных искажений, сгенерированных тестируемым устройством, данный сигнал может быть в качестве источника измерения.

Рисунки ниже являются оцифrogramмами двухтональных сигналов, сгенерированных генератором DG5000 во временная область и частотная область соответственно.



#### Сохраненные формы сигнала

Выберите форму сигнала, сохраненную во внутренней памяти (Диск C) или на внешнем запоминающем устройстве (Диск D или Диск E).

Нажмите эту функциональную кнопку для перехода в интерфейс сохранения/вызова, после чего загорится подсветка клавиши **Store/Recall** на передней панели. Далее выберите и загрузите файл с желаемой формой сигнала. Более подробно читайте в разделе «Сохранение и вызов». Параметры сигнала, сохраненные на энергозависимом запоминающем устройстве, будут изменены после того, как файл будет считан. Для возвращения в раздел меню настройки сигналов произвольных форм нажмите кнопку **Arb**.

#### Изменяемая форма сигнала

Выберите параметры произвольного сигнала, сохраненные в энергозависимой памяти. **Внимание!** Этот пункт меню будет недоступен в случае отсутствия в данный момент в энергозависимой памяти параметров сигнала. Для заполнения энергозависимой памяти можно создать новую форму сигнала как описано в разделе «Создание нового сигнала произвольной формы» или выбрать встроенную или сохраненную форму сигнала.

#### 4.6.4. Создание нового сигнала произвольной формы

Нажмите кнопку **Arb**, а затем с помощью кнопок < > перейдите на страницу меню 2/2. Далее нажмите функциональную кнопку **Create New** для открытия соответствующего меню.

1. Cycle Period  
Нажмите эту функциональную кнопку и задайте числовое значения периода цикла с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Диапазон значений: от 20 нс до 1 Мс. Обратите внимание, что временное значение последней точки должно быть меньше, чем значение периода цикла.
2. High VLimit  
Нажмите эту функциональную кнопку, чтобы задать предельный высокий уровень для нового сигнала с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Максимальное значение составляет +5 В (50 Ом), а минимальное значение должно быть выше предельного значения заданного в «Low VLimit».
3. Low VLimit  
Нажмите эту функциональную кнопку, чтобы задать предельный низкий уровень для нового сигнала с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Минимальное значение составляет -5 В (50 Ом), а максимальное значение должно быть ниже предельного значения заданного в «High VLimit».
4. Init #Points

При создании новой формы сигнала в редакторе первоначально будет создана форма сигнала из двух точек. По умолчанию Точка 1 находится в «0 секунд», а Точка 2 в середине указанного периода цикла. В дополнение к этому напряжению в обеих точках равно заданному показателю предельного низкого уровня, определенного в «Low VLimit».

Нажмите эту функциональную кнопку, чтобы задать количество точек в новой форме с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Максимально возможно задать 524288 точек (512 К) сигнала произвольной формы. В случае если количество точек будет превышать 16 Mpts, система автоматически будет переведена в режим «Play». Если это необходимо, в дальнейшем возможно вставить или удалить точку в создаваемой форме сигнала.

#### 5. Interp

Нажмите эту функциональную кнопку, чтобы включить/отключить интерполяцию между заданными точками формы сигнала.

- Off: Отключить интерполирование. Если интерполяция отключена, то редактор будет поддерживать постоянный уровень напряжения между точками волны и создаст ступенчатый сигнал.
- Linear: Линейная интерполяция: редактор 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. должно 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. Edit Points

Задайте форму сигнала через значения времени и напряжения для каждой точки волны. Нажмите эту функциональную кнопку для перехода в меню редактирование точек «Edit Points».

- PointID: задание идентификатора ID редактируемой точки (по умолчанию ID – 1) с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.
- Time: задание временного значения для редактируемой точки с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Диапазон допустимых значений ограничен временными значениями соседних точек. Обратите внимание, что временное значение для Точки 1 равно 0 с.
- Voltage: установка значения напряжения в единицах измерения: мВ или В. Диапазон допустимых значений ограничен предельными значениями низкого и высокого уровней сигнала, заданными в «High VLimit» и «Low VLimit». Обратите внимание, что для создания непрерывной волны редактор автоматически соединит последнюю точку с уровнем напряжения Точки 1.
- Insert Point: вставка точки между редактируемой в данный момент точкой и следующей редактируемой точкой.
- Delete Point: удаление выбранной точки из формы сигнала и соединение оставшихся точек с использованием текущего способа интерполяции. Обратите внимание, что Точка 1 не может быть удалена.

#### 7. Edit Block

Задание формы сигнала через установление значений времени и напряжения для начальной и конечной точек и автоматическая установка значений точек между ними с использованием метода линейной интерполяции.

Нажмите функциональную кнопку **Interp** и выберите пункт меню «Linear», а затем нажмите эту функциональную кнопку, чтобы попасть в интерфейс редактирования «Edit Block».

- X1: задание временного значения для начальной точки блока. Внимание, это значение должно быть меньше или равно, заданному в «Init Points» и X2;
- Y1: задание значения напряжения для начальной точки блока. Единицы измерения: мВ или В;
- X2: задание временного значения для конечной точки блока. Внимание, это значение должно быть меньше или равно, заданному в «Init Points» и больше или равно X1;
- Y1: задание значения напряжения для конечной точки блока. Единицы измерения: мВ или В;
- Execute: редактирование параметров точек, находящихся между начальными и конечными точками блока, в соответствии с текущими настройками;
- Delete: удаление точек, которые могут быть отредактированы и расположены между точками X1 и X2. Соединение начальной и конечной точек блока с использованием текущего способа интерполяции. Обратите внимание, что Точка 1 не может быть удалена.

#### 8. Save

Текущая созданная форма произвольного сигнала сохраняется в энергозависимой памяти. При создании новой формы старая форма будет удалена из энергозависимой памяти. Нажмите эту функциональную кнопку, чтобы перейти в меню сохранения файлов (см. «Сохранение и вызов»). Пользователь может сохранять форму сигнала, как во внутренней энергозависимую память (Диск С), так и на внешних запоминающих устройствах (Диск D или Диск E).

**Подсказка.** Пользователь может сохранить в памяти устройства созданную на ПК с помощью специального программного обеспечения форму произвольного сигнала следующими способами:

- 1) 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 форм меньше 16 kpts,  
:TRACe:DAC VOLATILE,<binary\_block\_data>

- 2) Через меню управления файлами, скопировав с внешнего USB-накопителя (Диск D или Диск E) во внутреннюю память (Диск С).

#### Редактирование по точкам

Нижеприведенный пример показывает создание форму произвольного сигнала с использованием «Edit Points».

Параметр	Значение
Cycle Period	12 мкс
High VLimit	4 В
Low VLimit	-2 В
Interpolation	Linear (Линейное)
Point 1	0 с; 0 В
Point 2	4 мкс; 4 В
Point 3	8 мкс; 0 В
Point 4	10 мкс; -2 В

Пошаговая инструкция:

1. Нажмите кнопку **Arb**, а затем с помощью кнопок <1> > перейдите на страницу меню 2/2. Далее нажмите функциональную кнопку **Create New** → **Cycle Period**, а затем введите число «12» на цифровой клавиатуре и выберите единицу измерения «µs» во всплывающем меню.

2. Нажмите клавишу **High VLimit**, а затем введите число «4» на цифровой клавиатуре и выберите единицу измерения «V» во всплывающем меню.

3. Нажмите клавишу **Low VLimit**, а затем введите число «-2» на цифровой клавиатуре и выберите единицу измерения «V» во всплывающем меню.

1. Предустановленные последовательности.

Нажмите функциональную кнопку **Load Sequence** → **BuiltIn** для выбора одного из трех типов предустановленных последовательностей.

- Normal: обычная возрастающая последовательность длиной n точек (n – количество точек в текущей последовательности, где  $n \leq 4096$ );
- M Sequence: псевдослучайная последовательность длиной 4096 точек;
- m Sequence: псевдослучайная последовательность длиной 4095 точек.

2. Сохраненные последовательности

Нажмите функциональную кнопку **Load Sequence** → **Stored** для перехода в интерфейс «Сохранение и вызов». Найдите сохраненную последовательность во внутренней памяти устройства или на внешнем носителе и выберите ее. Подробнее читайте в разделе «Сохранение и вызов».

3. Последовательности в энергозависимой памяти.

Нажмите **Load Sequence** → **Volatile** для выбора последовательности из энергозависимой памяти.

#### Редактирование последовательностей

Нажмите функциональную кнопку **Edit Sequence** → **Edit Point** для перехода в меню редактирования последовательностей.

Нажмите функциональную кнопку **Current Point**, используя цифровую клавиатуру или ручки управления, задайте номер точки (n на рисунке выше) для редактирования. Область допустимых значений ограничена количеством точек в текущей последовательности.

Нажмите функциональную кнопку **Current Value**, используя цифровую клавиатуру или ручки управления, задайте значение последовательности для текущей точки (S<sub>n</sub> на рисунке выше). Область допустимых значений ограничена текущим номером точки.

Нажмите функциональную кнопку **Return** для завершения редактирования и возвращения на предыдущий уровень меню.

Нажмите функциональную кнопку **Save** для сохранения отредактируемой последовательности FH и перехода в интерфейс «Store/Recall». Подробнее читайте в разделе «Сохранение и вызов».

#### Создание последовательности

Нажмите функциональную кнопку **New Sequence** для перехода в соответствующее меню.

Нажмите функциональную кнопку **# Points**, используя цифровую клавиатуру или ручки управления, задайте количество исходных точек. Минимальное значение – 2, максимальное – 4096.

Нажмите функциональную кнопку **Edit Point** для перехода в соответствующее меню.

Нажмите функциональную кнопку **Current Point**, используя цифровую клавиатуру или ручки управления, задайте номер точки для редактирования. Область допустимых значений ограничена количеством точек.

Нажмите функциональную кнопку **Current Value**, используя цифровую клавиатуру или ручки управления, задайте значение последовательности для текущей точки. Область значений ограничена текущим номером точки.

Нажмите функциональную кнопку **Return** для завершения редактирования и возвращения на предыдущий уровень меню.

Нажмите функциональную кнопку **Save** для сохранения созданной последовательности FH и перехода в интерфейс «Store/Recall». Подробнее читайте в разделе «Сохранение и вызов».

#### Сохранение диаграммы перескока по частоте

Если функция перескока по частоте включена, нажмите **Edit Map** → **Save** для перехода в интерфейс сохранения и вызова «Store/Recall» для сохранения диаграммы, находящейся в энергозависимой памяти, во внутреннюю память или на внешний носитель. Подробнее читайте в разделе «Сохранение и вызова».

### 4.12. Сохранение и вызов

#### 4.12.1. Общее описание системы памяти

Генератор DG5000 имеет функцию сохранения и вызова данных сигнала и настроек прибора во внутренней памяти или на внешнем носителе.

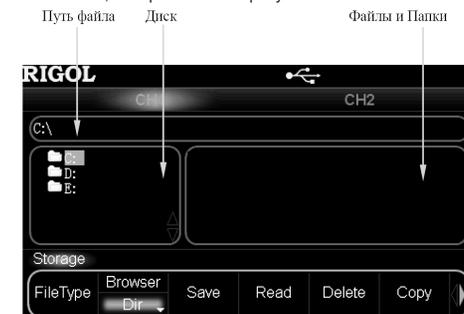
Для хранения данных предоставляются один внутренний и два внешних диска. Внутренний диск – «C Disk», внешний диск «D Disk» и «E Disk».

