

RIGOL

Руководство по эксплуатации

серия DG4000
Универсальные
генераторы сигналов /
сигналов произвольной
формы

сентябрь 2011
RIGOL Technologies, Inc.

Гарантии и обязательства

Авторское право

© 2011 RIGOL Technologies, Inc. Все авторские права защищены.

Информация о торговой марке

RIGOL – зарегистрированная торговая марка RIGOL Technologies, Inc.

Уведомления

- Продукция **RIGOL** защищена патентным законодательством в КНР и за ее пределами.
- Компания **RIGOL Technologies, Inc.** оставляет за собой право вносить поправки или изменять все характеристики полностью или их часть, определять ценовую политику.
- Информация этого издания заменяет все ранее опубликованные соответствующие материалы.
- **RIGOL** не несет ответственности за ущерб, прямо или косвенно связанный с предоставлением, использованием или исполнением этого руководства или любой содержащейся в нем информации.
- Копирование, фотографирование или изменение любой части этого документа запрещено без предварительного письменного разрешения компании **RIGOL**.

Сертификация продукции

RIGOL гарантирует соответствие этого изделия национальным и промышленным стандартам КНР. Проводится международная сертификация данной продукции (ISO и т.п.).

Информация для контакта

При появлении любых проблем или вопросов при использовании нашей продукции обратитесь в компанию **RIGOL Technologies, Inc.**, к региональному дистрибьютору или на веб-сайт: www.rigol.com

Требования безопасности

Общие меры предосторожности

Во избежание получения травм, повреждения этого прибора или других приборов электрически связанных с ним, перед тем как приступить к работе внимательно ознакомьтесь с требованиями безопасности. Во избежание потенциальной опасности используйте прибор только как указано в данном руководстве.

Используйте надлежащий шнур питания

Используйте только шнур питания, предназначенный для данного прибора и страны его использования.

Проверьте заземление прибора

Этот прибор предполагает заземление через провод защитного заземления шнура питания. Во избежание электрошока провод заземления шнура питания должен быть обязательно подключен к защитному заземлению.

Учитывайте все предельные характеристики входов и выходов

Во избежание возгорания или электрошока перед подключением изучите все предельные характеристики и маркировки на приборе, для получения большей информации обратитесь к руководству по эксплуатации.

Используйте надлежащую защиту от перенапряжения

Убедитесь, что перенапряжение ни в коем случае не может достигнуть прибора (например, при грозе). В противном случае возможен электрошок оператора.

Замена плавкого предохранителя

При необходимости замены плавкого предохранителя, пожалуйста, верните прибор изготовителю или обратитесь в авторизованный сервисный центр **RIGOL**.

Не работайте с прибором без крышек корпуса

Не допускается использовать прибор без крышек или панелей корпуса.

Остерегайтесь открытых цепей и проводников

Не допускается при включенном питании прибора касаться открытых цепей и проводников.

Не допускается эксплуатация прибора при сомнениях в его исправности

При сомнениях в исправности прибора перед его дальнейшей эксплуатацией необходимо выполнить его проверку квалифицированным обслуживающим персоналом. Любой ремонт, регулировка или особенно замена частей прибора должны выполняться уполномоченным **RIGOL** для этого персоналом.

Обеспечьте хорошую вентиляцию

Недостаточная вентиляция может вызвать перегрев или повреждение этого прибора. Обеспечьте хорошую вентиляцию и регулярно осматривайте вентиляционные отверстия и вентилятор прибора.

Не допускается использование прибора в условиях повышенной влажности

Во избежание короткого замыкания внутри прибора или электрошока не допускается использование прибора в условиях повышенной влажности.

Не допускается использование во взрывоопасной атмосфере

Помните, во избежание повреждения прибора или травм не допускается использование прибора в условиях повышенной взрывоопасности.

Следите, чтобы поверхность прибора была чистой и сухой

Поддерживайте поверхность прибора чистой и сухой, оберегая его от воздействия пыли и/или влажности воздуха.

Защита от электростатики

Рабочее место должно быть оборудовано специальными средствами для снятия электростатического заряда во избежание повреждения в результате электростатического разряда. Перед подключением кабеля обязательно на время заземлите внутренний и внешний его проводники для снятия электростатического заряда.

Будьте осторожны при транспортировке

Будьте осторожны при транспортировке во избежание повреждения кнопок, поворотного регулятора, дисплея, разъемов и прочих частей на панелях прибора.

Предупреждающие надписи и символы

Предупреждающие надписи в данном руководстве. В данном руководстве можно встретить следующие предупреждающие надписи:



ОСТОРОЖНО!

указывает на условия или действия, приводящие к травмам или даже летальному исходу.



ВНИМАНИЕ!

указывает на условия или действия, в результате которых может быть поврежден этот прибор или другое оборудование.

Предупреждающие надписи на приборе. На приборе можно встретить следующие предупреждающие надписи:

DANGER (ОПАСНО!) указывает на непосредственную опасность получения травмы.

WARNING (ОСТОРОЖНО!) указывает на потенциальную опасность получения травмы.

CAUTION (ВНИМАНИЕ!) указывает на потенциальную опасность повреждения прибора или другого оборудования.

Предупреждающие символы на приборе. На приборе можно встретить следующие предупреждающие символы:



Опасное напряжение



Обратитесь к руководству по эксплуатации



Вывод защитного заземления



Вывод шасси прибора



Вывод заземления

Общее обслуживание и чистка прибора

Общее обслуживание

Не храните и оставляйте прибор длительное время под воздействием прямых солнечных лучей.

Чистка

Производите чистку прибора регулярно в зависимости от условий эксплуатации. Чистку внешней поверхности выполните следующим образом.

1. Отключите его от всех источников питания и сигналов.
2. Удалите пыль с поверхности прибора и пробников безворсовой тканью (допускается увлажнить ткань мягким моющим средством и водой). Остерегайтесь царапин прозрачного пластика покрытия ЖК-дисплея.



ВНИМАНИЕ!

Во избежание повреждения не допускается воздействие на прибор едких жидкостей.



ВНИМАНИЕ!

Во избежание электрошока в результате короткого замыкания убедитесь, что прибор полностью высушен перед подключением его к источнику питания.

Экологические рекомендации

Следующий символ указывает, что это изделие соответствует требованиям указаний 2002/96/ЕС Европейского союза по утилизации ненужного электрического или электронного оборудования (WEEE) и батарей.



Утилизация изделия

Данное оборудование может содержать вещества, вредные для окружающей среды или здоровья человека. Во избежание загрязнения окружающей среды или ущерба здоровью людей мы просим Вас утилизировать этот продукт в соответствующей организации, гарантирующей повторное использование большинства материалов или их переработку. Пожалуйста, обратитесь в местные органы власти для получения информации о возможностях утилизации и переработки.

Краткий обзор серии DG4000

Серия DG4000 представляет собой недорогие и высокоточные двухканальные многофункциональные генераторы, объединившие в одном приборе функциональный генератор, генератор сигнала произвольной формы, генератор прямоугольных импульсов, генератор гармоник, аналоговый/цифровой модулятор и частотомер.

Основные особенности

- Использование технологии прямого цифрового синтеза (DDS) предоставляет возможность получения точного, стабильного выходного сигнала с низкими искажениями.
- TFT ЖК-дисплей 7 дюймов, 16 млн. оттенков цвета, одновременное отображение для обоих каналов параметров и графиков.
- 160, 100 или 60 МГц – максимальная частота для синуса (в соответствии с моделью), 500 МГц – частота дискретизации, 14 бит – вертикальное разрешение.
- Точная регулировка фазы между каналами.
- Около 150 встроенных форм сигнала: синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный, шум, гармоники, $\sin(x)/x$, возрастание и убывание по экспоненциальному закону, ЭКГ, функция Гаусса, функция Лоренца, гаверсинус, видео, двухтональный сигнал, сигнал радара, постоянный ток и т.д.
- Редактируемые 16 тысяч точек сигнала произвольной формы с поддержкой пошагового вывода.
- Раздельная регулировка длительности фронта и среза и ампульного сигнала.
- Настраиваемая функция генерации гармоник до 16 порядка; с выбором гармоник и задаваемой для каждой амплитудой.
- Возможность наложения белого шума на основные формы сигнала.
- Разнообразие функций аналоговой и цифровой модуляции: AM, FM, PM, ASK, FSK, PSK, BPSK, QPSK, 3FSK, 4FSK, OSK и PWM.
- Функции свип-генератора и генерации пачки.
- Оба канала могут иметь внутреннюю/внешнюю модуляцию и внутренний/внешний/ручной запуск отдельно или одновременно.
- Оба канала могут производить сигнал синхронизации отдельно или одновременно.

- Поддержка связи каналов по частоте, фазе и амплитуде отдельно или одновременно.
- Функция частотомера обеспечивает измерение различных параметров внешнего сигнала: частота, период, коэффициент заполнения, длительность импульса и длительность паузы между импульсами; возможность статистической обработки результатов измерения.
- Возможность копирования формы сигнала или настроек с одного канала в другой.
- Возможность сохранения и загрузки до 10 файлов с сигналами произвольной формы волны и до 10 файлов с настройками прибора во внутренней памяти, а также сохранение файлов в формате CSV и TXT в USB-флеш накопителе.
- Наличие стандартных интерфейсов: USB-хост, USB-прибор и LAN
- Широкий выбор ввода/вывода: выход генерируемого сигнала, выход сигнала синхронизации, вход модулирующего сигнала, вход/выход тактового сигнала 10 МГц, вход выход пускового запуска.
- Поддержка USB-флеш накопителей с файловой системой FAT.
- Поддержка дистанционного управления через 10/100M Ethernet.
- Соответствие стандарту приборов LXI класс C (версия 1.2).
- Поддержка ввода, а также встроенная система помощи на китайском и английском языке.
- Наличие мощного компьютерного программного обеспечения для редактирования сигнала произвольной формы.
- Наличие отверстия для специального защитного замка.

Структура данного руководства

Глава 1 Быстрое обучение

Эта глава знакомит с передней/задней панелью, экранным интерфейсом, методикой ввода значений параметров, а также началом использования генератора.

Глава 2 Получение основных форм сигнала

Эта глава знакомит с получением основных форм сигнала, например, синусоидальная или прямоугольные импульсы.

Глава 3 Получение сигнала произвольной формы

Эта глава знакомит с получением встроенного или создаваемого пользователем сигнала произвольной формы.

Глава 4 Генератор гармоник

Эта глава знакомит с получением гармоник заданного порядка.

Глава 5 Получение модулированного сигнала

Эта глава знакомит с получением модулированного сигнала, например, амплитудная модуляция (AM), частотная манипуляция (FSK) или широтно-импульсная модуляция (PWM).

Глава 6 Свип-генератор

Эта глава знакомит с использованием прибора в качестве свип-генератора.

Глава 7 Генерация пачки

Эта глава знакомит с формированием выходного сигнала в форме пачек.

Глава 8 Частотомер

Эта глава знакомит с использованием частотомера.

Глава 9 Сохранение и загрузка

Эта глава знакомит с сохранением и загрузкой файлов формы сигнала и файлов настроек генератора.

Глава 10 Утилиты и настройки системы

Эта глава знакомит с некоторыми сервисными функциями и методами настройки параметров системы.

Глава 11 Дистанционное управление

Эта глава знакомит с дистанционным управлением генератором.

Глава 12 Устранение неполадок

В этой главе приводятся типовые неполадки, с которыми можно столкнуться при эксплуатации генератора и методы их устранения.

Глава 13 Характеристики

В этой главе приводятся характеристики генератора.

Глава 14 ПРИЛОЖЕНИЯ

Эта глава предоставляет информацию о возможностях комплектования и стандартной комплектации генератора, а также прочую информацию, на которую следует обратить внимание.

В тексте данного руководства принято следующее обозначения

1. Кнопки, расположенные на передней панели прибора

Кнопки функций, расположенные на передней панели прибора, обозначаются как наименование кнопки жирным шрифтом + рамка вокруг текста, например, **Sine**.

2. Кнопки меню

Кнопки меню обозначаются как наименование кнопки жирным шрифтом + фон надписи, например, **Freq**.

3. Разъемы

Разъемы, расположенные на передней или задней панели прибора, обозначаются как наименование кнопки жирным шрифтом + квадратные скобки, например, **[Sync]**.

4. Последовательность действий пользователя

Последовательность действий пользователя в данном руководстве обозначается с помощью символа "→". Например, **Sine**→**Freq** означает, что следует нажать

кнопку **Sine** на передней панели и затем нажать кнопку, соответствующую пункту экранного меню **Freq**.

Принятые соглашения по модельному ряду в данном руководстве

Модельный ряд серии DG4000 представлен в следующей таблице. В данном руководстве в качестве примера использована модель DG4162.