- C Disk: объем памяти 1 Гб, встроенная система управления файлами, позволяющая выполнять все необходимые операции с файлами. Таблица с файлами может быть загружена и сохранена на «C Disk» с помощью функции дистанционного управления. Кроме того, на «C Disk» могут быть скопированы файлы с внешнего носителя (USB-накопителя).

- D Disk: когда порт USB на передней панели устройства распознает вставленный в него USB-накопитель, то им можно начинать пользоваться. Перечень возможных операций с «D Disk» идентичен набору операций с «C Disk».

- E Disk: когда порт USB на задней панели устройства распознает вставленный в него USB-накопитель, то им можно начинать пользоваться. Перечень возможных операций с «E Disk» идентичен набору операций с «C Disk».

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



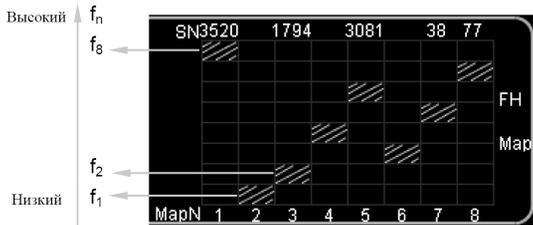
#### 4.11.9. Редактирование диаграммы

Генератор позволяет пользователю редактировать диаграммы перескока по частоте, сохраненные как во внутренней памяти, так и на внешнем носителе. Если функция функция перескока по частоте включена, нажмите функциональную кнопку **Switch** и выберите выключение «Off», а затем нажмите функциональную кнопку **Edit Map**.

Пользователь может редактировать точки перескока по частоте несущей через список «FH list» и устанавливать порядок изменения частоты через редактирование последовательностей «FH sequence».

##### Список перескока по частоте

Нажмите функциональную кнопку **List** для загрузки списка FH, сохраненного во внутренней памяти или на внешнем носителе, чтобы отредактировать его в энергозависимой памяти или для создания нового списка.



Список перескока по частоте на «шахматной» диаграмме

##### Загрузка списка скачкообразного изменения частоты

1. Предустановленный список.  
Нажмите **Load List** → **BuiltIn** для выбора списка FH, который содержит n точек с повышающимися значениями частоты. Можно выбрать список, который содержит 2 (2-Point), 4 (4-Point), 8 (8-Point) или 16 (16-Point) точек.
2. Сохраненный список.  
Нажмите **Load List** → **Stored** для перехода в интерфейс «Сохранение и вызов». Выберите и восстановите необходимый список, сохраненный во внутренней памяти или на внешнем носителе. Подробнее читайте в разделе «Сохранение и вызов».
3. Список в энергозависимой памяти.  
Нажмите **Load List** → **Volatile** для выбора списка из энергозависимой памяти.

##### Редактирование списка

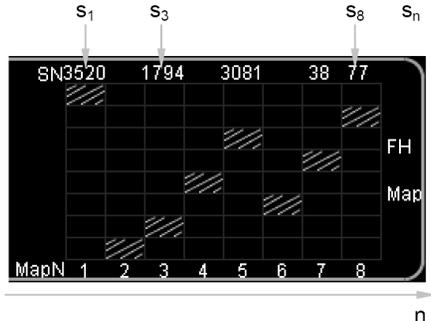
- Нажмите функциональную кнопку **Edit List** → **Edit Point** для открытия интерфейса редактирования.
- Нажмите функциональную кнопку **Current Point**, используя цифровую клавиатуру или ручки управления, задайте номер точки (n на рисунке выше) для редактирования. Область допустимых значений ограничена количеством точек в текущем списке.
- Нажмите функциональную кнопку **Current Freq**, используя цифровую клавиатуру или ручки управления, задайте частоту редактируемой точки ( $f_n$  на рисунке выше). Область допустимых значений ограничена максимальной выходной частотой генератора.
- Нажмите функциональную кнопку **Return** для завершения редактирования и возвращения на предыдущий уровень меню.
- Нажмите функциональную кнопку **Save** для перехода в интерфейс «Store/Recall». Подробнее читайте в разделе «Сохранение и вызов».

##### Создание списка

- Нажмите функциональную кнопку **New List** для перехода в соответствующее меню.
- Нажмите функциональную кнопку **List Points**, используя цифровую клавиатуру или ручки управления, задайте количество точек. Максимальное количество: 4096.
- Нажмите функциональную кнопку **Edit Point** для перехода в соответствующее меню.
- Нажмите функциональную кнопку **Current Point**, используя цифровую клавиатуру или ручки управления, задайте номер точки для редактирования. Область допустимых значений ограничена количеством исходных точек.
- Нажмите функциональную кнопку **Current Freq**, используя цифровую клавиатуру или ручки управления, задайте частоту редактируемой точки. Область допустимых значений ограничена максимальной выходной частотой генератора.
- Нажмите функциональную кнопку **Return** для завершения редактирования и возвращения на предыдущий уровень меню.
- Нажмите функциональную кнопку **Save** для перехода в интерфейс «Store/Recall». Подробнее читайте в разделе «Сохранение и вызов».

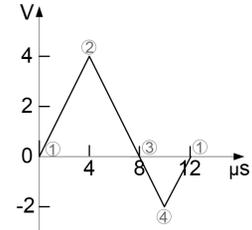
##### Кодовые последовательности FH

Как показано на рисунке выше, если, например, в системе перескока по частоте заданы 8 частот, то они обозначаются номерами от 1 до 8. В таком случае {8,1,2,4,6,3,5,7,6,1,2} является простой кодовой последовательностью для перескока по частоте. Она определяет последовательность выходных частот  $\{f_8, f_1, f_2, f_4, f_6, f_3, f_5, f_7, f_6, f_1, f_2\}$ .



Последовательность перескока по частоте FH на диаграмме

4. Нажмите клавишу **Init #Points**, а затем введите число «4» на цифровой клавиатуре и нажмите **OK**. Внимание, в этот момент появится линия уровня -2 В.
5. Нажмите функциональную кнопку **Interp** и выберите пункт «Linear».
6. Нажмите функциональную кнопку **Edit Points** для входа в соответствующее меню.
  - 1) Нажмите функциональную кнопку **PointID**, чтобы задать параметры Точки 1 (время по умолчанию: 0). Нажмите функциональную кнопку **Voltage** и с помощью цифровой клавиатуры введите цифру «0» и выберите единицу измерения «V» во всплывающем меню.
  - 2) Нажмите функциональную кнопку **PointID** и с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления выберите Точку 2. Затем последовательно нажмите функциональные кнопки **Time** и **Voltage** и введите значения 4 мкс и 4 В соответственно.
  - 3) Задайте параметры Точек 3 и 4 аналогично, описанному в Шаге 2.
  - 4) После того, как все точки отредактированы, нажмите функциональную кнопку **OK** для возврата на предыдущий уровень меню. Далее нажмите функциональную кнопку **Save** для перехода в интерфейс сохранения файлов (см. раздел «Сохранение и вызов») для сохранения параметров.
7. Форма сигнала, полученная в результате редактирования.



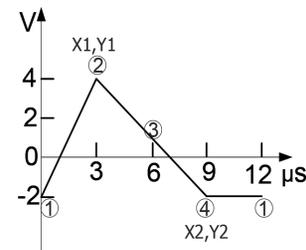
**Комментарий.** Как видно на рисунке выше, для создания непрерывной формы редактор автоматически соединит конечную точку с уровнем напряжения первой точки.

##### Редактирование по блокам

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

Параметр	Значение
Cycle Period	12 мкс
High VLimit	4 В
Low VLimit	-2 В
Interpolation	Linear (Линейное)
Start	2; 4 В
End	4; -2 В

1. Нажмите кнопку **Arb**, а затем с помощью кнопку <1> перейдите на страницу меню 2/2. Далее нажмите функциональную кнопку **Create New** → **Cycle Period**, а затем введите число «12» на цифровой клавиатуре и выберите единицу измерения «µs» во всплывающем меню.
2. Нажмите клавишу **High VLimit**, а затем введите число «4» на цифровой клавиатуре и выберите единицу измерения «V» во всплывающем меню.
3. Нажмите клавишу **Low VLimit**, а затем введите число «-2» на цифровой клавиатуре и выберите единицу измерения «V» во всплывающем меню.
4. Нажмите клавишу **Init #Points**, а затем введите число «4» на цифровой клавиатуре и нажмите **OK**. Внимание, в этот момент появится линия уровня -2 В.
5. Нажмите функциональную кнопку **Interp** и выберите пункт «Linear».
6. Нажмите функциональную кнопку **Edit Block** для входа в соответствующее меню.
  - 1) Нажмите функциональную кнопку **X1** и с помощью цифровой клавиатуры введите цифру «2»; затем нажмите функциональную кнопку **Y1** и введите цифру «4», во всплывающем меню выберите единицу измерения «V». Используя вышеописанный порядок, задайте параметры X2 и Y2.
  - 2) Нажмите функциональную кнопку **Excute**, чтобы применить изменения для Шага 1. Редактор, используя прямые линии, автоматически соединит начальную (4 В) и конечную точку блока (уровень -2 В) и добавит Точку 1 и Точку 3 для создания непрерывной формы сигнала.
  - 3) После того, как все точки отредактированы, нажмите функциональную кнопку **Return** для возврата на предыдущий уровень меню. Далее нажмите функциональную кнопку **Save** для перехода в меню сохранения файлов (см. раздел «Сохранение и вызов») для сохранения параметров.
7. Форма сигнала, 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.

#### 4.6.5. Редактирование сигнала произвольной формы

Пользователь может редактировать сигналы произвольной формы, сохраненные как в энергонезависимой, так и энергозависимой памяти устройства.

Нажмите кнопку **Arb**, а затем с помощью кнопок  $\triangleleft$  и  $\triangleright$  перейдите на страницу меню 2/2. Далее нажмите функциональную кнопку **Edit Wform** для открытия соответствующего меню. Данное меню содержит такой же набор пунктов, как меню **Create New**, а также один новый пункт – «Select Wform». В настоящем разделе приводится описание только пункта «Select Wform», остальные функции и действия описаны в разделе «Создание нового сигнала произвольной формы».

Нажмите функциональную кнопку **Edit Wform** → **Create New** и выберите сигнал для редактирования.

#### Редактирование встроенных форм сигнала

Выберите одну из встроенных форм для редактирования. После редактирования можно сохранить сигнал с измененными параметрами, не перезаписывая оригинальный сигнал.

#### Редактирование сохраненных сигналов

Выберите форму произвольного сигнала, сохраненную на энергонезависимую память (Диск C) или на внешнем USB-накопителе (Диск D или Диск E), для редактирования. После редактирования можно сохранить сигнал с измененными параметрами, не перезаписывая оригинальный сигнал.

#### Редактирование изменяемой формы сигнала

Выберите форму произвольного сигнала, сохраненную в энергозависимой памяти, для редактирования. После редактирования оригинальная форма сигнала будет удалена из памяти и заменена новой отредактированной формой. Также можно сохранить эту форму в энергонезависимую память.

### 4.7. 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, а также он может получать внешний модулирующий сигнал через разъемы **[Mod In]** или **[ExtTrig]** на задней панели.

#### 4.7.1. Амплитудная модуляция (AM)

Модулированный сигнал AM (амплитудной модуляции) состоит из сигнала несущей и модулирующего сигнала. Амплитуда несущей изменяется в зависимости от мгновенного напряжения модулирующего сигнала.

#### Выбор AM модуляции

Нажмите клавишу **Mod** → **Type** → **AM** для выбора соответствующего вида модуляции.

Когда **Mod** включена, режимы **Sweep** и **Burst** автоматически отключаются (в случае, если перед этим были включены).

После включения модуляции прибор начнет генерировать сигнал AM с заданными параметрами несущей и модулирующего сигнала.

#### Выбор формы несущей

Форма несущей сигнала AM может быть синусоидальной, прямоугольной, пилообразной и произвольной. По умолчанию устанавливается синусоидальная форма.

Нажмите на передней панели генератора клавишу **Sine**, **Square**, **Ramp** (или **Arb** → **Select Wform**) для выбора необходимой формы.

Импульсный (основная форма сигнала), шумовой и сигнала напряжения постоянного тока не могут использоваться в качестве формы несущей.

#### Настройка частоты несущей

После выбора формы несущей нажмите функциональную кнопку **Freq/Period**, чтобы подсветила «Freq», а затем введите необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.

- Синусоидальная форма: от 1 мГц до 350 МГц;
- Прямоугольная форма: от 1 мГц до 120 МГц;
- Пилообразная форма: от 1 мГц до 5 МГц;
- Произвольная форма: от 1 мГц до 50 МГц.

#### Выбор источника модуляции

Нажмите **Mod** → **Source** и выберите внутренний «Int» или внешний «Ext» источник модуляции.

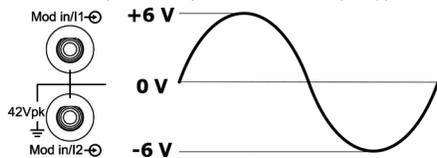
1. Внутренний источник модуляции. После выбора внутреннего источника модуляции нажмите функциональную кнопку **Shape** и выберите форму модулирующего сигнала: синусоидальную, прямоугольную, треугольную, пилообразную (вверх или вниз), шумовую или произвольную. По умолчанию выбирается синусоидальная.

- Прямоугольная: Коэффициент заполнения 50%.
- Треугольная: Симметрия 50%.
- Пилообразная (вверх): Симметрия 100%.
- Пилообразная (вниз): Симметрия 0%.

• Произвольная: когда выбрана данная форма, генератор автоматически ограничивает ее длину до 2 К точек.

**Внимание!** Шумовой сигнал может использоваться как модулирующий, но не в качестве несущей.

2. Внешний источник модуляции. После выбора режима внешнего источника модуляции функциональная кнопка **Shape** и доступ в соответствующее меню будут деактивированы. Генератор получает внешний модулирующий сигнал через коннектор **[Mod In]** на задней панели. Амплитуда AM модуляции сигнала контролируется через коннектор в пределах  $\pm 6$  В.



#### Настройка частоты модулирующего сигнала

После выбора внутреннего источника модуляции нажмите функциональную кнопку **AM\_Freq** для перехода к настройке этого параметра.

#### 4.11.3. Выбор формы несущей

Как указано выше, единственной формой сигнала в режиме перескока по частоте может быть синусоидальная. Для выбора формы нажмите кнопку **Sine**.

Если будет выбрана другая формы сигнала (кроме синусоидальной), генератор автоматически выключит функцию перескока по частоте FH.

Если включена функция **Mod** (для AM и ASK), нажмите **Sine**. Синусоида может использоваться как форма несущей, но в этом случае ее несущая будет меняться.

Вывод сигнала с перескоком по частоте не имеет отношения к параметрам частота/период «Freq/Period» текущего синусоидального сигнала, но связан с параметрами амплитуда/высокий уровень «Ampl/HiLevel», смещение/низкий уровень «Offset/LoLevel» и начальная фаза «Start Phase». Частота вывода сигнала с перескоком по частоте зависит от модели генератора, и ее максимальное значение может составлять 250 МГц.

#### 4.11.4. Включение выхода сигнала с перескоком по частоте

Когда функция перескока по частоте включена, нажмите функциональную кнопку **Switch** и выберите «On» для включения выхода этого режима. Генератор начнет выводить сигнал с выходного канала в соответствии с заданными настройками. Пользователь может самостоятельно настроить меню функции перескока по частоте изменение частоты. Более подробно читайте в информации ниже.

#### 4.11.5. Интервал перескока по частоте

Интервал перескока по частоте – это временной интервал, по истечении которого одно значение выходной частоты меняется на другое.

Если функция перескока по частоте включена, нажмите функциональную кнопку **Interval** и задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений: от 80 нс до 1 с. По умолчанию установлено: 10 мс.

#### 4.11.6. Начальная точка

Выберите начальную точку на диаграмме перескока по частоте, изображенной на экране. Выбор точки не изменит выходной сигнал.

Если функция функция перескока по частоте включена, нажмите функциональную кнопку **Start DispPt** и введите номер необходимой для редактирования точки с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений ограничена текущими точками перескока частоты (количество точек в кодовой последовательности). По умолчанию установлено 1. После редактирования этого параметра информация на экране в различных режимах отображения будет обновлена.

#### 4.11.7. Режимы отображения

Диаграмма перескока по частоте отображает изменение закона скачкообразного изменения частоты несущей. Для удобства наблюдения можно задать режим отображения диаграммы FH.

Если функция функция перескока по частоте включена, нажмите функциональную кнопку **DispType** для выбора режима отображения в виде шахматной доски «Chess» или таблицы «Table». По умолчанию установлено: «Chess».

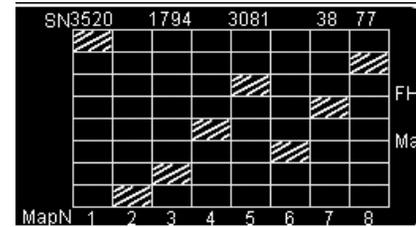


Диаграмма перескока по частоте «Chess»

MapN	Freq	SN
1	200.000.000.000MHz	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 «Table»

Режим отображения в виде шахматной доски «Chess» позволяет непосредственно наблюдать за скачкообразным изменением частоты, тогда как в режим отображения в виде таблицы «Table» выводятся все частоты в процессе перескока по частоте.

#### 4.11.8. Загрузка диаграммы

Пользователь может загружать сохраненную в памяти устройства или на внешнем носителе диаграмму перескока частоты. Если функция функция перескока по частоте включена, нажмите функциональную кнопку **Load Map** для выбора диаграммы из предустановленных диаграмм «BuiltIn», сохраненных диаграмм «Stored» или энергозависимой памяти «Volatile».

#### Предустановленные диаграммы

В генераторе DG5000 предустановлены 4 диаграммы (Map1, Map2, Map3 и Map4). После выбора одной из указанных диаграмм она будет немедленно применена.

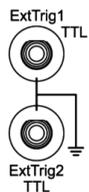
- Map1: Период – 16, 16 частот перескока, обычная (Normal) последовательность FH;
- Map 2: Период – 4096, 4096 частот перескока, псевдослучайная последовательность FH;
- Map 3 и Map 4: Период – 4095, 4095 частот перескока, псевдослучайная последовательность FH.

#### Сохраненные диаграммы

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

#### Диаграммы изи энергозависимой памяти

Выберите диаграмму, сохраненную в энергозависимой памяти. Обратите внимание, что если в энергозависимой памяти данные отсутствуют, то данное меню не будет доступно. Затем можно редактировать диаграмму через «Edit Map» или выбрать предустановленную или сохраненную диаграмму.



3. Ручной источник сигнала запуска. Генерирование пакетного сигнала начнется после нажатия функциональной кнопки Manual (для двухканальных моделей) или кнопку Trigger на передней панели (для одноканальных моделей).

#### 4.10.8. Вывод сигнала запуска в пакетном режиме

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

- Внутренний источник сигнала запуска: в начале свипирования генератор выводит сигнал прямоугольной формы с изменяемым значением коэффициента заполнения (связан с периодом несущей и количеством циклов) с коннектора [ExtTrig]. Период сигнала запуска равен заданному периоду пакетного сигнала;
- Ручной источник сигнала запуска: в начале формирования пакетного сигнала генератор выводит импульсный сигнал с длительностью импульса более 1 мкс.
- Внешний источник сигнала запуска: коннектор [ExtTrig] используется для получения сигнала запуска и, поэтому, вывод сигнала запуска с него невозможен.

Когда выбраны внутренний или ручной источники сигнала запуска, нажмите функциональную кнопку TrigOut для задания фронта выходящего сигнала запуска. По умолчанию установлен статус «Off».

- Off: вывод сигнала запуска отключен;
- Leading: вывод сигнала запуска по переднему фронту;
- Trailing: вывод сигнала запуска по заднему фронту.

#### 4.11. Вывод сигнала с перескоком по частоте (опционально)

Генератор DG5000 может выводить сигнал со скачкообразным изменением частоты FH (Frequency Hopping) с одного из каналов или из двух каналов одновременно. Если требуется использовать данную функцию необходимо установить сначала соответствующую опцию.

##### 4.11.1. Общие сведения о перескоке по частоте

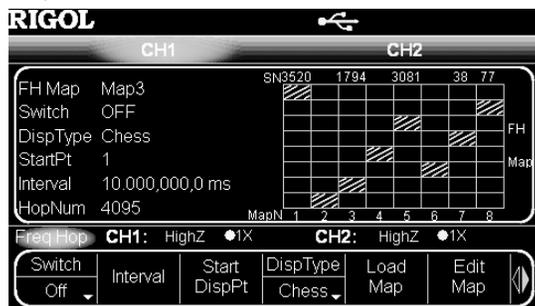
Обычный радиосигнал, работающий на фиксированной частоте, может быть легко перехвачен, подвержен электронным помехам, его свойства по безопасности крайне низкие. Скачкообразное изменение частоты FH (перескок по частоте) – это способ передачи сигналов с расширенным спектром, который использует перескок по частоте несущего сигнала 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 начального диапазона. Однако в течение некоторого промежутка времени передача ведется с определенной частотой.

При передаче сигнала с перескоком по частоте используются псевдослучайные последовательности для управления изменениями частоты несущей, которые называются кодовыми последовательностями FH. В условиях управления перескоками по частоте правило скачкообразного изменения частоты несущей называется диаграммой перескока по частоте, которая отражает изменение закона частоты несущей. Наиболее распространенными являются псевдослучайные последовательности, созданные на основе m последовательностей и M последовательностей.

Псевдослучайные последовательности создаются на основе сочетания регистра сдвига и обратной связи, имеющие простую структуру, стабильные рабочие характеристики и могут быть быстро засинхронизованы.

##### 4.11.2. Включение функции перескока по частоте

На передней панели нажмите Utility → CH1 Set (или CH2 Set), затем с помощью стрелок ◀▶ перейдите на страницу 2/2 меню и нажмите функциональную кнопку FreqHop для активации данной функции на CH1 (или CH2). Интерфейс настройки данной функции приведен ниже:



При включенных функциях Sweep или Burst функция перескока по частоте FH не может быть активирована. В модели DG5000 при активированной функции перескока по частоте для несущей может использоваться только синусоидальная форма сигнала, т.е. только при выборе синусоидальной формы функция перескока по частоте FH может быть включена.