Модель	Кол-во каналов	Макс. частота	Частота дискретизации
DG4062	2	60 МГц	500 МГц
DG4102	2	100 МГц	500 МГц
DG4162	2	160 МГц	500 МГц

Содержание

Гарантии и обязательства.....	1
Требования безопасности	2
Общие меры предосторожности	2
Предупреждающие надписи и символы.....	4
Общее обслуживание и чистка прибора	5
Экологические рекомендации.....	6
Краткий обзор серии DG4000.....	7
Структура данного руководства	9
Глава 1 Быстрое обучение	19
Начальная проверка.....	20
Регулировка ножек прибора	21
Размеры генератора	22
Передняя панель.....	23
Задняя панель.....	31
Подключение питания.....	34
Экранный интерфейс.....	35
Методика ввода значений параметров.....	39
Цифровая клавиатура	39
Кнопки направления и поворотный регулятор.....	40
Использование встроенной системы помощи	41
Использование антивандального замка	42
Использование корзины для монтажа в приборную стойку	43
Перечень набора для монтажа в приборную стойку	43
Необходимый монтажный инструмент	44
Пространство в приборной стойке.....	45
Процедура монтажа	47
Глава 2 Получение основных форм сигнала.....	50
Выбор выходного канала.....	51
Выбор основных форм сигнала.....	52
Настройка частоты	53
Настройка амплитуды.....	54
Настройка постоянного напряжения смещения.....	56
Настройка начальной фазы	57
Выравнивание фазы	58
Настройка коэффициента заполнения	60
Настройка симметрии	61

Настройка параметров импульсной формы сигнала.....	62
Длительность импульса/коэффициент заполнения	62
Длительность фронта/среза.....	63
Время задержки.....	64
Устранение задержки между каналами	65
Получение выходного сигнала	67
Пример получения основных форм сигнала	68
Глава 3 Получение сигнала произвольной формы	71
Включение режима сигнала произвольной формы	72
Режим пошагового вывода	73
Выбор сигнала произвольной формы	73
Встроенные формы сигнала	73
Сохраненный сигнал произвольной формы	79
Хранимый в буфере сигнал произвольной формы	79
Создание нового сигнала произвольной формы	80
Пример редактирования точек	84
Пример редактирования блока.....	86
Редактирование сигнала произвольной формы	88
Глава 4 Получение гармоник сигнала	89
Введение	90
Настройка основных параметров сигнала.....	90
Установка порядка гармоник.....	91
Выбор типа генерации гармоник	91
Настройка амплитуды гармоник	92
Настройка фазы гармоники.....	92
Глава 5 Получение модулированного сигнала	94
Амплитудная модуляция (AM)	95
Выбор функции амплитудной модуляции (AM).....	95
Выбор формы сигнала несущей	95
Установка частоты несущей.....	95
Выбор источника модулирующего сигнала.....	96
Установка частоты модулирующего сигнала	97
Установка коэффициента модуляции	97
Частотная модуляция (FM)	98
Выбор функции частотной модуляции (FM).....	98
Выбор формы сигнала несущей	98
Установка частоты несущей.....	98

Выбор источника модулирующего сигнала	99
Установка частоты модулирующего сигнала.....	100
Установка девиации частоты.....	100
Фазовая модуляция (PM)	101
Выбор функции фазовой модуляции (PM)	101
Выбор формы сигнала несущей.....	101
Установка частоты несущей	101
Выбор источника модулирующего сигнала	102
Установка частоты модулирующего сигнала.....	103
Установка девиации фазы.....	103
Амплитудная манипуляция (ASK).....	104
Выбор функции амплитудной манипуляция (ASK).....	104
Выбор формы сигнала несущей.....	104
Установка амплитуды несущей.....	104
Выбор источника модулирующего сигнала	105
Параметр переключения ASK	105
Установка амплитуды манипуляции	106
Установка полярности манипуляции.....	106
Частотная манипуляция (FSK).....	107
Выбор функции частотной манипуляция (FSK)	107
Выбор формы сигнала несущей.....	107
Установка частоты несущей	107
Выбор источника модулирующего сигнала	108
Параметр переключения FSK.....	109
Установка частоты скачка	109
Установка полярности манипуляции.....	109
Фазовая манипуляция (PSK)	111
Выбор функции фазовой манипуляция (PSK).....	111
Выбор формы сигнала несущей.....	111
Установка фазы несущей	111
Выбор источника модулирующего сигнала	112
Параметр переключения PSK	112
Установка фазы PSK.....	113
Установка полярности манипуляции.....	113
Двоичная фазовая манипуляция (BPSK)	114
Выбор функции двоичной фазовой манипуляция (BPSK)	114
Выбор формы сигнала несущей.....	114

Установка фазы несущей	114
Выбор источника модулирующего сигнала.....	114
Параметр переключения BPSK	115
Установка фазы BPSK	115
Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK).....	116
Выбор функции квадратурной фазовой манипуляция (QPSK)	116
Выбор формы сигнала несущей	116
Установка фазы несущей	116
Выбор источника модулирующего сигнала.....	117
Параметр переключения QPSK.....	117
Установка фаз QPSK	117
Трехпозиционная частотная манипуляция (3FSK).....	118
Выбор функции трехпозиционной частотной манипуляция (3FSK)	118
Выбор формы сигнала несущей	118
Установка частоты несущей.....	118
Выбор источника модулирующего сигнала.....	119
Параметр переключения 3FSK	119
Установка частот скачка	119
Четырехпозиционная частотная манипуляция (4FSK)	120
Выбор функции четырехпозиционной частотной манипуляция (4FSK).....	120
Выбор формы сигнала несущей	120
Установка частоты несущей.....	120
Выбор источника модулирующего сигнала.....	121
Параметр переключения 4FSK	121
Установка частот скачка	121
Манипуляция колебания (OSK)	122
Выбор функции манипуляции колебания (OSK).....	122
Выбор формы сигнала несущей	123
Установка частоты несущей.....	123
Выбор источника модулирующего сигнала.....	123
Параметр переключения OSK.....	123
Установка периода OSK	124
Широтно-импульсная модуляция (PWM).....	125
Выбор функции широтно-импульсной модуляции (PWM).....	125
Выбор формы сигнала несущей	125
Установка длительности импульса/коэффициента заполнения	125
Выбор источника модулирующего сигнала.....	126

Установка частоты модулирующего сигнала	126
Установка девиации длительности импульса/коэффициента заполнения .	127
Глава 6 Свип-генератор	128
Включение свип-генератора	129
Начальная и конечная частота	129
Центральная частота и полоса частот развертки	130
Тип развертки	131
Линейная развертка.....	131
Логарифмическая развертка	132
Ступенчатый режим развертки.....	133
Длительность развертки.....	134
Время обратного хода развертки	134
Частота маркера.....	135
Время фиксации начальной частоты.....	136
Время фиксации конечной частоты	136
Режимы запуска свип-генератора	137
Выходной сигнал синхронизации	138
Глава 7 Генерация пачки	140
Включение функции генерации пачки	141
Тип генерации пачки.....	141
Пакет с заданным количеством циклов	141
Непрерывная генерация пачек.....	142
Стробированный пакет.....	143
Начальная фаза пачки.....	145
Период пачки	145
Полярность стробирующего сигнала.....	145
Время задержки пачки	146
Режим запуска генерации пачки.....	146
Выходной сигнал синхронизации	147
Глава 8 Частотомер	149
Включение частотомера	150
Настройки частотомера	151
Статистическая обработка.....	153
Глава 9 Сохранение и загрузка	155
Обзор системы хранения	156
Выбор типа файла	157
Выбор типа браузера.....	158

Управление файлами	159
Сохранение.....	159
Загрузка	161
Копирование в буфер	162
Вставка.....	162
Удаление	162
Создание новой папки	163
Глава 10 Утилиты и настройки системы.....	164
Обзор меню утилит	165
Настройки канала	166
Выход синхронизации	166
Полярность сигнала синхронизации.....	168
Полярность основного сигнала	168
Сопrotивление выхода	169
Наложение шума	170
Количество шума	170
Настройки интерфейса дистанционного управления	171
Настройка LAN.....	171
Выбор типа устройства USB	175
Настройка системы	176
Формат числа	176
Язык системы.....	176
Настройки, загружаемые при включении питания.....	177
Настройки включения питания	177
Яркость экрана	177
Звуковая сигнализация	178
Сохранение экрана	178
Источник тактового сигнала	178
Информация о системе	179
Функция печати	180
Настройка связи каналов	181
Копирование настроек канала.....	183
Настраиваемая кнопка формы сигнала.....	184
Восстановление настроек.....	186
Глава 11 Дистанционное управление	190
Обзор дистанционного управления	191
Варианты реализации дистанционного управления.....	192

Самостоятельное программирование пользователем.....	192
Использование готового программного обеспечения.....	196
Глава 12 Устранение неполадок.....	201
Глава 13 Характеристики.....	202
Глава 14 ПРИЛОЖЕНИЯ.....	210
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Принадлежности и дополнительное оборудование.....	210
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Гарантийные обязательства.....	211

Глава 1 Быстрое обучение

Эта глава предлагает знакомство с передней и задней панелями, пользовательским интерфейсом и методикой настройки параметров прибора, а также первое знакомство с использованием прибора.

Темы этой главы:

- начальная проверка;
- регулировка ножек прибора;
- размеры прибора;
- передняя панель;
- задняя панель;
- подключение питания;
- экранный интерфейс;
- методика ввода значений параметров
- использование встроенной системы помощи;
- использование антивандального замка;
- использование корзины для монтажа в приборную стойку.

Начальная проверка

1. Проверьте отсутствие повреждения транспортной упаковки

Сохраните поврежденную упаковку или упаковочный материал до полной механической, электрической проверки и проверки соответствия комплекта поставки. Грузоотправитель или транспортная компания должны нести ответственность за повреждение прибора в результате транспортировки. Компания **RIGOL** не будет нести ответственность в части обслуживания/ремонта или замены такого прибора.

2. Проверьте прибор

При обнаружении любого повреждения, дефекта или неполадок уведомьте об этом Вашего коммерческого представителя **RIGOL**.

3. Проверьте принадлежности

При обнаружении недостачи комплекта поставки или повреждения, уведомьте об этом Вашего коммерческого представителя **RIGOL**.

Регулировка ножек прибора

Генераторы серии DG4000 имеют откидные ножки, позволяющие регулировать наклон генератора для упрощения управления и улучшения обзора ЖК-дисплея (см. рисунок 1-1). В сложенном положении облегчается хранение и переноска прибора (см. рисунок 1-2).

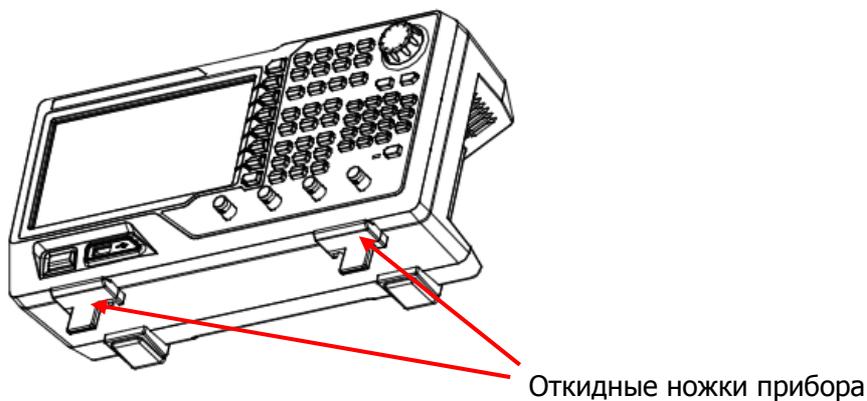


Рисунок 1-1 Рабочее положение ножек прибора

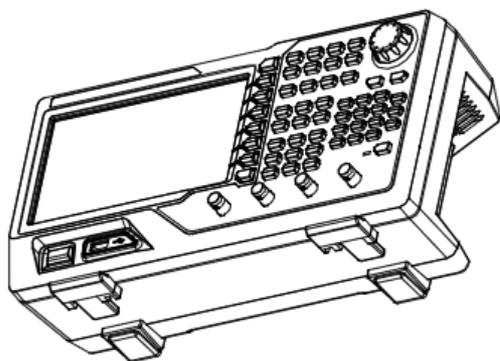


Рисунок 1-2 Сложенное положение ножек прибора

Размеры генератора

Внешний вид и размеры генераторов серии DG4000 приведены на рисунке 1-3 и рисунке 1-4 (размеры в мм).

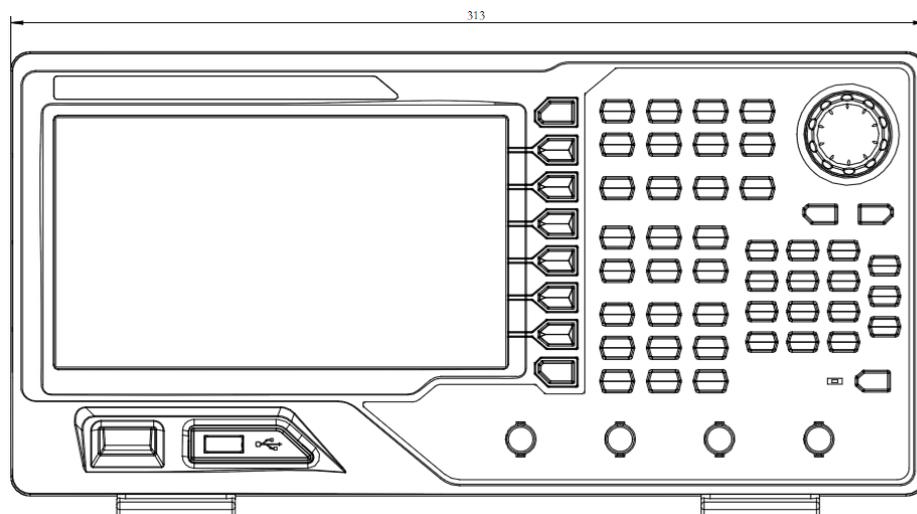


Рисунок 1-3 Вид спереди

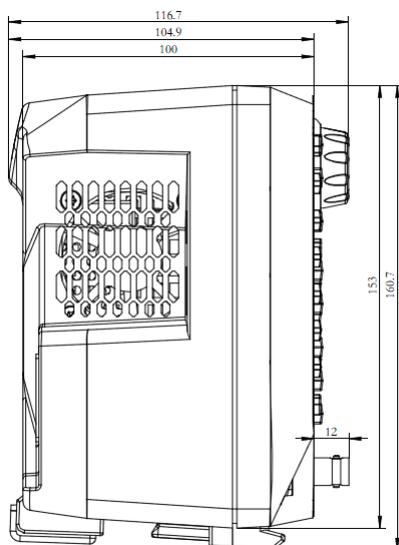


Рисунок 1-4 Вид сбоку

Передняя панель

Передняя панель генератора серии DG4000 показана на следующем рисунке.

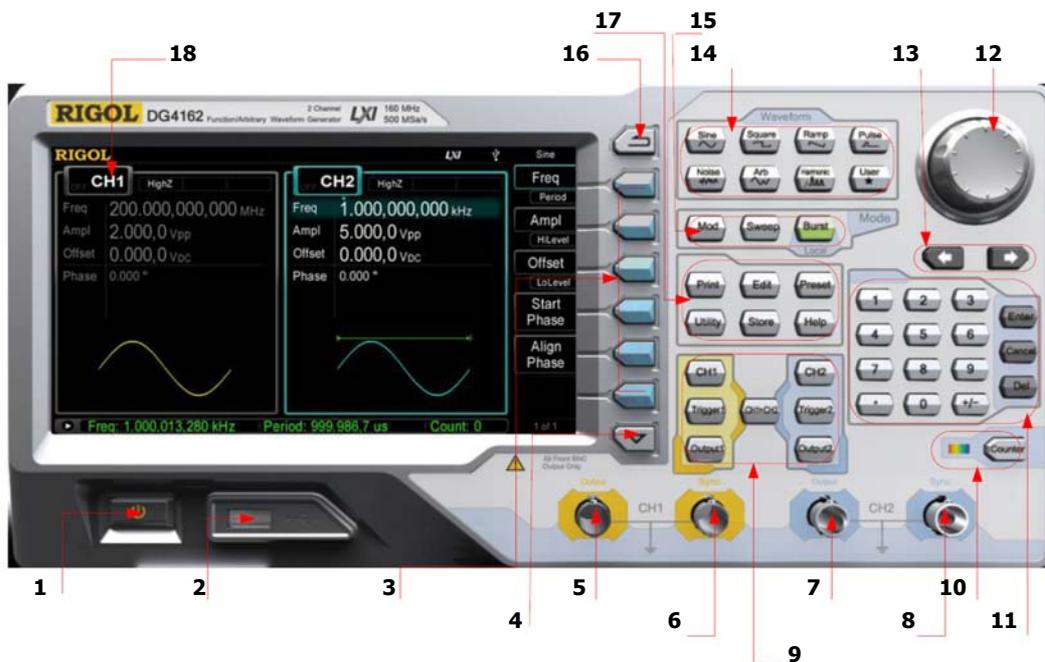


Рисунок 1-5 Передняя панель генератора серии DG4000

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Кнопка включения питания | 10. Кнопка частотомера |
| 2. Интерфейс USB-хост | 11. Цифровая клавиатура |
| 3. Кнопки меню | 12. Поворотный регулятор |
| 4. Кнопка навигации по страницам | 13. Кнопки направлений |
| 5. Выход CH1 | 14. Кнопки выбора типа сигнала |
| 6. Выход синхронизации CH1 | 15. Зона кнопок управления режимами |
| 7. Выход CH2 | 16. Кнопка возврата |
| 8. Выход синхронизации CH2 | 17. Зона "горячих" кнопок и утилит |
| 9. Зона управления каналами | 18. ЖК-дисплей |

1. Кнопка включения питания

Эта кнопка предназначена для включения и выключения генератора. При нажатии этой кнопки для выключения прибора, он переходит в ждущий режим. Полное выключение питания генератора происходит только при отключении от сети кабеля питания, подключаемого на задней панели прибора.