Когда активированы функция Mod (только AM или ASK) и функция перескока по частоте, частота несущей сигнала AM может изменяться (она не будет изменяться, если включена только функция Mod).

Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Диапазон 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 (коэффициент модуляции) – степень (в процентном выражении) амплитудных колебаний сигнала. Глубина AM модуляции может принимать значения от 0% до 120%. Нажмите функциональную кнопку AM Depth для настройки этого параметра.

Когда глубина модуляции составляет 0%, выходная амплитуда сигнала составляет половину от заданного значения. Когда глубина модуляции составляет 100%, выходная амплитуда сигнала полностью соответствует заданному значению. Когда глубина модуляции превышает 100%, значение на выходе генератора не превышает 10 Вp-p (при нагрузке 50 Ом). При выборе внешнего источника модуляции амплитуда AM модуляции также контролируется в пределах значений ±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.

#### 4.7.2. Частотная модуляция (FM)

Модулируемый сигнал FM (частотная модуляция) состоит из сигнала несущей и модулирующего сигнала. Частота несущей изменяется в зависимости от мгновенного напряжения модулирующего сигнала.

##### Выбор FM модуляции

Нажмите клавишу Mod → Type → FM для выбора частотной модуляции. Когда Mod включена, режимы Sweep и Burst автоматически отключаются (в случае, если перед этим были включены). После включения модуляции прибор начнет генерировать сигнал FM с заданными параметрами несущей и модулирующего сигнала.

##### Выбор формы несущей

Форма несущей сигнала FM может быть синусоидальной, прямоугольной, пилообразной и произвольной. По умолчанию устанавливается синусоидальная форма.

Нажмите на передней панели генератора клавишу Sine, Square, Ramp (или Arb → Select Wform) для выбора необходимой формы.

Импульсный (основная форма сигнала), шумовой и сигнала напряжения постоянного тока не могут использоваться в качестве формы несущей.

##### Настройка частоты несущей

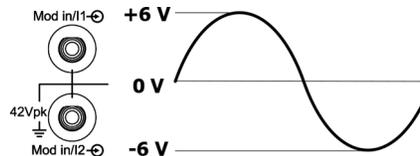
После выбора формы несущей нажмите функциональную кнопку Freq/Period, чтобы подвести к «Freq», а затем введите необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.

- Синусоидальная форма: от 1 мкГц до 350 МГц.
- Прямоугольная форма: от 1 мкГц до 120 МГц.
- Пилообразная форма: от 1 мкГц до 5 МГц.
- Произвольная форма: от 1 мкГц до 50 МГц.

##### Выбор источника модуляции

- Нажмите Mod → Source и выберите внутренний «Int» или внешний «Ext» источник модуляции.
1. Внутренний источник модуляции. После выбора внутреннего источника модуляции нажмите функциональную кнопку Shape и выберите форму модулирующего сигнала: синусоидальную, прямоугольную, треугольную, пилообразную (вверх или вниз), шумовую или произвольную. По умолчанию выбирается синусоидальная.
    - Прямоугольная: Коэффициент заполнения 50%.
    - Треугольная: Симметрия 50%.
    - Пилообразная (вверх): Симметрия 100%.
    - Пилообразная (вниз): Симметрия 0%.
  2. Произвольная: когда выбрана данная форма, генератор автоматически ограничивает ее длину до 2 К точек.

**Внимание!** Шумовой сигнал может использоваться как модулирующий, но не в качестве несущей. 2. Внешний источник модуляции. После выбора режима внешнего источника модуляции функциональная кнопка Shape и доступ в соответствующее меню будут деактивированы. Генератор получает внешний модулирующий сигнал через коннектор [Mod In] на задней панели. Амплитуда FM модуляции сигнала контролируется через коннектор ±6 В.



##### Настройка частоты модулирующего сигнала

После выбора внутреннего источника модуляции нажмите функциональную кнопку FM\_Freq для перехода к настройке этого параметра.

Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Диапазон 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 девиации частоты

Нажмите функциональную кнопку Deviation, чтобы задать значение девиации частоты модулирующего сигнала относительно частоты несущей.

Значение девиации частоты должно быть меньше или равно частоте несущей. Сумма значений девиации частоты и частоты несущей должна быть меньше или равна сумме верхнего предела частоты несущей и 1 кГц.

При выборе внешнего источника модуляции девиация частоты FM модуляции также контролируется в пределах значений ±6 В [Mod In] коннектором на задней панели устройства. Например, если девиация частоты установлена 1 кГц, то уровень сигнала +6 В соответствует увеличению частоты на 1 кГц. Более низкий уровень внешнего сигнала соответствует меньшему значению девиации, а отрицательный уровень сигнала понизит частоту до уровня более низкого, чем частота несущей.

#### 4.7.3. Фазовая модуляция (PM)

Модулированный сигнал PM (фазовая модуляция) состоит из сигнала несущей и модулирующего сигнала. Фаза несущей изменяется в зависимости от мгновенного напряжения модулирующего сигнала.

##### Выбор PM модуляции

Нажмите клавишу **Mod** → **Type** → **FM** для выбора фазовой модуляции.

Когда **Mod** включена, режимы **Sweep** и **Burst** автоматически отключаются (в случае, если перед этим были включены). После включения модуляции прибор начнет генерировать сигнал PM с заданными параметрами несущей и модулирующего сигнала.

##### Выбор формы несущей

Форма несущей сигнала PM может быть синусоидальной, прямоугольной, пилообразной и произвольной. По умолчанию устанавливается синусоидальная форма.

Нажмите на передней панели генератора клавишу **Sine**, **Square**, **Ramp** (или **Arb** → **Select Wform**) для выбора необходимой формы.

Импульсный (основная форма сигнала), шумовой и сигнала напряжения постоянного тока не могут использоваться в качестве формы несущей.

##### Настройка частоты несущей

После выбора формы несущей нажмите функциональную кнопку **Freq/Period**, чтобы подсветилась «Freq», а затем введите необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.

- Синусоидальная форма: от 1 мГц до 350 МГц.
- Прямоугольная форма: от 1 мГц до 120 МГц.
- Пилообразная форма: от 1 мГц до 5 МГц.
- Произвольная форма: от 1 мГц до 50 МГц.

##### Выбор источника модуляции

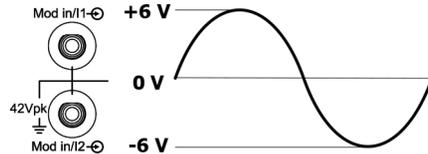
Нажмите **Mod** → **Source** и выберите внутренний «Int» или внешний «Ext» источник модуляции.

1. Внутренний источник модуляции. После выбора внутреннего источника модуляции нажмите функциональную кнопку **Shape** и выберите форму модулирующего сигнала: синусоидальную, прямоугольную, пилообразную (вверх или вниз), шумовую или произвольную. По умолчанию выбирается синусоидальная.

- Прямоугольная: Коэффициент заполнения 50%.
- Треугольная: Симметрия 50%.
- Пилообразная (вверх): Симметрия 100%.
- Пилообразная (вниз): Симметрия 0%.
- Произвольная: когда выбрана данная форма, генератор автоматически ограничивает ее длину до 2 К точек.

**Внимание!** Шумовой сигнал может использоваться как модулирующий, но не в качестве несущей.

2. Внешний источник модуляции. После выбора режима внешнего источника модуляции функциональная кнопка **Shape** и доступ в соответствующее меню будут деактивированы. Генератор получает внешний модулирующий сигнал через коннектор **[Mod In]** на задней панели. Амплитуда PM модуляции сигнала контролируется через коннектор в пределах ±6 В.



##### Настройка частоты модулирующего сигнала

После выбора внутреннего источника модуляции нажмите функциональную кнопку **PM.Freq** для перехода к настройке этого параметра.

Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления;

Диапазон 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 девиации фазы

Нажмите функциональную кнопку **Deviation**, чтобы задать значение девиации фазы модулирующего сигнала от носителя фазы несущей.

Значение девиации частоты должно быть меньше или равно частоте несущей.

Диапазон значений от 0° до 360°.

При выборе внешнего источника модуляции девиация фазы PM модуляции также контролируется в пределах значений ±6 В **[Mod In]** коннектором на задней панели устройства. Например, если девиация фазы установлена 180°, то уровень сигнала +6 В соответствует увеличению фазы на 180°. Более низкий уровень внешнего сигнала соответствует меньшему значению девиации.

#### 4.7.4. Амплитудная манипуляция (ASK)

При использовании амплитудной манипуляции ASK генератор производит переключение выходной амплитуды между двумя предустановленными значениями: амплитудой несущей и амплитудой модулирующего сигнала. Скорость переключения (скорость ASK) определяется уровнем сигнала внутренней модуляции или сигнала, поступающего с коннектора **[ExtTrig]** на задней панели.

##### Выбор ASK модуляции

Нажмите клавишу **Mod** → **Type** → **ASK** для выбора амплитудной манипуляции.

Когда **Mod** включена, режимы **Sweep** и **Burst** автоматически отключаются (в случае, если перед этим были включены).

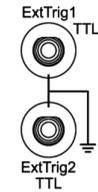
После включения модуляции прибор начнет генерировать сигнал ASK с заданными параметрами несущей и модулирующего сигнала.

##### Выбор формы несущей

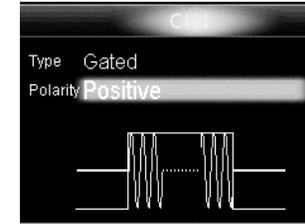
Форма несущей сигнала ASK может быть синусоидальной, прямоугольной, пилообразной и произвольной. По умолчанию устанавливается синусоидальная форма.

Нажмите на передней панели генератора клавишу **Sine**, **Square**, **Ramp** (или **Arb** → **Select Wform**) для выбора необходимой формы.

Когда стробируемый сигнал является «True», генератор выводит непрерывный пакетный сигнал; когда стробируемый сигнал «False», генератор завершает текущий период, останавливается и поддерживает уровень напряжения, соответствующий первоначальному сигналу. Для сигнала с шумовой формой сигнала вывод будет остановлен немедленно, как только стробируемый сигнал окажется «False».



Когда функция **Burst** включена, нажмите функциональную кнопку **Type** для выбора стробируемого режима «Gated». Затем нажмите функциональную кнопку **Polarity** для выбора положительной «Positive» или отрицательной «Negative» полярности. В графическом режиме отображения на экране можно увидеть, что генератор выводит пакетный сигнал только в случае, если полярность положительная.



Стробируемый пакетный сигнал может быть запущен только через внешний сигнал запуска. Пользователем может быть задан параметр начальная фаза «Start Phase».

#### 4.10.3. Фаза пакетного сигнала

Задайте начальные и конечные точки пакетного сигнала.

Когда функция **Burst** включена, нажмите функциональную кнопку **Start Phase** и задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений: от 0° до 360°. По умолчанию установлено: 0°.

Для синусоидальной, прямоугольной и пилообразной формы точкой, в которой сигнал пересекает 0 В (если сдвига постоянная составляющей нет) в положительном направлении, является 0°.

Для произвольной формы 0° является первой точкой сигнала.

Для импульсных и шумовых сигналов настройка **Start Phase** не доступна.