Эта кнопка – программируемая. Пользователь может заблокировать ее, тогда питание генератора включается сразу после подключения его к сети.

2. Интерфейс USB-хост

Поддерживаются USB-флеш накопители с файловой системой FAT. Чтение файлов с сигналами произвольной формы и настройками, хранящихся в USB-флеш накопителе, а также сохранение текущих настроек генератора и отредактированных данных сигнала произвольной формы, сохранение текущего экрана в виде изображения (формат *.bmp) в USB-флеш накопителе.

3. Кнопки меню

Соответствуют отображаемым слева от них на экране пунктам меню. Нажмите любую кнопку для активизации соответствующего пункта.

4. Кнопка навигации по страницам

Вызов на экран предыдущей или следующей страницы текущего меню.

5. Выход CH1

Разъем BNC выхода канала CH1 с номинальным значением импеданса 50 Ом. При нажатии кнопки **Output1** (включена подсветка) выход активируется с наличием на нем выходного сигнала, соответствующего текущим настройкам для канала CH1.

6. Выход синхронизации CH1

Разъем BNC выхода сигнала синхронизации канала CH1 с номинальным значением импеданса 50 Ом.

Когда выход синхронизации канала CH1 активен, на нем присутствует сигнал синхронизации, соответствующий текущим настройкам для канала CH1 (см. раздел "**Выход синхронизации**").

7. Выход CH2

Разъем BNC выхода канала CH2 с номинальным значением импеданса 50 Ом. При нажатии кнопки **Output2** (включена подсветка) выход активируется с наличием на нем выходного сигнала, соответствующего текущим настройкам для канала CH2.

8. Выход синхронизации CH2

Разъем BNC выхода сигнала синхронизации канала CH2 с номинальным значением импеданса 50 Ом.

Когда выход синхронизации канала CH2 активен, на нем присутствует сигнал синхронизации, соответствующий текущим настройкам для канала CH2 (см. раздел “**Выход синхронизации**”).

9. Зона управления каналами

Кнопка CH1: используется для выбора канала CH1. При выбранном канале CH1 (включена подсветка кнопки) можно изменять тип сигнала и параметры для канала CH1.

Кнопка CH2: используется для выбора канала CH2. При выбранном канале CH2 (включена подсветка кнопки) можно изменять тип сигнала и параметры для канала CH2.

Кнопка Trigger1: при режиме свип-генератора или генератора пачки эта кнопка используется для ручного запуска генерации в канале CH1 (только при активном выходе, нажата кнопка **Output1**).

Кнопка Trigger2: при режиме свип-генератора или генератора пачки эта кнопка используется для ручного запуска генерации в канале CH2 (только при активном выходе, нажата кнопка **Output2**).

Кнопка Output1: активирует или деактивирует выход канала CH1.

Кнопка Output2: активирует или деактивирует выход канала CH2.

Кнопка CH1=CH2: выполняет копирование с одного канала в другой (см. в разделе “**Копирование настроек канала**”).

10. Кнопка частотомера

Нажатие кнопки **Counter** включает или выключает частотомер. При включенном частотомере включена подсветка этой кнопки, и индикатор слева будет мигать. При отображении на экране интерфейса частотомера повторное нажатие этой кнопки выключает функцию частотомера. При отсутствии на

экране интерфейса частотомера повторное нажатие этой кнопки выводит на экран интерфейс частотомера (см. в разделе "**Частотомер**").

11. Цифровая клавиатура

Цифровая клавиатура используется для ввода параметров и содержит кнопки цифр (от 0 до 9), кнопку десятичной точки ("."), кнопку смены знака (" +/- ") и три кнопки **Enter**, **Cancel** и **Del**. Если требуется отрицательное значение введите перед числом знак "-" с помощью соответствующей кнопки. Кроме того, кнопка десятичной точки может использоваться для быстрого переключения единиц величины, а кнопка "+/-" для переключения прописных и строчных букв (подробнее об использовании цифровой клавиатуры см. в разделе "**Методика ввода значений параметров**").

12. Поворотный регулятор

При редактировании значения параметра поворот этого регулятора увеличивает (по часовой стрелке) или снижает (против часовой стрелки) текущее подсвеченное значение. При сохранении или вызове с помощью этого регулятора можно выбрать место для сохранения файла или выбрать файл для загрузки. При редактировании имени файла с помощью этого регулятора можно выбирать символы на экранной клавиатуре. А также используется для выбора одной из встроенных форм сигналов после нажатия кнопки **User**.

13. Кнопки направлений

Используются совместно с поворотным регулятором для редактирования значения параметра: выбор изменяемой цифры.

При редактировании имени файла эти кнопки используются для перемещения курсора.

14. Кнопки выбора типа сигнала

Кнопка **Sine---- синусоидальный сигнал**

Синусоидальный сигнал может генерироваться с частотой от 1 мкГц до 160 МГц

.

- При активности функции включена подсветка этой кнопки.
- Возможно изменение параметров для синусоидального сигнала: частота/период, амплитуда/верхний уровень, смещение/нижний уровень и начальная фаза.

Кнопка Square---- прямоугольный сигнал

Прямоугольный сигнал может генерироваться с частотой от 1 мкГц до 50 МГц и регулируемым коэффициентом заполнения.

- При активности функции включена подсветка этой кнопки.
- Возможно изменение параметров для прямоугольного сигнала: частота/период, амплитуда/верхний уровень, смещение/нижний уровень, коэффициент заполнения и начальная фаза.

Кнопка Ramp---- пилообразный сигнал

Пилообразный сигнал может генерироваться с частотой от 1 мкГц до 4 МГц и регулируемой коэффициентом симметрии.

- При активности функции включена подсветка этой кнопки.
- Возможно изменение параметров для пилообразного сигнала: частота/период, амплитуда/верхний уровень, смещение/нижний уровень, коэффициент симметрии и начальная фаза.

Кнопка Pulse---- импульсный сигнал

Импульсный сигнал может генерироваться с частотой от 1 мкГц до 40 МГц и регулируемыми длительностью импульса и длительностью фронта и среза.

- При активности функции включена подсветка этой кнопки.
- Возможно изменение параметров для импульсного сигнала: частота/период, амплитуда/верхний уровень, смещение/нижний уровень, длительность импульса/коэффициент заполнения, длительность фронта, длительность среза и время задержки.

Кнопка Noise---- шум

Белый шум генерируется в полосе до 120 МГц.

- При активности функции включена подсветка этой кнопки.
- Возможно изменение параметров для шумового сигнала: амплитуда/верхний уровень и смещение/нижний уровень.

Кнопка Arb---- сигнал произвольной формы

Сигнал произвольной формы может генерироваться с частотой от 1 мкГц до 40 МГц.

- Возможен режим пошагового вывода.
- Выбор до 150 встроенных форм сигнала: синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный, шум, гармоники, $\sin(x)/x$, возрастание и

убывание по экспоненциальному закону, ЭКГ, функция Гаусса, функция Лоренца, гаверсинус, видео, двухтональный сигнал, сигнал радара, постоянный ток и т.д.; сохранение сигнал произвольной формы в USB-флеш накопителе.

- Редактирование сигнала произвольной формы (16 тысяч точек) с передней панели генератора или с помощью программы персонального компьютера с последующей загрузкой в генератор.
- При активности функции включена подсветка этой кнопки.
- Возможно изменение параметров для сигнала произвольной формы: частота/период, амплитуда/верхний уровень, смещение/нижний уровень и начальная фаза.

Кнопка **Harmonic---- генератор гармоник**

Генерация гармоник с частотой от 1 мкГц до 80 МГц .

- Гармоники до 16^{-го} порядка.
- Установка параметров для генерации гармоник: наибольший порядок гармоник, выбор гармоник, амплитуда и фаза.

Кнопка **User---- определяемый пользователем тип сигнала для этой кнопки**

Пользователь может определить для этой кнопки часто используемую встроенную форму сигнала (**Utility** → **UserKey**). Затем при нажатии кнопки **User** будет быстро загружен нужный тип сигнала и открыт интерфейс установки его параметров.

15. Зона кнопок управления режимами

Кнопка **Mod---- модуляция**

Генерация модулированного сигнала. Возможны различные типы аналоговой и цифровой модуляции: AM, FM, PM, ASK, FSK, PSK, BPSK, QPSK, 3FSK, 4FSK, OSK или PWM.

- Возможен выбор источника модулирующего сигнала: внутренний или внешний.

Кнопка **Sweep---- свип-генератор**

Свип-генератор на базе сигналов: синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC).

- Поддерживаются три типа развертки: линейная, логарифмическая и ступенчатая.
- Поддерживаются три источника запуска: внутренний, внешний или вручную.
- Функция маркера (**MarkFreq**) (перепад от высокого к низкому уровню при достижении разверткой заданной частоты).
- При активности функции включена подсветка этой кнопки.

Кнопка **Burst**---- генерация пачки

Генерация пачки на базе сигналов: синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный, шум, произвольной формы (кроме DC).

- Поддерживаются три режима генерации пачки: пакет с заданным количеством циклов, непрерывный и стробированный.
- Возможность использования сигнала шума для генерации пачки.
- Поддерживаются три источника запуска: внутренний, внешний или вручную.
- При активности функции включена подсветка этой кнопки.

Замечание: в режиме дистанционного управления генератором нажатие кнопки **Burst** позволяет вернуться к управлению с передней панели прибора.

16. Кнопка возврата

Эта кнопка используется для возврата в предыдущее меню.

17. Зона "горячих" кнопок и утилит

Кнопка **Print:** используется для выполнения печати. Позволяет сохранить в USB-флеш накопителе в виде изображения текущий экран.

Кнопка **Edit:** действие этой кнопки эквивалентно нажатию кнопок "**Arb** → **Edit Wform**" и используется для быстрого вызова интерфейса редактирования сигнала произвольной формы (ArbEdit).

Кнопка **Preset:** используется для возврата генератора к настройкам по умолчанию или пользовательским настройкам (см. раздел "**Восстановление настроек по умолчанию**").

Кнопка **Utility:** используется для настройки системных параметров. При активности функции включена подсветка этой кнопки.

Кнопка Store: сохранение или вызов настроек генератора или данных пользователя для сигнала произвольной формы.

- Поддержка управления стандартными файлами.
- Доступны энергонезависимая память генератора (диск **C:**) и внешняя память в виде USB-флеш накопителя (диск **D:**).
- При активности функции включена подсветка этой кнопки.

Кнопка Help: для получения контекстной информационной помощи о любой кнопке передней панели или кнопке меню нажмите эту кнопку, при этом должна включиться ее подсветка, а затем нажмите интересующую кнопку.

18. ЖК-дисплей

Цветной TFT ЖК-дисплей, 800×480 используется для отображения текущих меню и настроек параметров, состояния системы и служебных сообщений.

ВНИМАНИЕ!

Защита от перенапряжения выхода канала действует только в следующих случаях.



- Размах выходного сигнала в генераторе установлен больше 4 В; входное напряжение больше ± 11.25 В (± 0.1 В), а частота не превышает 10 кГц.
 - При срабатывании защиты на экране появится сообщение "OverLoad protect, The output is off!" ("Перегрузка, выход отключен!").
-

Задняя панель

Задняя панель генератора серии DG4000 показана на следующем рисунке.



Рисунок 1-6 Задняя панель генератора серии DG4000

1. Разъем кабеля питания

Этот генератор может питаться от сети переменного тока: 100-240 В, 45-440 Гц. Сетевой плавкий предохранитель: 250 В, тип Т, 2 А.

2. Интерфейс LAN

Позволяет подключить генератор к локальной сети для дистанционного управления через этот интерфейс. Этот генератор соответствует стандартам приборов LXI-C, что позволяет быстро и просто создавать измерительную систему, интегрируя его с другими устройствами.

3. Отверстие для защитного замка

При необходимости для защиты от несанкционированного перемещения генератора можно использовать специальный замок (не входит в комплект поставки генератора).

4. Интерфейс USB-прибор

С помощью этого интерфейса генератор может быть подключен к персональному компьютеру для дистанционного управления им из специальной программы.

5. Разъем [10 MHz In/Out]

Этот разъем BNC является входом/выходом с номинальным значением импеданса 50 Ом для подключения входного или выходного тактового сигнала 10 МГц. Функция вход/выход этого разъема определяется типом используемого генератором тактового сигнала. Приборы серии DG4000 могут использовать внутренний или внешний тактовый генератор (см. раздел "**Источник тактового сигнала**").

- При использовании внутреннего источника тактового сигнала (данный разъем используется как выход) с данного разъема можно получить выходной сигнал 10 МГц собственного тактового кварцевого генератора прибора.
- При использовании внешнего источника тактового сигнала (данный разъем используется как вход) на данный разъем можно подать тактовый сигнал 10 МГц от внешнего источника.
- Этот разъем обычно используется для синхронизации нескольких приборов измерительной системы (см. раздел "**Выход синхронизации**").

6. Разъем [CH1: Mod/FSK/Trig]

Функция этого разъема BNC с номинальным значением импеданса 50 Ом определяется текущим рабочим режимом канала CH1.

● Режим Mod

При активированном режиме модуляции AM, FM, PM, PWM или OSK для канала CH1 и использовании внешнего источника модулирующего сигнала этот разъем выполняет функцию входа для модулирующего сигнала.

● Режим FSK

При активированном режиме модуляции ASK, FSK или PSK для канала CH1 и использовании внешнего источника модулирующего сигнала этот разъем выполняет функцию входа для модулирующего сигнала (имеется возможность установки полярности сигнала).

- **Режим Trig In**

При режиме свип-генератора или генерации пачки для канала CH1 и использовании внешнего источника запуска этот разъем выполняет функцию входа внешнего пускового сигнала (имеется возможность установки полярности сигнала).

- **Режим Trig Out**

При режиме свип-генератора или генерации пачки для канала CH1 и использовании внутреннего источника запуска или режима ручного запуска этот разъем выполняет функцию выхода пускового сигнала с заданным фронтом.

7. Разъем [CH2: Mod/FSK/Trig]

Функция этого разъема BNC с номинальным значением импеданса 50 Ом определяется текущим рабочим режимом канала CH2.

- **Режим Mod**

При активированном режиме модуляции AM, FM, PM, PWM или OSK для канала CH2 и использовании внешнего источника модулирующего сигнала этот разъем выполняет функцию входа для модулирующего сигнала.

- **Режим FSK**

При активированном режиме модуляции ASK, FSK или PSK для канала CH2 и использовании внешнего источника модулирующего сигнала этот разъем выполняет функцию входа для модулирующего сигнала (имеется возможность установки полярности сигнала).

- **Режим Trig In**

При режиме свип-генератора или генерации пачки для канала CH2 и использовании внешнего источника запуска этот разъем выполняет функцию входа внешнего пускового сигнала (имеется возможность установки полярности сигнала).

- **Режим Trig Out**

При режиме свип-генератора или генерации пачки для канала CH2 и использовании внутреннего источника запуска или режима ручного запуска этот разъем выполняет функцию выхода пускового сигнала с заданным фронтом.

8. Разъем входа внешнего сигнала (частотомер)

Функция этого разъема BNC с номинальным значением импеданса 50 Ом – это входа внешнего сигнала для измерения частотомером.

Подключение питания

Генераторы серии DG4000 питаются от сети переменного тока: от 100 до 240 В, от 45 до 440 Гц. Используйте для подключения генератора к сети кабель питания, поставляемый с прибором (см. рисунок 1-7). При подключении генератора к сети его питание включено, а включение/выключение прибора осуществляется кнопкой, расположенной в левом нижнем углу передней панели.

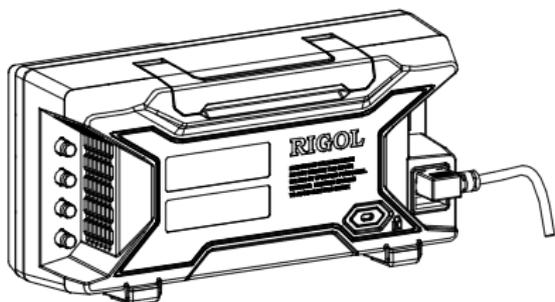


Рисунок 1-7 Подключение питания

ВНИМАНИЕ!



- При необходимости замены плавкого предохранителя, пожалуйста, верните прибор изготовителю или обратитесь в авторизованный сервисный центр **RIGOL**.
-

Экранный интерфейс

Экранный интерфейс генератора серии DG4000 отображает параметры и формы сигналов для двух каналов одновременно. На следующем рисунке показан экран генератора с выбранным для обоих каналов CH1 и CH2 синусоидальным сигналом. Отображаемая информация отличается в зависимости от режимов.

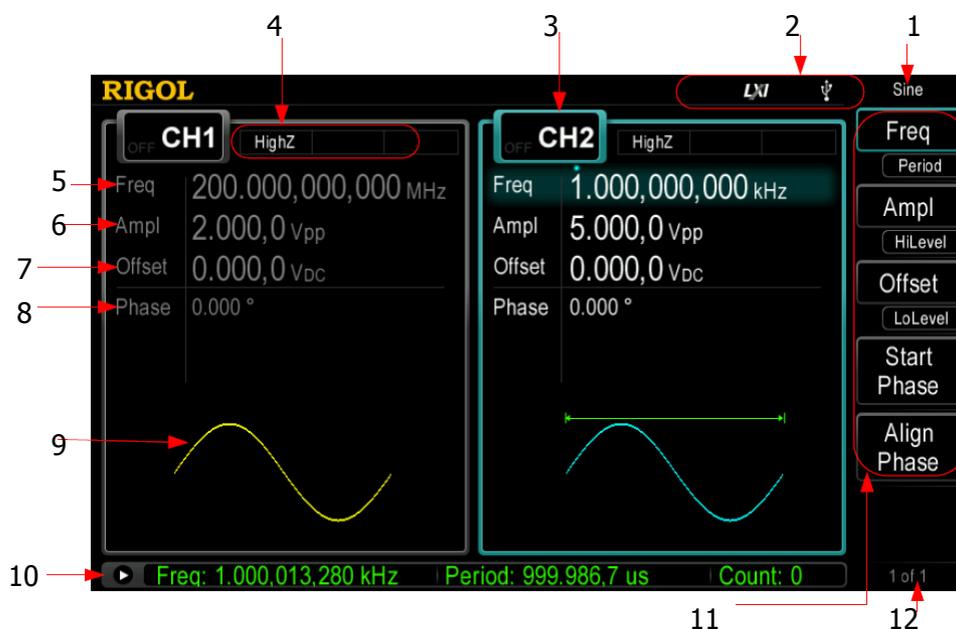


Рисунок 1-8 Экранный интерфейс

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| 1. Текущая функция | 7. Смещение |
| 2. Строка стояния | 8. Фаза |
| 3. Состояние канала | 9. Изображение формы сигнала |
| 4. Конфигурация канала | 10. Строка частотомера |
| 5. Частота | 11. Меню |
| 6. Амплитуда | 12. Номер страницы меню |

1. Текущая функция

Показывает наименование текущей выбранной функции. Например, **Sine** индицирует текущую выбранную функцию генерации синусоидального сигнала, а **ArbEdit** – текущую выбранную функцию редактирования сигнала произвольной формы.

2. Строка стояния

Следующие индикаторы могут отображаться согласно текущей конфигурации.



наличие этого индикатора указывает на успешное подключение генератора к локальной сети.



наличие этого индикатора указывает на дистанционное управление генератором.



наличие этого индикатора указывает на обнаружение подключенного USB-флеш накопителя.

3. Состояние канала

Показывает зону канала CH1 и канала CH2. Здесь указывается, выбран ли канал, а также включен ли он (**OFF** – канал выключен). Зона выбранного в текущий момент канала подсвечена.

Замечания:

Если канал выбран, это не означает, что он включен. При выборе канала, например, CH1 можно настроить его параметры, при этом будет включена подсветка кнопки выбора канала **CH1**. Для включения канала следует нажать кнопку **Output1** (будет включена ее подсветка), при этом на выходе канала будет присутствовать сигнал с установленными параметрами.

4. Конфигурация канала

Показывает текущую конфигурацию выхода для каждого канала, включая выходное сопротивление, режим и тип источника модулирующего сигнала и запуска.

● Выходное сопротивление

Высокий импеданс индицируется **HighZ**

Выходное сопротивление 50 Ом индицируется "**50Ω**"

● Режим

Режим модуляции индицируется **Mod**

Режим свип-генератора индицируется **Sweep**

Режим генерации пачки индицируется **Burst**

● Тип источника модулирующего сигнала и запуска

Внутренний источник модулирующего сигнала и запуска индицируется **Internal**

Внешний источник модулирующего сигнала и запуска индицируется **External**
Режим ручного запуска индицируется **Manual**

5. Частота

Показывает текущую частоту сигнала для каждого канала. Нажмите соответствующую пункту меню **Freq** кнопку и с помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора измените этот параметра. Параметр, подлежащий изменению в данный момент, будет подсвечен, а яркая точка над числовым значением указывает текущее местоположение курсора.

6. Амплитуда

Показывает текущую амплитуду сигнала для каждого канала. Нажмите соответствующую пункту меню **Ampl** кнопку и с помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора измените этот параметра. Параметр, подлежащий изменению в данный момент, будет подсвечен, а яркая точка над числовым значением указывает текущее местоположение курсора.

7. Смещение

Показывает текущее постоянное смещение сигнала для каждого канала. Нажмите соответствующую пункту меню **Offset** кнопку и с помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора измените этот параметра. Параметр, подлежащий изменению в данный момент, будет подсвечен, а яркая точка над числовым значением указывает текущее местоположение курсора.

8. Фаза

Показывает текущую фазу сигнала для каждого канала. Нажмите соответствующую пункту меню **Start Phase** кнопку и с помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора измените этот параметра. Параметр, подлежащий изменению в данный момент, будет подсвечен, а яркая точка над числовым значением указывает текущее местоположение курсора.

9. Изображение формы сигнала

Показывает графически выбранную в данный момент форму сигнала для каждого канала.

10. Строка частотомера

Отображается только, когда частотомер включен. Имеет два режима отображения текущего результата измерения частотомера: детальный и краткий.

- Краткий режим: отображает только частоту, период и число событий.
- Детальный режим: отображает настройки частотомера, пять результатов измерений (частота, период, коэффициент заполнения, длительность импульса, длительность паузы между импульсами) и число событий.

11. Меню

Отображает меню, соответствующее выбранной в данный момент функции. Например, на предыдущем рисунке показано меню синусоидального сигнала (**Sine**).

12. Номер страницы меню

Отображается общее число страниц и номер текущей страницы меню, например, "1 of 1" или "1 of 2" ("1 из 1" или "1 из 2").

Методика ввода значений параметров

Значения параметров можно устанавливать с помощью цифровой клавиатуры, поворотного регулятора или непосредственно с помощью кнопки установки конкретного параметра.

Цифровая клавиатура



Цифровая клавиатура содержит:

- **Цифровые кнопки**

Цифровые кнопки от 0 до 9 используются для непосредственного ввода нужного значения параметра.

- **Кнопка десятичной точки**

Нажатие этой кнопки позволяет ввести десятичную точку "." На месте текущей позиции курсора.

- **Кнопка +/-**

Кнопка "+/-" используется для изменения знака значения параметра. Помните, что эта кнопка используется также для переключения прописных и строчных букв при редактировании имени файла.

- **Кнопка Enter**

Нажатие этой кнопки завершает ввод значения параметра, при этом добавляется единица величины по умолчанию.

- **Кнопка Cancel**

(1) При вводе значения параметра нажатие этой кнопки очищает зону активной функции и завершает ввод.

(2) Выключает отображение зоны активной функции.

- **Кнопка Del**

(1) При вводе значения параметра нажатие этой кнопки удаляет символ слева от курсора.

(2) При редактировании имени файла нажатие этой кнопки удаляет введенный символ.

Кнопки направления и поворотный регулятор



Функции кнопок направления:

1. При вводе значения параметра с помощью этих кнопок можно перемещать курсор к редактируемой цифре.
2. При редактировании имени файла с помощью этих кнопок можно перемещать курсор.



Функции поворотного регулятора:

- При редактировании значения параметра поворот этого регулятора увеличивает (по часовой стрелке) или снижает (против часовой стрелки) значение параметра с определенным шагом.
- При редактировании имени файла с помощью этого регулятора можно выбирать символы на экранной клавиатуре.
- После нажатия кнопок **Arb** → **Select: Wform** → **BuiltIn** или **Utility** → **UserKey** с помощью этого регулятора можно выбрать один из сигналов произвольной формы.
- При сохранении или вызове с помощью этого регулятора можно выбрать место для сохранения файла или выбрать файл для загрузки.

Использование встроенной системы помощи

Для получения контекстной информационной помощи о любой кнопке передней панели или кнопке меню нажмите кнопку **Help** (должна включиться ее подсветка), а затем нажмите интересующую кнопку.

Двукратное нажатие кнопки **Help** позволяет получить следующую информационную помощь:

1. повторное отображение последнего сообщения;
2. отображение очереди ошибок дистанционного управления;
3. использование контекстной информационной помощи;
4. получение сигнала основных форм;
5. получение сигнала произвольной формы;
6. получение модулированного сигнала;
7. получение сигнала свип-генератора;
8. получение сигнала пачки;
9. использование функции сохранения;
10. синхронизация нескольких генераторов;
11. адрес технической поддержки **RIGOL**.

Использование антивандального замка

При необходимости для защиты от несанкционированного перемещения генератора можно использовать специальный замок. Совместите замок с отверстием на генераторе (см. рисунок ниже), вставьте замок. Поверните ключ по часовой стрелке и затем извлеките его.



Отверстие для
замка

Рисунок 1-9 Использование антивандального замка

Использование корзины для монтажа в приборную стойку

Этот генератора может быть установлен в стандартную приборную стойку 19 дюймов.

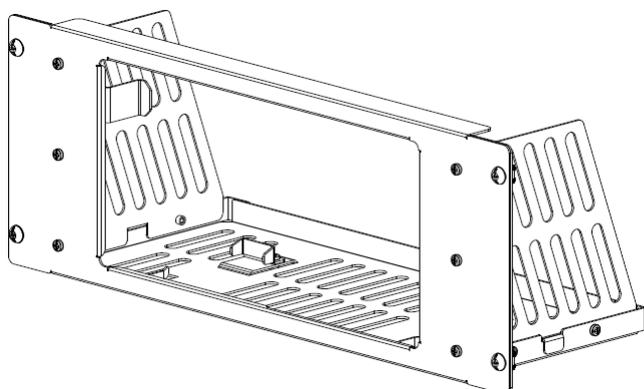


Рисунок 1-10 Корзина для монтажа в приборную стойку

Перечень набора для монтажа в приборную стойку

Перечень набора для монтажа в приборную стойку (см. рисунок 1-10) для генератора серии DG4000 приведен в следующей таблице. Позиции, указанные в таблице соответствуют рисунку 1-11 и рисунку 1-12.