#### 4.10.4. Период пакетного сигнала

Период пакетного сигнала – это время, прошедшее от начала пакетного сигнала из N циклов до начала следующего пакета. Действительно только для циклического режима из N циклов в режиме внутреннего запуска.

Период пакетного сигнала ≥ 1 мкс + Период сигнала в пакке × Количество паек импульсов.

Если период пакетного сигнала слишком мал, тогда генератор автоматически увеличит его, чтобы разрешить вывод сигнала с заданным количеством циклов.

Когда функция **Burst** включена, нажмите **Type** → «N\_Сус» → **Source** → «Internal» → **Return** → **Burst Period**, 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.

#### 4.10.5. Настройка полярности

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

Когда функция **Burst** включена, нажмите **Type** → «Gated» → **Polarity**, а затем выберите необходимое значение. Положительная «Positive» или отрицательная «Negative». По умолчанию установлена положительная полярность «Positive».

#### 4.10.6. Задержка пакетного сигнала

Задержка пакетного сигнала – это время, прошедшее с того момента, как генератор получил сигнал запуска до начала вывода пакетного сигнала. Используется только в циклическом или бесконечном режиме.

Когда функция **Burst** включена, нажмите **Type** → «N\_Сус» или «Infinite» → **Delay**, а затем задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область допустимых значений: от 0 с до 85 с. По умолчанию установлено 0 с.

#### 4.10.7. Источники запуска в пакетном режиме

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

Когда функция **Burst** включена, нажмите функциональную кнопку **Source** и выберите внутренний «Internal», внешний «External» или ручной «Manual». По умолчанию установлено внутренний «Internal».

1. Внутренний источник запуска. Частота выводимого пакетного сигнала определяется параметром период пакетного сигнала.

2. Внешний источник запуска. Генератор получает внешний сигнал запуска с 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 функциональную кнопку **SlopeIn** и выберите передний «Leading» или задний «Trailing» фронт. По умолчанию установлен: передний фронт «Leading».

- Ручной источник сигнала запуска: в начале свипирования генератор выводит импульсный сигнал с длительностью импульса более 1 мкс.
- Внешний источник сигнала запуска: коннектор [ExtTrig] используется для получения сигнала запуска и, поэтому, вывод сигнала запуска с него невозможен.  
Когда выбраны внутренний или ручной источники сигнала запуска, нажмите функциональную кнопку TrigOut для установки фронта выходящего сигнала запуска. По умолчанию установлен статус «Off».
- Off: вывод сигнала запуска отключен;
- Leading: вывод сигнала запуска по переднему фронту;
- Trailing: вывод сигнала запуска по заднему фронту.

#### 4.10. Вывод пакетного сигнала (формирование пачек импульсов)

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 пачек импульсов могут использоваться следующие формы: синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, импульсная и произвольная (кроме шумовых сигналов и напряжения постоянного тока).

##### 4.10.1. Включение функции формирования пакетного сигнала

Для включения функции формирования пакетного сигнала, нажмите кнопку **Burst** на передней панели (загорится подсветка кнопки), при этом функции **Mod** и **Sweep** будут деактивированы. Устройство будет генерировать пакетный сигнал с заданными параметрами и из заданного канала. Пользователь может настроить функцию формирования пакетного сигнала. Более подробно читайте в информации ниже.

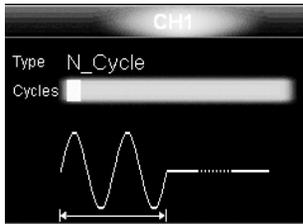
##### 4.10.2. Типы пакетных сигналов

Генератор DG5000 может выводить три типа пакетного сигнала, включая циклический «N Cycle», бесконечный «Infinite», стробируемый «Gated». По умолчанию установлен циклический «N Cycle».

###### Циклический пакетный сигнал

В циклическом «N Cycle» режиме после получения сигнала запуска генератор выводит сигнал с определенным количеством циклов. В данном режиме поддерживаются следующие формы сигнала: синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, импульсная и произвольная (кроме шумовой и напряжения постоянного тока).

Когда функция **Burst** включена, нажмите функциональную кнопку **Type** для выбора «N\_Cycle». В графическом режиме отображения параметр «Cycle» выделен и может быть изменен. Задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Область значений: от 1 до 1000000. По умолчанию установлено: 1.

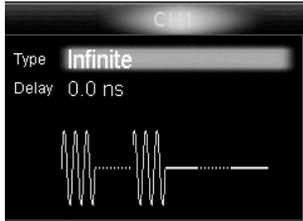


Циклический пакетный сигнал «N Cycle» может быть запущен с помощью внутреннего, внешнего или ручного запуска. Также могут быть заданы следующие параметры: начальная фаза «Start Phase», период пакетного сигнала «Burst Period» (внутренний запуск), задержка «Delay», ввод сигнала запуска «Trigger Input» (внешний запуск) и вывод сигнала запуска «Trigger Output» (внутренний и ручной запуск).

###### Бесконечный пакетный сигнал

В режиме бесконечного пакетного сигнала количество циклов сигнала определено как бесконечная величина. Генератор начинает непрерывно выводить сигнал после получения сигнала запуска. В данном режиме поддерживаются следующие формы сигнала: синусоидальная, пилообразная, импульсная и произвольная (кроме шумовой и напряжения постоянного тока).

Когда функция **Burst** включена, нажмите функциональную кнопку **Type** для выбора «Infinite». В графическом режиме отображения на экране отобразится схематический рисунок бесконечного формирования пачек импульсов.



Бесконечный пакетный сигнал может быть запущен при помощи внутреннего или внешнего сигналов запуска. Также могут быть заданы следующие параметры: начальная фаза «Start Phase», задержка «Delay», ввод сигнала запуска «Trigger Input» (внешний запуск) и вывод сигнала запуска «Trigger Output» (внутренний и ручной запуск).

###### Стробируемый пакетный сигнал

В режиме стробируемого пакетного сигнала генератор формирует сигнал в соответствии с внешним сигналом, поступающего с коннектора [ExtTrig] на задней панели (как показано на рисунке ниже). В данном режиме поддерживаются следующие формы сигнала: синусоидальная, прямоугольная, пилообразная, импульсная, шумовая и произвольная (кроме напряжения постоянного тока).

Импульсный (основная форма сигнала), шумовой и сигнала напряжения постоянного тока не могут использоваться в качестве формы несущей

###### Настройка амплитуды несущей

После выбора формы несущей нажмите функциональную кнопку **Ampl/HiLevel**, чтобы подсветилась «Ampl», а затем введите необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.

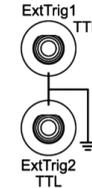
Диапазон допустимых значений ограничен значениями сопротивления импеданса «Resistance» и частоты/периода «Freq/Period». Подробнее смотрите в выходных характеристиках в «Технических параметрах».

###### Выбор источника модуляции

Нажмите **Mod** → **Source** и выберите внутренний «Int» или внешний «Ext» источник модуляции.

1. Внутренний источник модуляции. При выборе внутреннего источника модуляции форма сигнала будет установлена как прямоугольная с коэффициентом заполнения 50%, а скорость переключения амплитуды вывода между амплитудой несущей и амплитудой моделирующего сигнала будет определяться скоростью ASK.

2. Внешний источник модуляции. При выборе внешнего источника модуляции прибор будет получать сигнал через коннектор [ExtTrig] (см. рисунок ниже) на задней панели.



**Внимание!** Для внешнего управления ASK модуляцией используется другой коннектор ([ExtTrig]), чем для управления AM/FM/PM модуляцией ([ModIn]). При ASK модуляции сигнал с коннектора [ExtTrig] определяет полярность фронта.

###### Настройка скорости ASK

После выбора внутреннего источника модуляции нажмите функциональную кнопку **ASK Rate**, чтобы задать скорость переключения амплитуды между амплитудой несущей и амплитудой моделирующего сигнала.

Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления;

Диапазон значений: от 2 мГц до 1 МГц. По умолчанию установлено 100 Гц.

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

###### Настройка амплитуды модуляции

Нажмите функциональную кнопку **ModAmp** для перехода в меню настройки этого параметра.

Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления;

Диапазон значений (при высоком импедансе High Z): от 0 В до 10 В. По умолчанию установлено значение 2 В.

###### Настройка полярности модуляции

Нажмите функциональную кнопку **Polarity** для выбора положительной «Positive» или отрицательной «Negative» полярности сигнала для управления выходной амплитудой.

Когда выбрана внутренняя модуляция и задана положительная полярность, то высокий логический уровень амплитуды модулирующего сигнала соответствует выводу наибольшей из двух амплитуд; амплитуды несущей и амплитуды модулирующего сигнала. Низкий логический уровень соответствует выводу наименьшей из этих двух амплитуд. Если полярность отрицательная, то ситуация противоположная.

Когда выбрана внешняя модуляция и задана положительная полярность, то высокий логический уровень соответствует выводу наибольшей из двух амплитуд; амплитуды несущей и амплитуды модулирующего сигнала. Низкий логический уровень соответствует выводу наименьшей из этих двух амплитуд. Если полярность отрицательная, то ситуация противоположная.

#### 4.7.5. Частотная манипуляция (FSK)

При использовании частотной манипуляции FSK возможно настроить генератор производит переключение выходной частоты между двумя предустановленными значениями: частотой несущей и частотой модулирующего сигнала. Скорость переключения (скорость FSK) определяется уровнем сигнала внутренней модуляции или сигнала, поступающего с коннектора [ExtTrig] на задней панели.

###### Выбор FSK модуляции

Нажмите клавишу **Mod** → **Type** → **FSK** для выбора частотной манипуляции.

Когда **Mod** включена, режимы **Sweep** и **Burst** автоматически отключаются (в случае, если перед этим были включены).

После включения модуляции прибор начнет генерировать сигнал FSK с заданными параметрами несущей и модулирующего сигнала

###### Выбор формы несущей

Форма несущей сигнала FSK может быть синусоидальной, прямоугольной, пилообразной и произвольной. По умолчанию устанавливается синусоидальная форма.

Нажмите на передней панели генератора клавишу **Sine, Square, Ramp** (или **Arb** → **Select Wform**) для выбора необходимой формы.

Импульсный (основная форма сигнала), шумовой и сигнала напряжения постоянного тока не могут использоваться в качестве формы несущей

###### Настройка частоты несущей

После выбора формы несущей нажмите функциональную кнопку **Freq/Period**, чтобы подсветилась «Freq», а затем введите необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.

- Синусоидальная форма: от 1 мкГц до 250 МГц.

- Прямоугольная форма: от 1 мкГц до 120 МГц.

- Пилообразная форма: от 1 мкГц до 5 МГц.

- Произвольная форма: от 1 мкГц до 50 МГц.

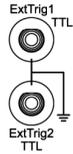
###### Выбор источника модуляции

Нажмите **Mod** → **Source** и выберите внутренний «Int» или внешний «Ext» источник модуляции.

1. Внутренний источник модуляции. При выборе внутреннего источника модуляции форма сигнала будет установле-

на как прямоугольная с коэффициентом заполнения 50%, а скорость переключения выходной частоты между частотой несущей и частотой модулирующего сигнала будет определяться скоростью FSK.

2. Внешний источник модуляции. При выборе внешнего источника модуляции прибор будет получать сигнал через коннектор [ExtTrig] (см. рисунок ниже) на задней панели.