Таблица 1-1 Перечень набора для монтажа в приборную стойку

Поз.	Наименование	Кол-во	Код изготовителя	Описание
1-1	Передняя панель	1	RM-DG4-01	
1-2	Нижняя панель	1	RM-DG4-02	
1-3	Левая панель	1	RM-DG4-03	
1-4	Правая панель	1	RM-DG4-04	
1-5	Упор ножки	2	RM-DG4-05	
1-6	Монтажная скоба	2	RM-DG4-06	
2-1	Винт М4	18	RM-SCREW-01	М4 х 6 винт с крестообразным шлицем
2-2	Винт М6	4	RM-SCREW-02	М6 х 20 винт с крестообразным шлицем
2-3	Гайка М6	4	RM-SCREW-03	М6 х 4 квадратная гайка с замыкающей пластиной

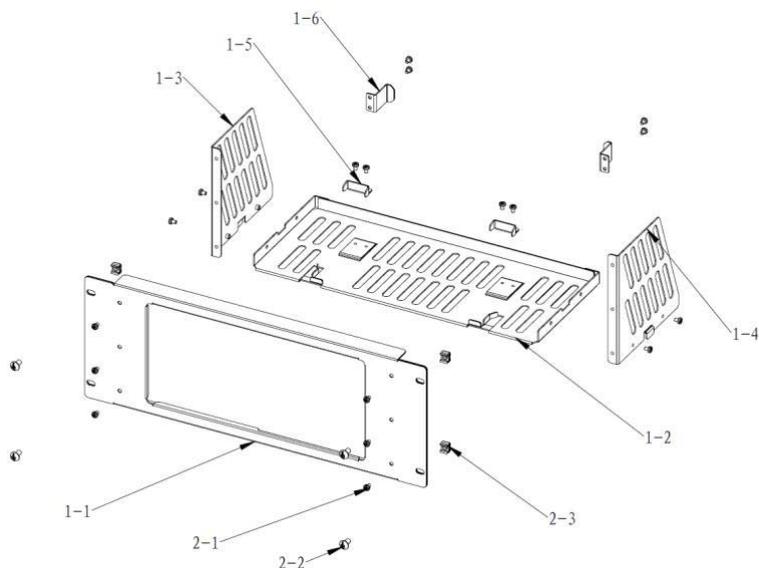


Рисунок 1-11 Набор для монтажа в приборную стойку

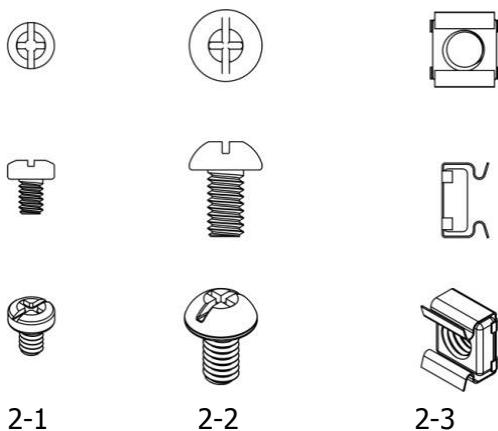


Рисунок 1-12 Крепеж

Необходимый монтажный инструмент

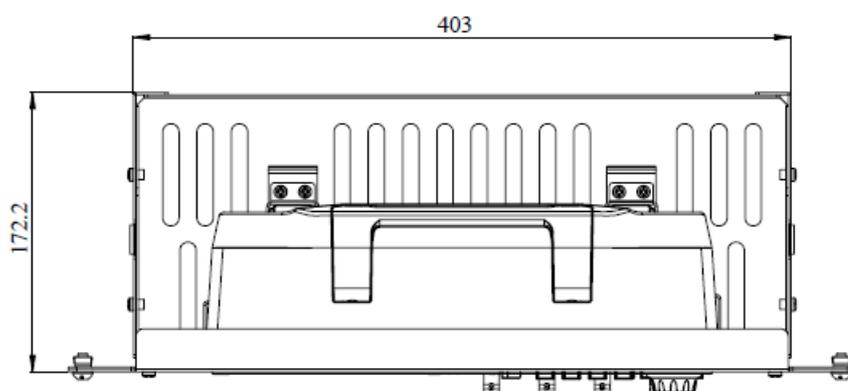
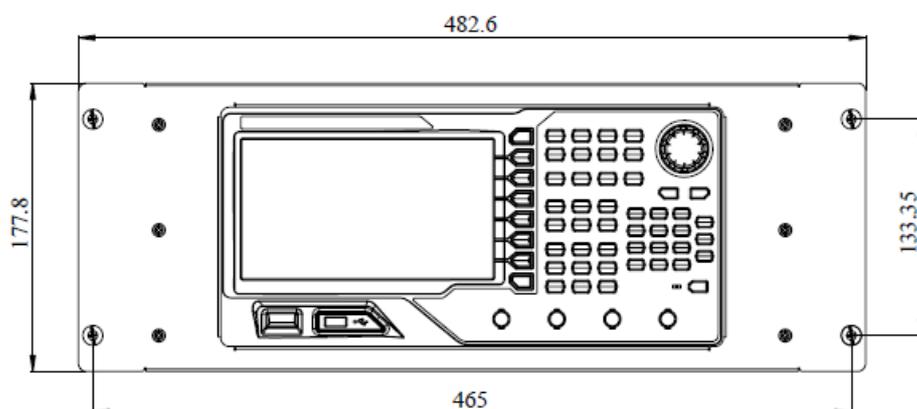
Отвертка крестообразная PH2 Phillips (рекомендуется).

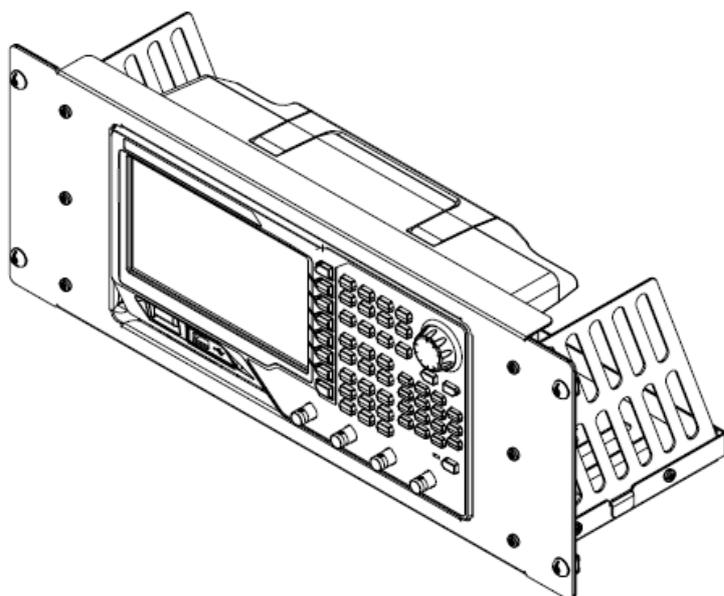
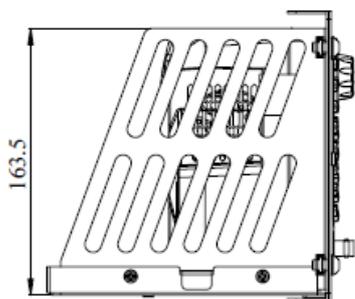
Пространство в приборной стойке

Требования к приборной стойке для монтажа генератора.

- Приборная стойка должна иметь стандарт 19 дюймов.
- Высота секции должна быть 4U (177.8 мм).
- Глубина стойки должна быть не меньше 180 мм.

Габариты генератора с корзиной показаны на следующих рисунках.

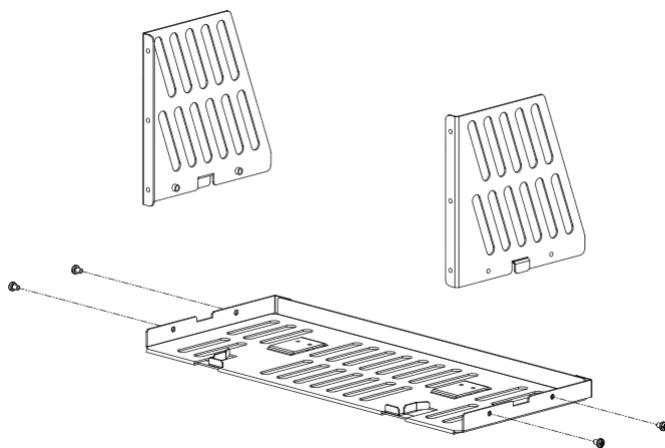




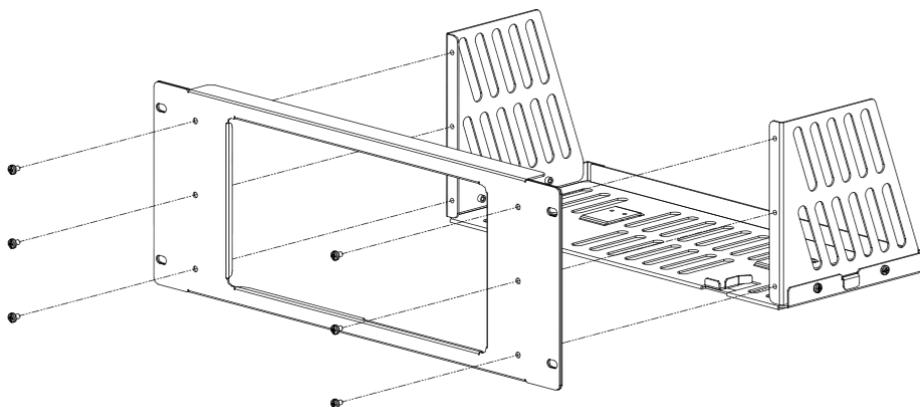
Процедура монтажа

Только квалифицированный специалист может произвести монтаж. Некачественный монтаж может повредить прибор или генератор может быть неправильно установлен в стойке.

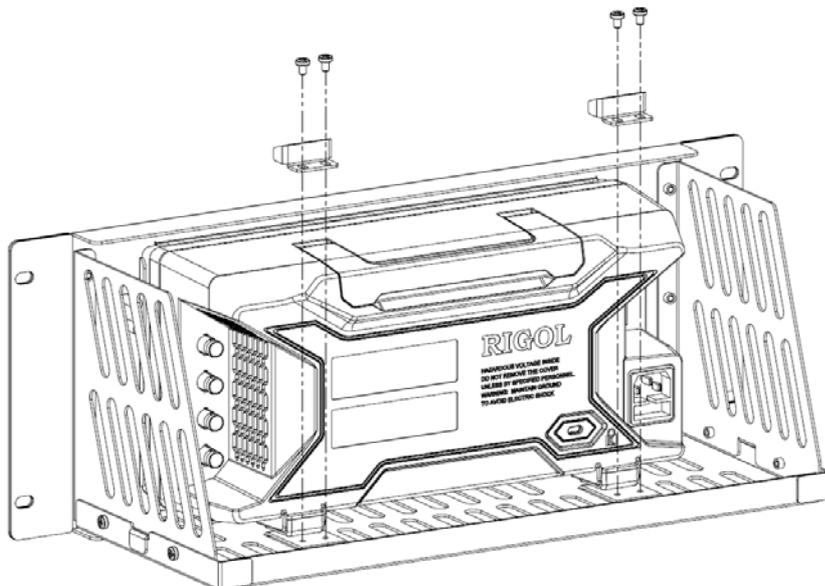
1. Установите правую и левую панель: совместите крепежные выступы правой и левой пластин с пазами нижней панели и вставьте боковые панели в нижнюю, затем зафиксируйте их четырьмя винтами M4.



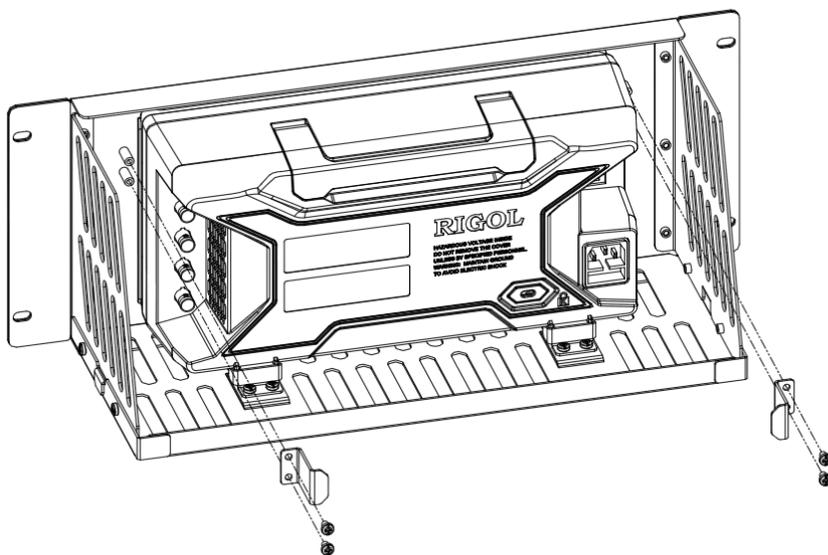
2. Установите переднюю панель корзины: установите переднюю панель на корзину и зафиксируйте их шестью винтами M4.



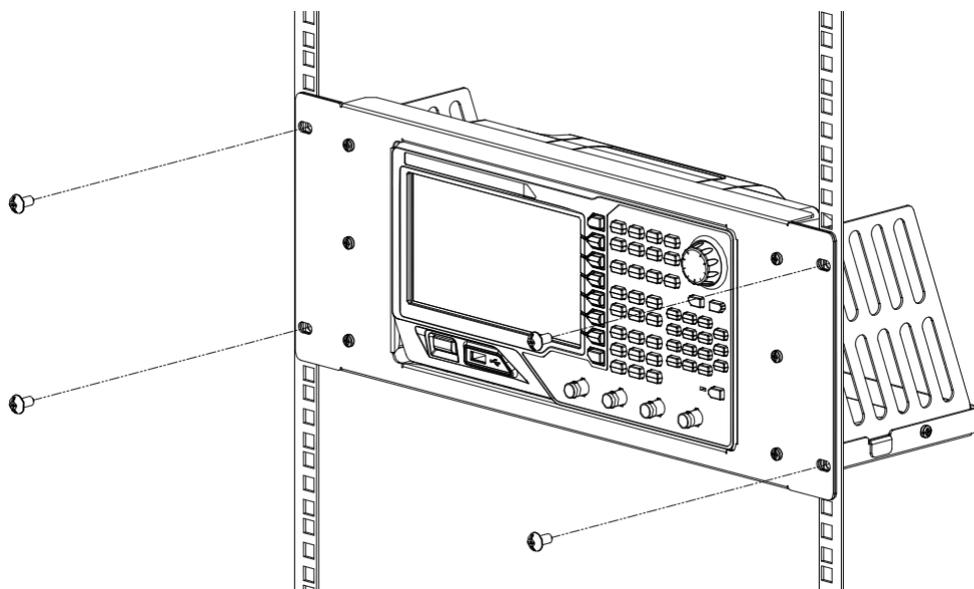
3. Установите генератор в корзину: установите генератор в корзину и зафиксируйте его с помощью двух упоров ножек и четырех винтов M4.



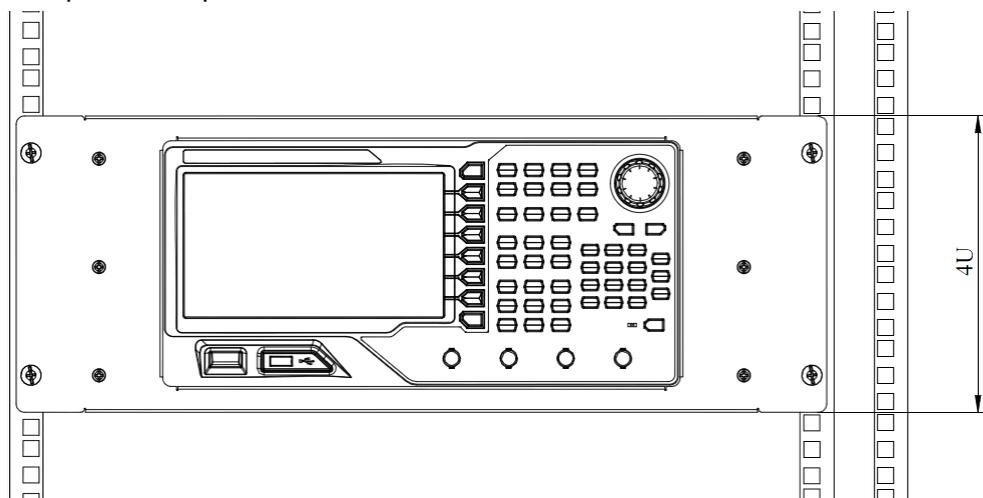
4. Фиксация верхней части генератора: зафиксируйте верх генератора с помощью двух монтажных скоб и четырех винтов M4.



5. Установите корзину с генератором в 19-ти дюймовую приборную стойку и зафиксируйте ее с помощью четырех винтов М6 и четырех квадратных гаек М6.



6. Замечания: корзина имеет типоразмер по высоте 4U. Указанные стрелками отверстия являются установочными. Убедитесь, что они были правильно выровнены при монтаже.



Глава 2 Получение основных форм сигнала

Генератор серии DG4000 позволяет получать основные формы сигнала (включая синусоидальную, прямоугольную, пилообразную, импульсную и шум) в любом из каналов отдельно или в двух каналах одновременно. По умолчанию при включении генератора в обоих каналах имеется сигнал синуса с частотой 1 кГц и размахом 5 В. Эта глава знакомит с настройкой прибора для получения различных основных форм сигнала.

Темы этой главы:

- выбор выходного канала;
- выбор основных форм сигнала;
- настройка частоты;
- настройка амплитуды;
- настройка постоянного напряжения смещения;
- настройка начальной фазы;
- выравнивание фаз;
- настройка коэффициента заполнения;
- настройка симметрии;
- настройка параметров импульсной формы сигнала;
- получение выходного сигнала;
- пример получения основных форм сигнала.

Выбор выходного канала

Генератор серии DG4000 позволяет выполнять настройки для основных форм сигнала как для одного канала, так и для двухканального режима. Перед настройкой параметров сигнала следует выбрать нужный канал. По умолчанию при включении генератора выбран канал CH1.

Нажмите кнопку **CH1** или **CH2** на передней панели для подсветки соответствующей зоны экранного интерфейса. После чего можно выполнять настройку параметров формы сигнала выбранного канала.

Замечание: Одновременный выбор двух каналов CH1 и CH2 невозможен. Выполнение настройки для каждого канала выполняется отдельно.

Выбор основных форм сигнала

Генератор серии DG4000 позволяет производить 5 видов основных форм сигнала, включая синусоидальную, прямоугольную, пилообразную, импульсную и шум. По умолчанию при включении генератора выбрана синусоидальная форма сигнала.

1. Синусоидальный сигнал

Нажмите кнопку **Sine** на передней панели для выбора синусоидальной формы сигнала, на что указывает включение подсветки данной кнопки. При этом в правой части экранного интерфейса будет отображено меню настроек синусоидальной формы сигнала с заголовком **Sine**.

2. Прямоугольный сигнал

Нажмите кнопку **Square** на передней панели для выбора прямоугольной формы сигнала, на что указывает включение подсветки данной кнопки. При этом в правой части экранного интерфейса будет отображено меню настроек прямоугольной формы сигнала с заголовком **Square**.

3. Пилообразный сигнал

Нажмите кнопку **Ramp** на передней панели для выбора пилообразной формы сигнала, на что указывает включение подсветки данной кнопки. При этом в правой части экранного интерфейса будет отображено меню настроек пилообразной формы сигнала с заголовком **Ramp**.

4. Импульсный сигнал

Нажмите кнопку **Pulse** на передней панели для выбора импульсной формы сигнала, на что указывает включение подсветки данной кнопки. При этом в правой части экранного интерфейса будет отображено меню настроек импульсной формы сигнала с заголовком **Pulse**.

5. Шум

Нажмите кнопку **Noise** на передней панели для выбора шума, как формы сигнала, на что указывает включение подсветки данной кнопки. При этом в правой части экранного интерфейса будет отображено меню настроек шумовой формы сигнала с заголовком **Noise**.

Настройка частоты

Частота – это один из наиболее важных параметров для основных форм сигнала. Диапазон установки частоты различен для разных моделей генератора и разных форм сигнала (см. раздел “**Частотные характеристики**” в “**Глава 13 Характеристики**”). Настройка по умолчанию для частоты – 1 кГц.

Частота, показываемая на экране, является значением по умолчанию или ее ранее установленным значением. Если при изменении прочих настроек текущее значение частоты будет им удовлетворять, то оно будет оставлено без изменения. В противном случае генератор отобразит на экране предупреждающее сообщение и автоматически установит значение верхнего предела допустимого диапазона для измененных настроек.

Нажмите кнопку **Freq/Period** для подсветки **Freq**. Затем с помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора введите значение частоты. Выберите нужную единицу величины в открывшемся меню.

- Метод ввода значения описан в разделе “**Методика ввода значений параметров**”.
- Возможен выбор следующих единиц величины для частоты: МГц (**MHz**), кГц (**kHz**), Гц (**Hz**), мГц (**mHz**) и мкГц (**µHz**).
- При повторном нажатии этой кнопки происходит переключение к режиму ввода значения периода, при этом параметр **Period** будет подсвечен.
- Возможен выбор следующих единиц величины для периода: с (**sec**), мс (**msec**), мкс (**µsec**) и нс (**nsec**).

Настройка амплитуды

Диапазон установки зависит от установки выходного сопротивления канала и установки частота/период (см. раздел “**Характеристики сигналов**” в “**Глава 13 Характеристики**”). Настройка по умолчанию: $5 V_{\text{размах}}$.

Амплитуда, показываемая на экране, является значением по умолчанию или ее ранее установленным значением. Если при изменении прочих настроек (например, частоты) текущее значение амплитуды будет им удовлетворять, то оно будет оставлено без изменения. В противном случае генератор отобразит на экране предупреждающее сообщение и автоматически установит значение верхнего предела допустимого диапазона для измененных настроек.

Вместо установки амплитуды можно использовать установку двух параметров: верхнего уровня и нижнего уровня для сигнала.

Нажмите кнопку **Ampl/HiLevel** для подсветки **Ampl** и с помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора введите значение амплитуды. Затем выберите нужную единицу величины в открывшемся меню.

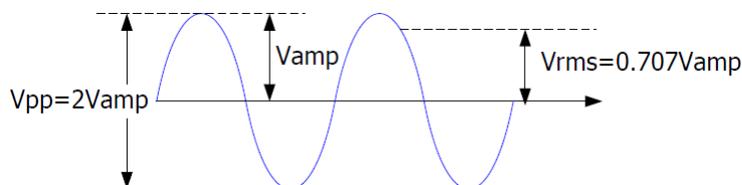
- Метод ввода значения описан в разделе “**Методика ввода значений параметров**”.
- Возможен выбор следующих единиц величины для амплитуды: $V_{\text{размах}}$ (**V_{pp}**), $mV_{\text{размах}}$ (**mV_{pp}**), $V_{\text{СКЗ}}$ (**V_{rms}**), $mV_{\text{СКЗ}}$ (**mV_{rms}**) и дБм (**dBm**) (кроме **HighZ**).
- При повторном нажатии этой кнопки происходит переключение к режиму ввода значения для верхнего уровня, при этом параметр **HiLevel** будет подсвечен.
- Возможен выбор следующих единиц величины для верхнего уровня: В (**V**) и мВ (**mV**).

Совет

Переключение единиц величины

V_{pp} – это единица, указывающая на размах сигнала, а **V_{rms}** – это единица, указывающая на его среднеквадратическое значение. По умолчанию прибор использует единицу **V_{pp}**. Нужную единицу легко выбрать нажатием кнопки на передней панели прибора.

Соотношение между V_{pp} и V_{rms} различно для разной формы сигнала. Например, соотношение между ними для синуса показано на следующем рисунке.



Для сигнала на рисунке выше соотношение между V_{pp} и V_{rms} описывается следующей формулой.

$$U_{\text{размах}} = 2\sqrt{2}U_{\text{СКЗ}}$$

Например, чтобы перевести отображаемые $2 V_{\text{размах}}$ в единицы $V_{\text{СКЗ}}$, нажмите кнопку  на цифровой клавиатуре и выберите в меню V_{rms} . Для синуса показание будет $707.2 \text{ мВ}_{\text{СКЗ}}$.

Настройка постоянного напряжения смещения

Диапазон установки постоянного напряжения смещения зависит от установки выходного сопротивления канала и установки амплитуды (верхнего и нижнего уровня) (см. раздел “**Характеристики сигналов**” в “**Глава 13 Характеристики**”). Настройка по умолчанию: 0 В.

Напряжение постоянного смещения, показываемое на экране, является значением по умолчанию или ранее установленным значением. Если при изменении прочих настроек (например, выходного сопротивления) текущее значение напряжения постоянного смещения будет им удовлетворять, то оно будет оставлено без изменения. В противном случае генератор отобразит на экране предупреждающее сообщение и автоматически установит значение верхнего предела допустимого диапазона для измененных настроек.

Нажмите кнопку **Offset/LoLevel** для подсветки **Offset** и с помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора введите значение постоянного напряжения смещения. Затем выберите нужную единицу величины в открывшемся меню.

- Метод ввода значения описан в разделе “**Методика ввода значений параметров**”.
- Возможен выбор следующих единиц величины для постоянного смещения: В (**V_{DC}**) или мВ (**mV_{DC}**).
- При повторном нажатии этой кнопки происходит переключение к режиму ввода значения для нижнего уровня, при этом параметр **LoLevel** будет подсвечен.
- Возможен выбор следующих единиц величины для нижнего уровня: В (**V**) и мВ (**mV**).

Настройка начальной фазы

Диапазон установки начальной фазы от 0 до 360°, настройка по умолчанию: 0°.

Начальная фаза, показываемая на экране, является значением по умолчанию или ранее установленным значением. Если при изменении прочих настроек оно будет оставлено без изменения.

Нажмите кнопку **Start Phase** для подсветки **Start Phase** и с помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора введите значение начальной фазы. Затем выберите единицу величины "°" в открывшемся меню. Метод ввода значения описан в разделе "**Методика ввода значений параметров**".

Выравнивание фазы

Генератор серии DG4000 позволяет выравнивать фазы сигналов для двух своих каналов. Нажатие кнопки **Align Phase** синхронизирует оба канала для получения на выходах сигналов с заданной частотой и начальной фазой.

Для двух сигналов, имеющих близкие или кратные значения частоты, эта функция позволяет выровнять их фазы. Например, пусть выходной сигнал канала CH1 имеет форму синуса (1 кГц , $5 V_{\text{размах}}$, 0°), а выходной сигнал другого канала CH2 имеет также форму синуса (1 кГц , $5 V_{\text{размах}}$, 180°). С помощью осциллографа получите изображение этих двух сигналов. Как правило, можно видеть, что разность фаз между сигналами отличается от 180° . Нажмите кнопку **Align Phase** на генераторе и сдвиг фаз отображаемых осциллографом сигналов станет 180° без регулировки начальной фазы с помощью генератора.

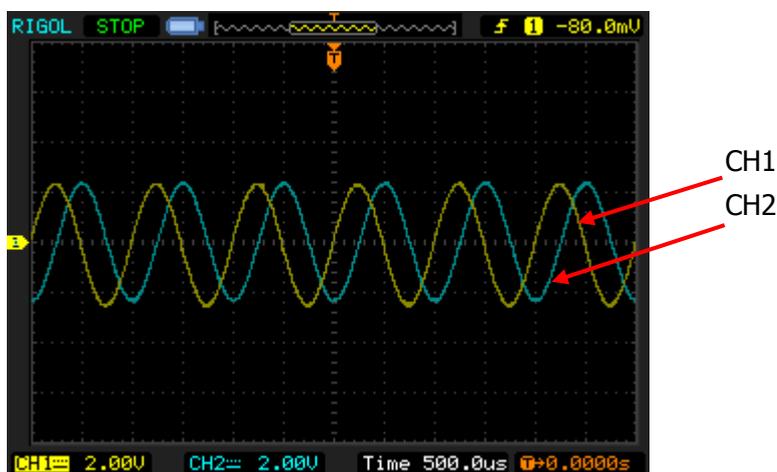


Рисунок 2-1 До выравнивания фазы

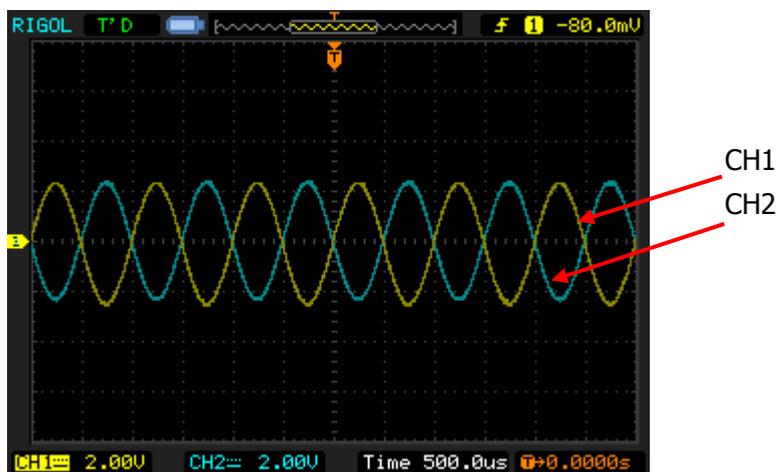
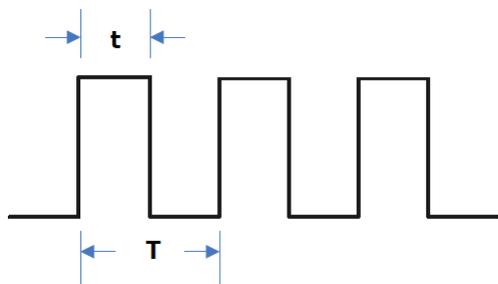


Рисунок 2-2 После выравнивания фазы

Замечание: кнопка **Align Phase** недоступна и выделена серым цветом, если для любого из каналов включен режим модуляции.