**Внимание!** Для внешнего управления FSK модуляцией используется другой коннектор ([ExtTrig]), чем для управления AM/FM/PM модуляцией ([ModIn]). При ASK модуляции сигнал с коннектора [ExtTrig] определяет полярность фронта.

#### Настройка скорости FSK

После выбора внутреннего источника модуляции нажмите функциональную кнопку FSK Rate, чтобы задать скорость переключения выходной частоты между частотой несущей и частотой модулирующего сигнала.

Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления;

Диапазон значений: от 2 мГц до 1 МГц. По умолчанию установлено 100 Гц.

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

#### Настройка частоты переключения

Максимальная частота переключения (частота скачка) зависит от выбранной формы сигнала. Нажмите функциональную кнопку HopFreq для выбора этого параметра, а затем задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.

- Синусоидальная форма: от 1 мГц до 250 МГц.
- Прямоугольная форма: от 1 мГц до 120 МГц.
- Пилообразная форма: от 1 мГц до 5 МГц.
- Произвольная форма: от 1 мГц до 50 МГц.

#### Настройка полярности модуляции

Нажмите функциональную кнопку Polarity для выбора положительной «Positive» или отрицательной «Negative» полярности сигнала для управления выходной частотой.

Когда выбрана внутренняя модуляция и задана положительная полярность, то низкий логический уровень соответствует выводу частоты несущей, а высокий – частоте модулирующего сигнала. Если полярность отрицательная, то ситуация противоположная.

Когда выбрана внешняя модуляция и задана положительная полярность, то низкий логический уровень соответствует выводу частоты несущей, а высокий – частоте модулирующего сигнала. Если полярность отрицательная, то ситуация противоположная.

#### 4.7.6. Фазовая манипуляция (PSK)

При использовании фазовой манипуляции PSK возможно настроить генератор производит переключение выходной фазы между двумя предустановленными значениями: фазой несущей и фазой модулирующего сигнала. Скорость переключения (скорость PSK) определяется уровнем сигнала внутренней модуляции или сигнала, поступающего с коннектора [ExtTrig] на задней панели.

#### Выбор PSK модуляции

Нажмите клавишу Mod → Type → PSK для выбора фазовой манипуляции.

Когда Mod включена, режимы Sweep и Burst автоматически отключаются (в случае, если перед этим были включены).

После включения модуляции прибор начнет генерировать сигнал PSK с заданными параметрами несущей и модулирующего сигнала

#### Выбор формы несущей

Форма несущей сигнала FSK может быть синусоидальной, прямоугольной, пилообразной и произвольной. По умолчанию устанавливается синусоидальная форма.

Нажмите на передней панели генератора клавишу Sine, Square, Ramp (или Arb → Select Wform) для выбора необходимой формы.

Импульсный (основная форма сигнала), шумовой и сигнала напряжения постоянного тока не могут использоваться в качестве формы несущей.

#### Настройка фазы несущей

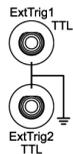
После выбора формы несущей нажмите функциональную кнопку Start Phase для выделения этого элемента, а затем введите необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Диазон значений от 0° до 360°. Значение по умолчанию: 0°.

#### Выбор источника модуляции

Нажмите Mod → Source и выберите внутренний «Int» или внешний «Ext» источник модуляции.

1. Внутренний источник модуляции. При выборе внутреннего источника модуляции форма сигнала будет установлена как прямоугольная с коэффициентом заполнения 50%, а скорость переключения между фазой несущей и фазой модулирующего сигнала будет определяться скоростью PSK.

2. Внешний источник модуляции. При выборе внешнего источника модуляции прибор будет получать сигнал через коннектор [ExtTrig] (см. рисунок ниже) на задней панели.

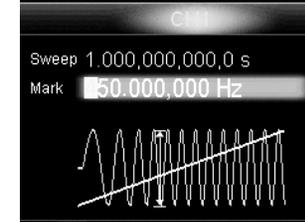


При изменении параметра время возврата генератор заново начнет производить свипирование сигнала, начиная с заданной начальной частоты.

#### 4.9.7. Метка частоты

Сигнал синхронизации коннектора [Sync], соответствующего канала на задней панели, изменяется от низкого до высокого уровня в начале каждого свипирования и переходит с высокого уровня на низкий в середине периода свипирования (если функция метки частоты «Mark» не включена) или же в определенной точке периода (если функция метки частоты «Mark» включена).

После нажатия кнопки Sweep нажмите функциональную кнопку MarkFreq и выберите «Op» (как показано на рисунке). Задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Значение по умолчанию: 550 Гц. Допустимая область настройки: от значения начальной частоты до конечной.



При изменении значения метки частоты генератор заново начнет производить свипирование сигнала, начиная с заданной начальной частоты.

#### 4.9.8. Удержание на начальной частоте

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

После нажатия кнопки Sweep с помощью кнопок ◀▶ перейдите на страницу 2/2 меню, нажмите функциональную кнопку Start Hold и задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Значение по умолчанию: 0 с. Допустимый диапазон настройки: от 0 с до 300 с.

При изменении значения удержания на начальной частоте генератор заново начнет производить свипирование сигнала, начиная с заданной начальной частоты.

#### 4.9.9. Удержание на конечной частоте

Удержание на конечной частоте – это продолжительность вывода сигнала на конечной частоте после свипирования.

После нажатия кнопки Sweep с помощью кнопок ◀▶ перейдите на страницу 2/2 меню, нажмите функциональную кнопку End Hold и задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Значение по умолчанию: 0 с. Допустимый диапазон настройки: от 0 с до 300 с.

При изменении значения удержания на конечной частоте генератор заново начнет производить свипирование сигнала, начиная с заданной начальной частоты.

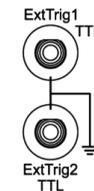
#### 4.9.10. Источники запуска

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 нажатия кнопки Sweep нажмите функциональную кнопку Source и выберите внутренний «Internal», внешний «External» или ручной «Manual». По умолчанию установлен внутренний «Internal».

1. Внутренний источник сигнала запуска. Генератор выводит непрерывный свипированный сигнал. Период запуска определяется значениями времени свипирования, времени возврата, удержания на начальной частоте, удержание на конечной частоте.

2. Внешний источник сигнала запуска. Генератор получает внешний сигнал запуска с коннектора [ExtTrig] на задней панели (как показано на рисунке ниже). Генерирование свипированного сигнала начнется после того, как коннектор получит TTL импульс указанной полярности. Чтобы задать нужную полярность TTL импульса, нажмите функциональную кнопку Slopeln и выберите передний фронт «Leading» или задний фронт «Trailing». По умолчанию установлен передний фронт «Leading».

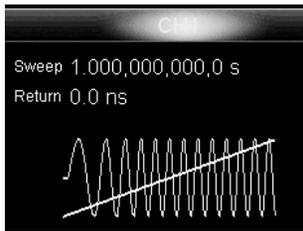


3. Ручной источник сигнала запуска. Свипирование сигнала начнется после нажатия функциональной кнопки Manual (для двухканальных приборов) или кнопки Trigger на передней панели (для одноканальных моделей).

#### 4.9.11. Вывод сигнала запуска

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

• Внутренний источник сигнала запуска: в начале свипирования генератор выводит сигнал прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50% с коннектора [ExtTrig]. Период сигнала запуска зависит от заданного времени свипирования, времени возврата, удержания на начальной частоте, удержания на конечной частоте.



#### Логарифмическое свипирование

Выходная частота сигнала устройства изменяется логарифмически, например как «октав в секунду» или «декад в секунду». Данное значение задается такими параметрами, как начальная частота, конечная частота и время свипирования.

Когда режим логарифмического свипирования активирован, пользователь может задать следующие параметры: Начальная частота  $F_{start}$ , Конечная частота  $F_{stop}$  и Время свипирования  $T_{sweep}$ .

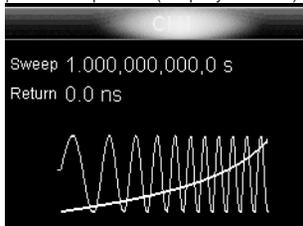
Функция логарифмического свипирования  $F_{current} = PT$ . Параметры P и T могут быть выражены перечисленными выше параметрами.

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

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

Где  $t$  – время с начала свипирования, его диапазон ограничен значениями от 0 до  $T_{sweep}$ .  $F_{current}$  – мгновенное значение частоты текущего вывода сигнала.

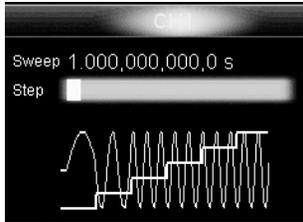
После нажатия кнопки **Sweep** нажмите функциональную кнопку **SwpType** для выбора логарифмического свипирования «Log». В режиме графическом режиме отображения на экране появится экспоненциальная кривая, которая отражает изменения выходной частоты в логарифмическом режиме (см. рисунок ниже).



#### Пошаговое свипирование

Частота выходного сигнала устройства изменяется «пошагово» в промежутке между начальной и конечной частотой. Продолжительность вывода сигнала при каждом значении частоты определяется такими показателями, как время развертки и номер шага.

После нажатия кнопки **Sweep** нажмите функциональную кнопку **SwpType** для выбора пошагового свипирования «Step». В графическом режиме отображения на экране появится изображение ступенчатого сигнала, который отражает изменения выходной частоты в пошаговом режиме (см. рисунок ниже). С помощью кнопок **◀▶** перейдите на страницу 2/2 меню, нажмите функциональную кнопку **StepNum** 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 **StepNum** при режимах линейного и логарифмического свипирования не активно.



#### 4.9.5. Время свипирования

После нажатия кнопки **Sweep** нажмите функциональную кнопку **SwpTime** 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 времени свипирования генератор заново начнет производить свипирование сигнала, начиная с заданной начальной частоты.

#### 4.9.6. Время возврата

Генератор изменяет частоту выходного сигнала устройства от начальной до конечной частоты, после чего останется на конечной частоте на время удержания на конечной частоте «End Hold». Время возврата определяет время, за которое происходит возврат к начальной частоте после времени удержания на конечной частоте «End hold».

После нажатия кнопки **Sweep** нажмите функциональную кнопку **ReturnTime** 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.

**Внимание!** Для внешнего управления FSK модуляцией используется другой коннектор (**ExtTrig**), чем для управления AM/FM/PM модуляцией (**ModIn**). При ASK модуляции сигнал с коннектора **[ExtTrig]** определяет полярность фронта.

#### Настройка скорости PSK

После выбора внутреннего источника модуляции нажмите функциональную кнопку **PSK Rate**, чтобы задать скорость переключения между фазой несущей и фазой модулирующего сигнала.

Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.

Диапазон значений: от 2 МГц до 1 МГц. По умолчанию установлено 100 Гц.

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

#### Настройка фазы модуляции

Нажмите функциональную кнопку **Phase**, чтобы задать значение этого показателя.

Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления;

Диапазон значений: от 0° до 360°. По умолчанию установлено 180°.

#### Настройка полярности модуляции

Нажмите функциональную кнопку **Polarity** для выбора положительной «Positive» или отрицательной «Negative» полярности сигнала для управления выходной фазой.