Настройка коэффициента заполнения

Коэффициент заполнения выражает в процентах отношение длительности импульса к периоду сигнала см. следующий рисунок. Этот параметр доступен только после выбора прямоугольной формы сигнала.



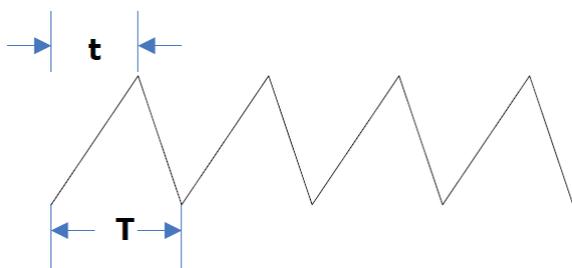
Коэффициент заполнения = $t/T * 100$ %

Диапазон установки для коэффициента заполнения зависит от установки частоты/периода (см. раздел “**Характеристики сигналов**” в “**Глава 13 Характеристики**”). Настройка по умолчанию: 50 %.

Нажмите кнопку **Duty Cycle** для подсветки **Duty Cycle**, и с помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора введите значение коэффициента заполнения. Затем выберите единицу величины “%” в открывшемся меню. Метод ввода значения описан в разделе “**Методика ввода значений параметров**”.

Настройка симметрии

Симметрия выражает в процентах отношение длительности фронта к периоду сигнала (см. следующий рисунок). Этот параметр доступен только после выбора пилообразной формы сигнала.



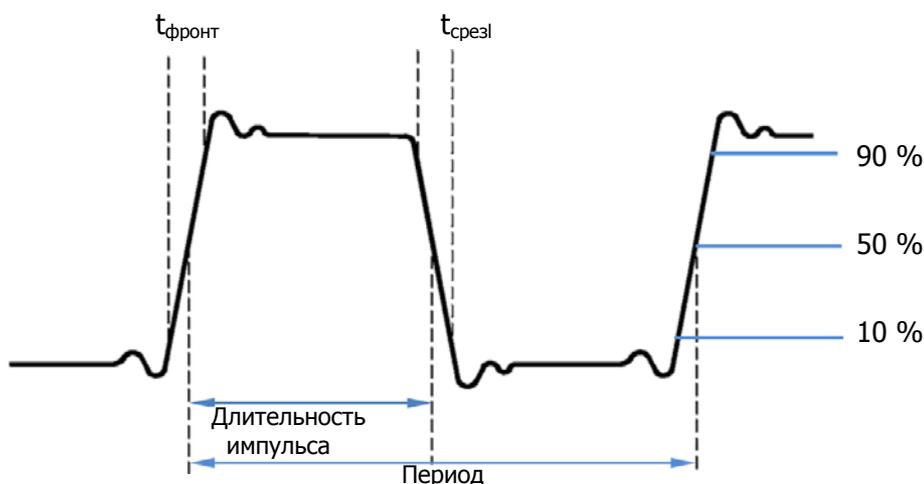
$$\text{Симметрия} = t/T * 100 \%$$

Диапазон установки симметрии от 0 до 100 %, а настройка по умолчанию: 50 %.

Нажмите кнопку **Symmetry** для подсветки **Symmetry**, и с помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора введите значение симметрии. Затем выберите единицу величины “%” в открывшемся меню. Метод ввода значения описан в разделе “**Методика ввода значений параметров**”.

Настройка параметров импульсной формы сигнала

Для получения импульсного сигнала помимо основных параметров (частота, амплитуда, постоянное смещение, начальная фаза, верхнего уровня, нижнего уровня и функция выравнивания фаз) необходимо дополнительно установить длительность импульса/коэффициент заполнения (**Pulse Width/Duty Cycle**), длительность фронта (**Leading edge**), длительность среза (**Trailing edge**), время задержки (**Delay**) и использовать функцию устранения задержки (**Recover Delay**).



Длительность импульса / коэффициент заполнения

Длительность импульса определяется как время с момента достижения сигналом 50 % амплитуды на фронте до момента достижения 50 % амплитуды на последующем срезе, как показано на рисунке выше.

Установка длительности импульса возможна от значения минимальной длительности импульса почти до значения максимального периода для импульсного сигнала (см. раздел **“Характеристики сигналов”** в **“Глава 13 Характеристики”**). Настройка по умолчанию: 500 мкс.

- Длительность импульса \geq минимальной длительности импульса

- Длительность импульса \leq Период – (Минимальной длительности импульса) $\times 2$

Коэффициент заполнения выражает в процентах отношение длительности импульса к периоду сигнала.

Коэффициент заполнения и длительность импульса – взаимозависимые параметры, при изменении любого из них второй будет изменен автоматически. Также как и для длительности импульса, диапазон установки значения коэффициента заполнения зависит от значения минимальной длительности импульса почти и значения максимального периода для импульсного сигнала (см. раздел “**Характеристики сигналов**” в “**Глава 13 Характеристики**”).

- Коэффициент заполнения $\geq 100 \times (\text{Минимальной длительности импульса}) / (\text{Период сигнала})$.
- Коэффициент заполнения $\leq 100 \times (1 - 2 \times (\text{Минимальной длительности импульса}) / (\text{Период сигнала}))$

Нажмите кнопку **Width/Duty** для подсветки **Width**, и с помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора введите значение нужное значение. Затем выберите нужную единицу величины в открывшемся меню.

- Метод ввода значения описан в разделе “**Методика ввода значений параметров**”.
- Возможен выбор следующих единиц величины для длительности импульса: с (**sec**), мс (**msec**), мкс (**µsec**) и нс (**nsec**).
- При повторном нажатии этой кнопки происходит переключение к режиму ввода значения для коэффициента заполнения. При этом автоматически будет установлено значение для него – 20 %.

Длительность фронта/среза

Длительность фронта определяется как время нарастания сигнала от 10 до 90 % амплитуды импульса. А длительность среза – это время среза сигнала от 90 до 10 % амплитуды импульса, как показано на рисунке выше.

Диапазон установки длительности фронта/среза ограничивается текущей установкой длительности импульса в соответствии с приведенной ниже формулой. Генератор серии DG4000 будет автоматически регулировать длительность фронта/среза, если она превысит допустимое значение.

$$\text{Длительность фронта/среза} \leq 0.625 \times (\text{Длительность импульса})$$

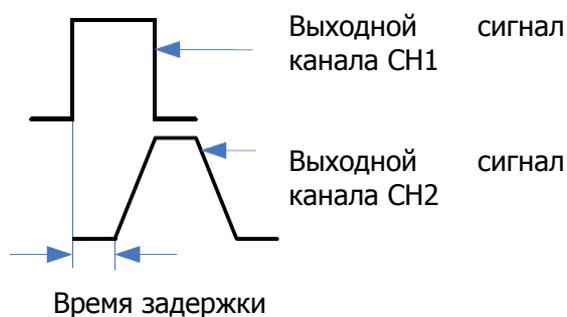
Нажмите кнопку **Leading** (или **Trailing**) для подсветки **Leading** (или **Trailing**). С помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение и выберите нужную единицу величины в открывшемся меню.

- Метод ввода значения описан в разделе "**Методика ввода значений параметров**".
- Возможен выбор следующих единиц величины для длительности фронта/среза: с (**sec**), мс (**msec**), мкс (**µsec**) и нс (**nsec**).
- Длительность фронта и длительность среза – это два независимых, раздельно устанавливаемых параметра.

Время задержки

Время задержки определяет задержку выходного сигнала одного канала относительно другого.

Диапазон установки времени задержки от 0 с до периода импульсного сигнала, а настройка по умолчанию: 0 с.



Нажмите кнопку **Delay** для подсветки **Delay**. С помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение времени задержки и выберите нужную единицу величины в открывшемся меню.

- Метод ввода значения описан в разделе "**Методика ввода значений параметров**".

- Возможен выбор следующих единиц величины для времени задержки: с (sec), мс (msec), мкс (µsec) и нс (nsec).

Устранение задержки между каналами

Нажмите кнопку **Pulse**, затем с помощью кнопки  откройте вторую страницу меню (2/2) и нажмите кнопку **Restore**. Генератор устранит задержку между своими двумя каналами. Например, пусть на выходе обоих каналов CH1 и CH2 имеется импульсный сигнал с одинаковыми параметрами. С помощью осциллографа постарайтесь получить устойчивое изображение формы сигналов обоих каналов. У сигналов на осциллограмме будет видно некоторую задержку. Затем нажмите кнопку **Restore** на генераторе, и на осциллограмме будет видно, что задержка между каналами устранена.

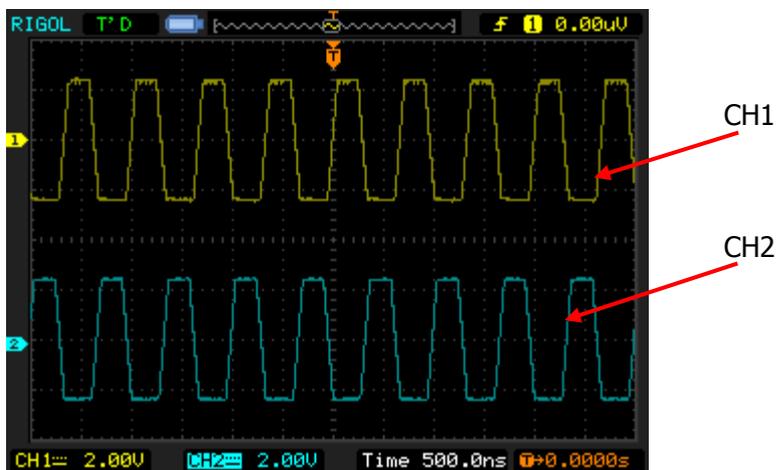


Рисунок 2-3 До устранения задержки между каналами генератора

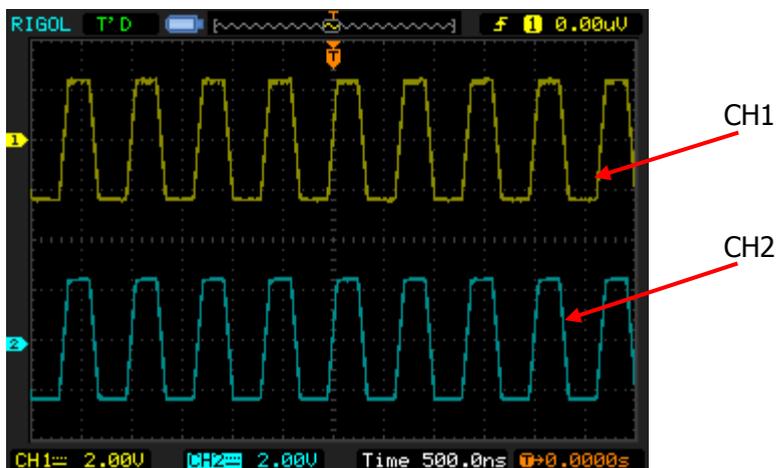


Рисунок 2-4 После устранения задержки между каналами генератора

Замечание: кнопка **Restore** недоступна и выделена серым цветом, если для любого из каналов включен режим модуляции.

Получение выходного сигнала

После выполнения настройки формы сигнала следует включать выход канала.

Замечание: перед получением выходного сигнала можно также настроить параметры, относящиеся к выходу канала (например, выходное сопротивление или полярность) через пункт **CH1/CH2Set** в меню, вызываемом кнопкой **Utility** (см. раздел “**Настройки канала**”). Нажмите кнопку **Output1** (или/и **Output2**) на передней панели, должна включиться ее подсветка. Выходной сигнал генератора с заданными параметрами можно получить через разъем **[Output1]** (или/и **[Output2]**) на передней панели.

Пример получения основных форм сигнала

В примере показан порядок настройки генератора для получения импульсного сигнала с частотой 1.5 МГц, размахом сигнала 500 мВ, постоянным смещением 5 мВ, длительностью импульса 200 нс, длительностью фронта 75 нс, длительностью среза 100 нс и временем задержки 5 нс.

1. Нажмите кнопку **CH1** на передней панели, будет включена ее подсветка, указывающая, что выбран канал CH1.
2. Нажмите кнопку **Pulse** на передней панели, будет включена ее подсветка, указывающая, что выбрана импульсная форма сигнала.
3. С помощью кнопки **Freq/Period** добейтесь подсветки **Freq**. Яркая точка над цифрой указывает на текущее положение курсора (см. следующий рисунок). С помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора введите значение частоты 1.5 и выберите единицу **MHz** в открывшемся меню.

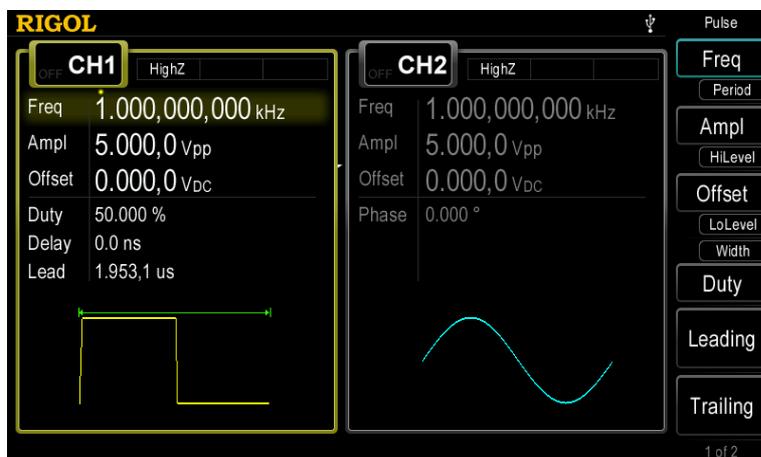


Рисунок 2-5 Настройка параметров формы сигнала

4. С помощью кнопки **Ampl/HiLevel** добейтесь подсветки **Ampl**. Яркая точка над цифрой указывает на текущее положение курсора. С помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора введите значение амплитуды 500 и выберите единицу **mVpp** в открывшемся меню.