Когда выбрана внутренняя модуляция и задана положительная полярность, то низкий логический уровень модулирующего сигнала соответствует выводу фазы несущей, а высокий – фазе модулирующего сигнала. Если полярность отрицательная, то ситуация противоположная.

Когда выбрана внешняя модуляция и задана положительная полярность, то низкий логический уровень соответствует выводу фазы несущей, а высокий – фазе модулирующего сигнала. Если полярность отрицательная, то ситуация противоположная.

#### 4.7.7. Широотно-импульсная модуляция (PWM)

Модулированный сигнал PWM содержит несущую и модулирующий сигнал. Длительность импульса несущего сигнала изменяется в зависимости от моментального напряжения модулирующего сигнала.

#### Выбор PWM модуляции

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

Если сначала не будет нажата кнопка **Pulse**, в меню **Type** нельзя будет выбрать функцию PWM.

Если кнопка **Mod** уже нажата, но выбранным видом модуляции является не PWM, то нажатие кнопки **Pulse** приведет к автоматическому переключению в режим PWM.

Когда **Mod** включена, режимы **Sweep** и **Burst** автоматически отключаются (в случае, если перед этим были включены). После активации модуляции устройство начнет генерировать сигнал PWM с заданными параметрами несущего сигнала и модулирующего сигнала.

#### Выбор формы импульсного сигнала

Режим PWM может использоваться только для модулирования импульсного сигнала. Для выбора формы импульсного сигнала нажмите кнопку **Pulse**.

**Внимание!** Импульсный сигнал, выбранный в **Arb** → **Select Wform** → **Builtin**, не может быть использован в качестве несущего сигнала.

#### Настройка длительности импульса и коэффициента заполнения

После того, как выбрана форма несущей, нажмите функциональную кнопку **Width/Duty** для настройки этих параметров с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Настройки указанных параметров взаимосвязаны. Более подробно читайте раздел «Длительность импульса/Коэффициент заполнения» (Pulse Width/Duty Cycle).

#### Выбор источника модуляции

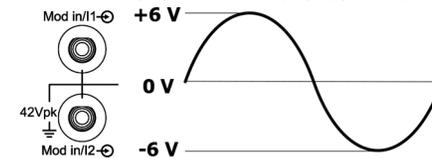
Нажмите **Mod** → **Source** и выберите внутренний «Int» или внешний «Ext» источник модуляции.

1. Внутренний источник модуляции. После выбора внутреннего источника модуляции нажмите функциональную кнопку **Shape** и выберите форму модулирующего сигнала: синусоидальную, прямоугольную, пилообразную (вверх или вниз), шумовую или произвольную. По умолчанию выбирается синусоидальная.

- Прямоугольная: Коэффициент заполнения 50%.
- Треугольная: Симметрия 50%.
- Пилообразная (вверх): Симметрия 100%.
- Пилообразная (вниз): Симметрия 0%.
- Произвольная: когда выбрана данная форма, генератор автоматически ограничивает ее длину до 2 K точек.

**Внимание!** Шумовой сигнал может использоваться как модулирующий, но не в качестве несущей.

2. Внешний источник модуляции. После выбора внешнего источника модуляции функциональная кнопка **Shape** и доступ в соответствующее меню будут деактивированы. Генератор получает внешний модулирующий сигнал через коннектор **[Mod In]** (как показано на рисунке ниже) на задней панели. Девияция длительности импульса («Width Deviation») или девияция коэффициента заполнения («Duty Cycle Deviation») регулируется через коннектор напряжением  $\pm 6$  В.



#### Настройка частоты модулирующей волны

Когда выбран внутренний источник модуляции, нажмите функциональную кнопку **PWM Freq** для настройки соответствующего параметра.

Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления.

Диапазон значений: от 2 мГц до 50 кГц. По умолчанию установлено 100 Гц.

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

#### Настройка девияции длительности импульса/коэффициента заполнения

Нажмите функциональную кнопку **WidthDev** или **DutyDev** и с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления задайте необходимое числовое значение.

1. Девиация длительности импульса представляет собой изменение длительности (в секундах) модулированного сигнала от длительности исходного импульсного сигнала.  
 Диапазон значений отклонения: от 0 с до 500 кс.  
 Величина девиации длительности импульса не может превышать длительность текущего импульса.  
 Девиация длительности импульса ограничена значениями минимальной длительности импульса и текущей длительностью фронта.
  2. Девиация коэффициента заполнения представляет изменение коэффициента заполнения (в %) модулированного сигнала от коэффициента заполнения исходной импульсной формы сигнала.  
 Диапазон допустимых значений: от 0% до 50%.  
 Значение девиации коэффициента заполнения не может превышать коэффициент заполнения текущего импульса.  
 Девиация коэффициента заполнения ограничена минимальным значением коэффициента заполнения и текущей длительностью фронта.
- При выборе внешнего источника модуляции девиация длительности импульса (девиация коэффициента заполнения) сигнала управляется через коннектор **[Mod In]** напряжением в пределах значений  $\pm 6$  В. Например, если значение девиации длительности импульса устанавливается как 10 с, уровень сигнала +6 В соответствует изменению длительности в 10 с.

#### 4.8. IQ модуляция

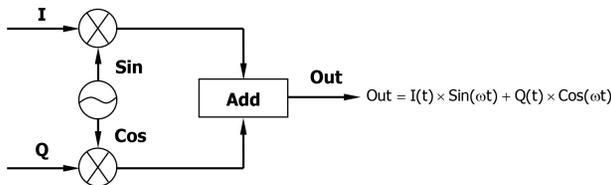
В настоящей главе описываются способы вывода IQ модулированного сигнала. Генератор имеет внутренний источник сигнала и может принимать внешние модулирующие сигналы I и Q из коннекторов **[Mod In/I]** и **[Q]** на задней панели. Модулированные сигналы могут выводиться как с одного, так и одновременно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

##### 4.8.1. Общие сведения об IQ модуляции

При IQ модуляции два ортогональных сигнала (с одинаковыми частотами несущих и сдвигом по фазе  $90^\circ$ , обозначаемые Sin или Cos) разделяются модулируются двумя сигналами I (In-Phase, синфазная составляющая) и Q (Quadrature Phase, квадратурная составляющая) соответственно, а затем смешиваются и передаются вместе для повышения эффективности использования частотного спектра.

В современных системах связи 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.



##### 4.8.2. Выбор IQ модуляции

Нажмите кнопку **Mod** → **Type** → **IQ** для выбора соответствующего вида модуляции.

Когда **Mod** включена, режимы **Sweep** и **Burst** автоматически отключаются (в случае, если перед этим были включены). После активации IQ модуляции устройство начнет генерировать сигнал IQ с заданными параметрами.

##### 4.8.3. Выбор формы несущей

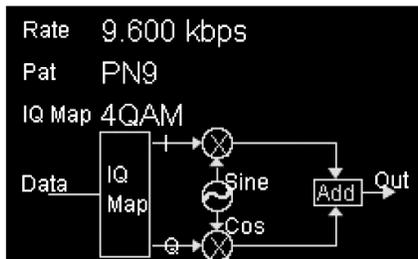
Форма несущей сигнала IQ может быть только синусоидальной. Для ее выбора нажмите на передней панели генератора кнопку **Sine**.

##### 4.8.4. Выбор источника модуляции

Нажмите **Mod** → **Source** и выберите внутренний «Int» или внешний «Ext» источник модуляции.

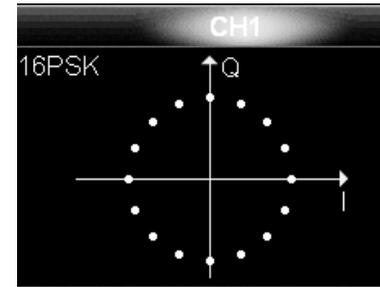
1. Внутренний источник модуляции. После выбора внутреннего источника модуляции форма выводимого IQ сигнала будет соответствовать выбранному на данный момент настройкам: шаблон **Pattern**, скорость передачи **Rate**, диаграмма **IQ Map**.

Как показано на рисунке ниже, «Rate» – это скорость передачи кода; «Pat» – текущий выбранный шаблон; «IQ Map» – выбранный способ конвертации цифрового сигнала в аналоговый. Генератор использует шаблон кода в **Pat** и указанного метода в **IQ Map** для получения двух модулирующих сигналов I и Q.



2. Внешний источник модуляции. После выбора внешнего источника модуляции генератор получает I и Q модулирующие сигналы через коннекторы **[Mod In/I]** и **[Mod In/Q]** на задней панели. В таком случае функциональные кнопки **Pattern**, **Rate** и **IQ Map** будут деактивированы.

#### 16PSK (Шестнадцатеричная фазовая манипуляция)



#### 4.9. Вывод свипированного сигнала

Генератор DG5000 может выводить свипированный сигнал через один из каналов или одновременно из двух каналов. В режиме свипирования генератор выводит сигнал, изменяющийся от начальной до конечной частоты, в зависимости от времени свипирования. Генератор поддерживает свипирование как с низких до высоких частот, так и с высоких до низких частот и поддерживает три режима свипирования: линейное, логарифмическое и пошаговое. Пользователь может задавать «метки» частоты, удержание на начальной частоте, удержание на конечной частоте, время возврата. Поддерживаются внутренний, внешний и ручной источники запуска. Возможна генерация сигналов следующих форм: синусоидальная, прямоугольная, пилообразная и произвольная (кроме основного импульсного, шумового и напряжения постоянного тока).

##### 4.9.1. Включение функции свипирования

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

##### 4.9.2. 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 до высокой частоты;
- Начальная частота > Конечная частота: генератор производит свипирование от высокой до низкой частоты;
- Начальная частота = Конечная частота: генератор выводит сигнал с фиксированной частотой.

После активации функции свипирования нажмите функциональную кнопку **Start/Center**, чтобы выделить пункт, соответствующий начальной частоте «Start». Обратите внимание, что в этот момент пункт, соответствующий конечной частоте «End», в **End/Span** тоже будет выделен. Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. По умолчанию, значение параметра начальная частота: 100 Гц, а конечная частота: 1 кГц. Диапазон развертки зависит от формы сигнала.

- Синусоидальная форма: от 1 мГц до 250 МГц;
- Прямоугольная форма: от 1 мГц до 120 МГц;
- Пилообразная форма: от 1 мГц до 5 МГц;
- Произвольная форма: от 1 мГц до 50 МГц.

При изменении значений начальной или конечной частоты генератор заново начнет производить свипирование сигнала, начиная с заданной начальной частоты.

##### 4.9.3. Центральная частота и диапазон частот

Возможно установка границ свипирования через задание значений центральной частоты и диапазона частот.

Центральная частота = (Начальная частота + Конечная частота) / 2.

Диапазон частот = Конечная частота – Начальная частота.

После активации функции свипирования нажмите функциональную кнопку **Start/Center**, чтобы выделить пункт Центральной частота «Center».

Обратите внимание, что в этот момент пункт, соответствующий значению диапазона частот «Span» в **End/Span** тоже будет выделен. Задайте необходимое числовое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. По умолчанию, центральная частота: 550 Гц, а диапазон частот: 900 Гц. Числовые значения диапазона частот и центральной частота зависят от формы сигнала.

- Синусоидальная форма: от 1 мГц до 250 МГц;
- Прямоугольная форма: от 1 мГц до 120 МГц;
- Пилообразная форма: от 1 мГц до 5 МГц;
- Произвольная форма: от 1 мГц до 50 МГц.

При изменении значений центральной частоты или диапазона частот генератор заново начнет производить свипирование сигнала, начиная с заданной начальной частоты.

**Подсказка.** При большом диапазоне свипирования характеристики амплитуды выходного сигнала могут изменяться.

##### 4.9.4. Типы свипирования

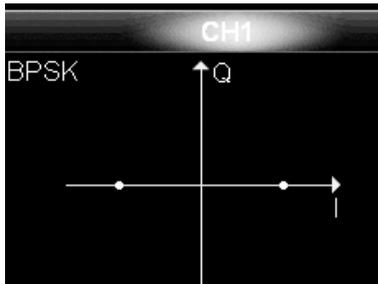
Генератор DG5000 поддерживает три типа свипирования: Линейное (Linear), Логарифмическое (Log) и Пошаговое (Step). По умолчанию установлено: линейное свипирование.

##### Линейное свипирование

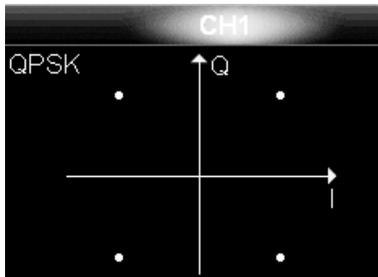
Выходная частота сигнала устройства изменяется линейно, как «несколько Гц в секунду». Данное значение задается такими параметрами, как начальная частота, конечная частота и время свипирования.

После нажатия кнопки **Sweep** нажмите функциональную кнопку **SwpType** и выберите линейное свипирование «Linear». В режиме графического режима отображения на экране появится линия, которая отражает изменения выходной частоты в линейном режиме (см. рисунок ниже).

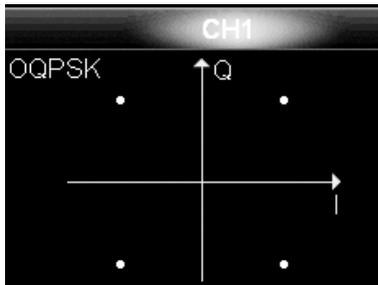
**BPSK (Двухпозиционная фазовая манипуляция)**



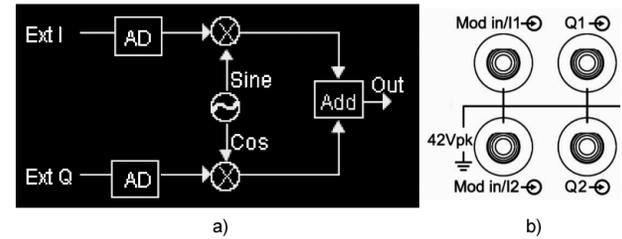
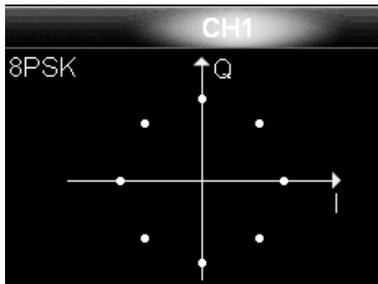
**QPSK (Квадратурная фазовая манипуляция)**



**OQPSK (Квадратурная фазовая манипуляция со сдвигом)**



**8PSK (Восьмеричная фазовая манипуляция)**



Как показано на рисунке а), генератором осуществляется получение внешних сигналов I и Q, после которой получают сигналы IQ модуляции.

**4.8.5. Выбор шаблона**

Когда выбрана внутренняя модуляция, пользователь может выбрать предустановленный в устройстве или установленный вручную код шаблона.

**Предустановленные PN шаблоны**

PN шаблон (Псевдослучайная последовательность, псевдослучайная шумовая последовательность) является периодическим приближением двоичной последовательности. Он имеет некоторые статистические характеристики, подобные случайному шуму, и его можно генерировать и обрабатывать повторно. Наиболее часто используемой последовательностью PN является самый длинный линейный регистр сдвига обратной связи, то есть последовательностью  $m$ , генерируемая регистром сдвига с линейной обратной связью, а ее период  $m$  имеет отношение к логике линейной обратной связи и исходному состоянию каждого регистра. Период  $m$  последовательности генерируемой регистром сдвига  $n$ -уровня является  $2^n - 1$ .

В генераторе предустановлены четыре вида распространенных вида PN шаблона. Когда выбран режим внутренней модуляции, нажмите функциональную кнопку **Pattern** для выбора одного из следующих шаблонов: 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@Q9.
- PN11: Q9@Q11.
- PN15: Q14@Q15.
- PN23: Q18@Q23.

**Предустановленный 4-битный фиксированный шаблон**

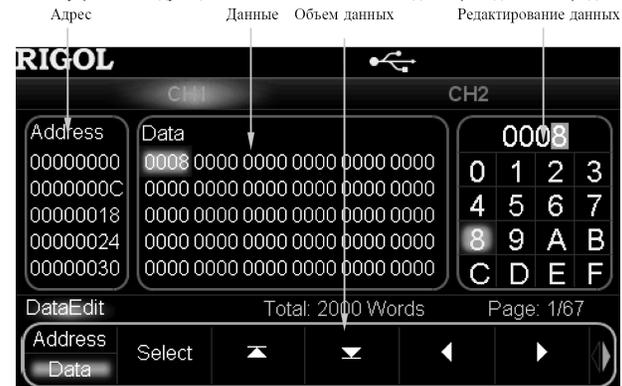
Использование Fixed4 дает возможность для задания повторяющейся 4-битной кодовой последовательности с целью обеспечения непрерывного потока данных.

При выборе внутренней модуляции, нажмите функциональную кнопку **Pattern** → **Fixed4** и с помощью ручки управления задайте необходимый шаблон. Область допустимых значений: от 0000 до 1111.

**Устанавливаемый вручную шаблон**

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

Когда выбран режим внутренней модуляции, нажмите **Pattern** → **User** для перехода в меню редактирования шаблона.



Как показано на рисунке выше, данные в поле «Address Space» соответствуют данным «Data Space». 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 функциональную кнопку **Length** и с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления задайте необходимое значение.

## 2. Выбор формата ввода.

При редактировании данных могут использоваться двоичный и шестнадцатеричный форматы ввода. Нажмите функциональную кнопку **InputTyp** 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 **InputTyp** будет деактивировано.

## 3. Выбор Адреса или Данных.

Нажмите функциональную кнопку **Address/Data** для выбора адреса «Address» или данные «Data».

При редактировании параметра Данные «Data» информация из поля «Data Space» (по умолчанию, первый вид для редактирования) будет выбрана и отображена в поле «Data Edit Area». С помощью стрелок вправо / влево выберите бит для редактирования. Потом с помощью ручки управления задайте необходимое значение и нажмите функциональную кнопку **Select** для подтверждения выбранного значения. Для редактирования других данных в поле «Data Space» используйте кнопки **▲** или **▼** для выбора нужной страницы, а кнопки **◀** или **▶** для выбора данных для редактирования.

Если выбрано для редактирования параметр Адрес «Address» первым адресом в «Address Space» 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 функциональную кнопку **Address/Data** для выбора «Data» и редактирования информации в поле «Space», как было описано выше. Область допустимых значений: от 00000000 до 00000FA0, при этом возможно задание только четных значений.

## Сохранение/Чтение данных пользователя

После завершения редактирования шаблона нажмите функциональную кнопку **StoreRecall** для перехода в интерфейс «Сохранение и Вызов» и сохраните данные в векторном формате (\*.RVF). Также можно вызвать ранее сохраненный файл (подробнее см. раздел «Сохранение и Вызов»).

## Применение данных пользователя

После редактирования шаблона нажмите функциональную кнопку **OK** для использования настроек сигнала генератором.

### 4.8.6. Настройка скорости передачи

Пользователь может вручную редактировать скорость передачи данных. Если выбрана внутренняя модуляция, нажмите функциональную кнопку **Rate** и задайте необходимое значение с помощью цифровой клавиатуры или ручки управления. Диапазон допустимых значений: от 1 bps до 1 Mbps. По умолчанию установлено 9600 kbps.

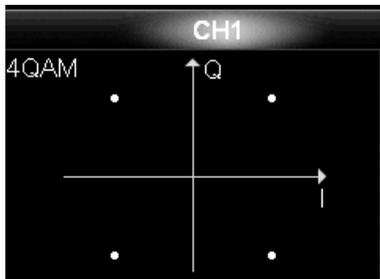
### 4.8.7. Построение диаграммы IQ

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.

#### 4QAM (4-кватратурная амплитудная модуляция)

Если выбрана внутренняя модуляция, нажмите функциональную кнопку Mapping Select для выбора одного из способов (например, 4QAM). Созвездие 4QAM изображено на рисунке ниже:



(Графический режим отображения Graph)

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

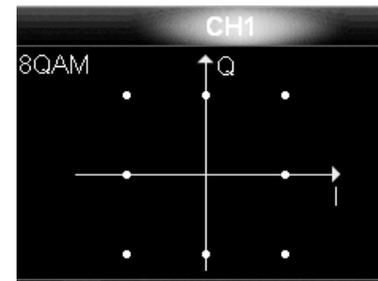
(Режим отображения параметрами)

Нажмите функциональную кнопку **Mapping Edit** 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 функциональных кнопок **▲**, **▼**, **◀** или **▶**, затем с помощью ручки управления задайте необходимое значение (Единица измерения по умолчанию: V). Область допустимых значений параметра от -1 В до 1 В.

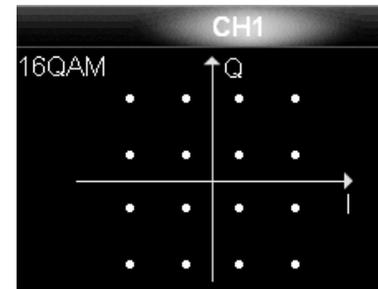
Нажмите функциональную кнопку **Default** для возврата к начальным настройкам. Нажмите функциональную кнопку **OK**, чтобы сохранить внесенные изменения и перейти к предыдущему меню. После этого генератор начнет модулировать несущий сигнал в соответствии с установленными настройками и выводить модулированный IQ сигнал.

Векторные графики/Созвездия и диаграммы других типов модуляции представлены ниже.

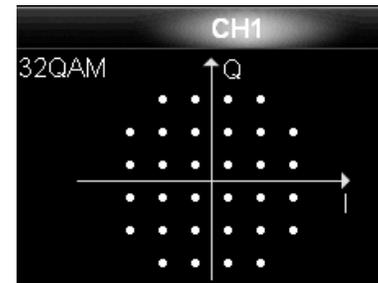
#### 8QAM (8-кватратурная амплитудная модуляция)



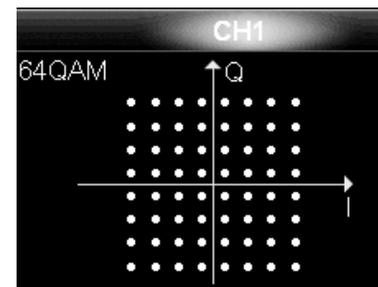
#### 16QAM (16-кватратурная амплитудная модуляция)



#### 32QAM (32-кватратурная амплитудная модуляция)



#### 64QAM (64-кватратурная амплитудная модуляция)



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

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

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

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