5. С помощью кнопки **Offset/LoLevel** добейтесь подсветки **Offset**. Яркая точка над цифрой указывает на текущее положение курсора. С помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора введите значение для постоянного смещения 5 и выберите единицу **mV_{DC}** в открывшемся меню.
6. С помощью кнопки **Width/Duty** добейтесь подсветки **Width**. Яркая точка над цифрой указывает на текущее положение курсора. С помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора введите 200 и выберите единицу **nsec** в открывшемся меню. Параметр коэффициента заполнения соответственно изменится.
7. Нажмите кнопку **Leading** для подсветки **Leading**. Яркая точка над цифрой указывает на текущее положение курсора. С помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора введите 75 и выберите единицу **nsec** в открывшемся меню.
8. Нажмите кнопку **Trailing** для подсветки **Trailing**. Яркая точка над цифрой указывает на текущее положение курсора. С помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора введите 100 и выберите единицу **nsec** в открывшемся меню.
9. Нажмите кнопку **Delay** для подсветки **Delay**. Яркая точка над цифрой указывает на текущее положение курсора. С помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора введите "5" и выберите единицу **nsec** в открывшемся меню.
10. Нажмите кнопку **Output1** на передней панели для включения выход канала CH1. При этом на выходе канала CH1 появится сигнал выбранной формы с заданными параметрами. Подключите к разъему выхода канала CH1 осциллограф и получите осциллограмму, подобную изображенной на следующем рисунке.

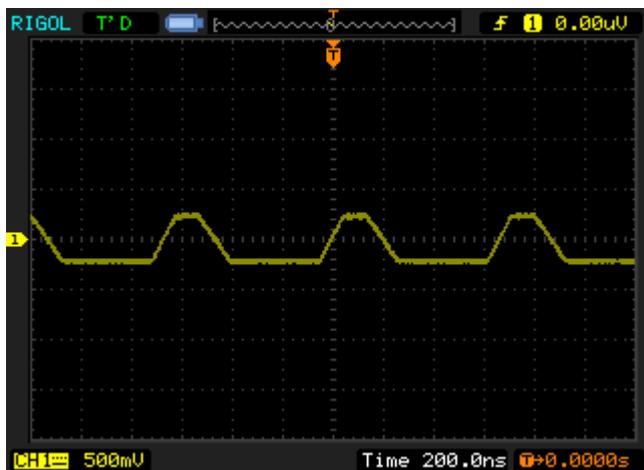


Рисунок 2-6 Осциллограмма импульсного сигнала с выхода генератора

Глава 3 Получение сигнала произвольной формы

Генератор серии DG4000 позволяет использовать около 150 видов встроенных сигналов произвольной формы, хранящихся в энергонезависимой памяти, а также сохранять созданные пользователем сигналы произвольной формы в 10 ячейках энергонезависимой памяти и еще один хранить во временном буфере оперативной памяти. Можно также сохранять пользовательские сигналы произвольной формы во внешнюю память (USB-флеш накопитель). Пользовательский сигнал произвольной формы может содержать от 1 (постоянное напряжение) до 16'384 (16 тыс.) точек данных. Генератор серии DG4000 обеспечивает получение сигнала произвольной формы, как в одном выходном канале, так и в двух каналах одновременно. Эта глава знакомит с настройкой генератора для получения выходного сигнала произвольной формы.

Темы этой главы:

- включение режима сигнала произвольной формы;
- режим пошагового вывода;
- выбор сигнала произвольной формы;
- создание нового сигнала произвольной формы;
- редактирование сигнала произвольной формы.

Включение режима сигнала произвольной формы

Нажмите кнопку **Arb** для включения режима сигнала произвольной формы и вызова на экран меню его управления.

1. **Freq/Period:** установка частоты/периода для выходного сигнала произвольной формы.
2. **Ampl/HiLevel:** установка амплитуды/верхнего уровня для выходного сигнала произвольной формы.
3. **Offset/LoLevel:** установка постоянного смещения/нижнего уровня для выходного сигнала произвольной формы.
4. **Phase:** установка начальной фазы для выходного сигнала произвольной формы.
5. **Align Phase:** см. раздел “**Выравнивание фазы**”.
6. **Step-By-Step:** включение режима пошагового вывода для сигнала произвольной формы.
7. **Select Wform:** выбор хранящихся во внутренней или внешней памяти сигналов произвольной формы.
8. **Create New:** создание нового сигнала произвольной формы до 16 тыс. точек.
9. **Edit Wform:** редактирование сохраненного сигнала произвольной формы.

Настройка параметров сигнала и выхода описана в разделе “**Глава 2 Получение основных форм сигнала**”. В этой главе внимание сконцентрировано на режиме пошагового вывода (**Step-By-Step**), выборе хранящихся во внутренней или внешней памяти сигналов произвольной формы

(**Select Wform**), создании нового сигнала произвольной формы (**Create New**) и редактировании сохраненного сигнала произвольной формы (**Edit Wform**).

Совет

Быстро изменить настройки сигнала произвольной формы (частота/период, амплитуда/верхний уровень, постоянное смещение/нижний уровень, начальная фаза, выравнивание фазы) можно нажав кнопку **User** на передней панели прибора. При этом форма выходного сигнала соответствует ранее заданной нажатием кнопок **Utility** → **UserKey** (см. раздел “**Настраиваемая кнопка формы сигнала**”).

Режим пошагового вывода

Генератор серии DG4000 поддерживает режим пошагового вывода для сигнала произвольной формы. Нажмите кнопку **Arb** для вызова на экран меню настроек сигнала произвольной формы и нажмите кнопку **Step-By-Step** для выключения режима пошагового вывода.

При режиме пошагового вывода этот генератор автоматически вычисляет частоту (30.517578125 кГц) выходного сигнала в соответствии с таблицей точек сигнала (до 16'384 точек) и частотой дискретизации. Выходной сигнал в этом случае воспроизводит точки сигнала произвольной формы с указанной выше фиксированной частотой. Режим пошагового вывода позволяет избежать ошибок при создании сигнала произвольной формы.

Выбор сигнала произвольной формы

Генератор серии DG4000 позволяет выбрать в качестве выходного хранящийся во внутренней или внешней памяти сигнал произвольной формы. Нажмите кнопку **Arb**, с помощью кнопки  откройте вторую страницу меню (2/2), а затем нажмите кнопку **Select Wform**. После чего можно выбрать встроенный (кнопка **Builtin**), ранее сохраненный (кнопка **Stored Wforms**) или хранимый в буфере оперативной памяти (кнопка **Volatile Wforms**) сигнал произвольной формы.

Встроенные формы сигнала

Генератор серии DG4000 позволяет использовать на выбор до 150 встроенных форм сигнала, перечень которых приведен в следующей таблице. Нажмите

кнопку **BuiltIn** и выберите нужную группу сигналов (общие (**Common**), проектирование (**Project**), модуляции (**SectMod**), биоэлектрические (**Bioelect**), медицинские (**Medical**), стандартные (**Standard**), математические (**Maths**), тригонометрические (**Trigonome**), обратные тригонометрические (**Anti Trigonome**) или функции окна (**Window**)). Выделите один из отображаемых на экране сигналов группы; с помощью кнопки  откройте вторую страницу меню (2/2) и нажмите кнопку **Select** для выбора отмеченного сигнала.

Таблица 3-1 Встроенные формы сигнала

Наименование	Комментарии
Common	
DC	сигнал постоянного напряжения
AbsSine	абсолютное значение синуса
AbsSineHalf	абсолютное значение половины синуса
AmpALT	осциллограмма с усилением
AttALT	осциллограмма с ослаблением
GaussPulse	импульс Гаусса
NegRamp	отрицательная пила
NPulse	отрицательный импульс
PPulse	положительный импульс
SineTra	трапецеидальный синус
SineVer	обращенный синус
StairDn	ступенчатый спуск
StairUD	ступенчатый подъем и спуск
StairUp	ступенчатый подъем
Trapezia	трапеция
Project	
BandLimited	сигнал с ограничением полосы
BlaseiWave	кривая скорость-время взрывных колебаний
Butterworth	фильтр Баттерворта
Chebyshev1	фильтр Чебышева 1
Chebyshev2	фильтр Чебышева 2
Combin	комбинационная функция
CPulse	С импульс
CWPulse	телеграфный сигнал

DampedOsc	затухающие колебания
DualTone	двухтональный сигнал
Gamma	гамма-функция
GateVibar	сигнал осциллятора
LFMPulse	ЛЧМ импульс
MCNoise	механический шум
Discharge	кривая разряда Ni-MH батареи
Pahcur	кривая тока DC бесщеточного электродвигателя
Quake	кривая удара
Radar	сигнал радара
Ripple	кривая пульсаций на батарее
RoundHalf	полуокружность
RoundsPM	Rounds PM waveform
StepResp	сигнал переходной характеристики
SwingOsc	кривая кинетической энергии от времени колебания маятника
TV	телевизионный сигнал
Voice	голосовой сигнал
Surge	скачок напряжения
Sec-Mod	
AM	фрагмент AM модуляции синуса
FM	фрагмент FM модуляции синуса
PFM	фрагмент FM модуляции импульса
PM	фрагмент PM модуляции синуса
PWM	фрагмент широтно-импульсная модуляции
Bioelect	
Cardiac	сигнал сердца
EOG	электроокулограмма
EEG	электроэнцефалограмма
EMG	электромиограмма
Pulseilogram	пульсограмма
ResSpeed	кривая скорости дыхания
Medical	
LFPulse	форма сигнала низкочастотного импульса при электротерапии
Tens1	форма сигнала 1 при электротерапии возбуждения нерва
Tens2	форма сигнала 2 при электротерапии возбуждения нерва
Tens3	форма сигнала 3 при электротерапии возбуждения нерва

Standard	
Ignition	импульс в системе зажигания ДВС
ISO16750-2 SP	кривая стартерного тока при запуске ДВС
ISO16750-2 VR	автомобильный профиль питания при перезагрузке
ISO7637-2 TP1	автомобильные переходные процессы при разрыве цепи
ISO7637-2 TP2A	автомобильные переходные процессы из-за индуктивности провода
ISO7637-2 TP2B	автомобильные переходные процессы из-за размыкания цепи катушки зажигания
ISO7637-2 TP3A	автомобильные переходные процессы при коммутации
ISO7637-2 TP3B	автомобильные переходные процессы при коммутации
ISO7637-2 TP4	автомобильный профиль питания при запуске ДВС
ISO7637-2 TP5A	автомобильные переходные процессы при отключении батареи
ISO7637-2 TP5B	автомобильные переходные процессы при отключении батареи
SCR	профиль тиристорного зажигания
Math	
Airy	функция Эйри
Besselj	функция Бесселя I
Bessely	функция Бесселя II
Cauchy	функция распределения Коши
Cubic	кубическая функция
Dirichlet	функция Дирихле
Erf	функция ошибки
Erfc	дополнительная функция ошибок
ErfcInv	инвертированная дополнительная функция ошибок
ErfInv	инвертированная функция ошибки
ExpFall	спадающая экспоненциальная функция
ExpRise	нарастающая экспоненциальная функция
Gauss	распределение Гаусса
HaverSine	функция гаверсинус
Laguerre	5-й многочлен Лагерра
Laplace	распределение Лапласа
Legend	5-й многочлен Лежандра
Log	функция десятичного логарифма
LogNormal	логарифмическое распределение Гаусса
Lorentz	функция Лоренца

Maxwell	распределение Максвелла
Rayleigh	распределение Рэля
Versiera	версьера
Weibull	распределение Вейбулла
ARB_X2	квадратная функция
Trigonome	
CosH	гиперболический косинус
CosInt	интегральный косинус
Cot	котангенс
CotHCon	вогнутый гиперболический котангенс
CotHPro	выпуклый гиперболический котангенс
CscCon	вогнутый косеканс
CscPro	выпуклый косеканс
CscHCon	вогнутый гиперболический косеканс
CscHPro	выпуклый гиперболический косеканс
RecipCon	вогнутая обратная функция
RecipPro	выпуклая обратная функция
SecCon	вогнутый секанс
SecPro	выпуклый секанс
SecH	гиперболический секанс
Sinc	синус
SinH	гиперболический синус
SinInt	интегральный синус
Sqrt	квадратный корень
Tan	тангенс
TanH	гиперболический тангенс
Anti Trigonome	
Acos	арккосинус
ACosH	аркгиперкосинус
ACotCon	вогнутый арккотангенс
ACotPro	выпуклый арккотангенс
ACotHCon	вогнутый аркгиперкотангенс
ACotHPro	выпуклый аркгиперкотангенс
ACscCon	вогнутый арккосеканс
ACscPro	выпуклый арккосеканс
ACscHCon	вогнутый аркгиперкосеканс

RIGOL

ACschPro	выпуклый аркгиперкосеканс
ASecCon	вогнутый арксеканс
ASecPro	выпуклый арксеканс
ASecH	аркгиперсеканс
Asin	арксинус
ASinH	аркгиперсинус
Atan	арктангенс
ATanH	аркгипертангенс
Window	
Bartlett	окно Бартлетта
BarthannWin	модифицированное окно Бартлетта-Ханна
Blackman	окно Блекмэна
BlackmanH	окно Блэкмана-Харриса
BohmanWin	окно Бохмана
Boxcar	прямоугольное окно
ChebWin	окно Чебышева
FlattopWin	окно с плоской вершиной
Hamming	окно Хамминга
Hanning	окно Ханнинга
Kaiser	окно Кайзера
NuttallWin	окно Нуттала
ParzenWin	окно Парзена
TaylorWin	окно Тейлора
Triang	треугольное окно (окно Фейера)
TukeyWin	окно Таки (спадающий косинус)

Сохраненный сигнал произвольной формы

Можно выбрать сигнал произвольной формы, хранящийся во внутренней энергонезависимой памяти (**Диск "C:"**) или внешней памяти (**Диск "D:"**). Нажмите кнопку **Stored Wforms** для вызова интерфейса сохранения/загрузка, при этом должна включиться подсветка кнопки **Store** на передней панели прибора. Выберите или считайте с внешнего устройства хранения нужный файл сигнала произвольной формы (подробно см. "**Глава 9 Сохранение и загрузка**"). При считывании файла сигнала произвольной формы производится перезапись буфера, и данные о форме сигнала, хранившиеся в нем до считывания, будут утрачены. Чтобы вернуться к интерфейсу настроек сигнала произвольной формы следует нажать кнопку **Arb**.

Хранимый в буфере сигнал произвольной формы

При выборе сигнал произвольной формы сохраняется в буфере оперативной памяти. Помните, что при отсутствии в текущий момент хранимого в буфере сигнала, это меню **Volatile Wforms** будет недоступно. Для помещения сигнала в буфер следует создать новый сигнал произвольной формы с помощью кнопки **Create New** или выбрать одну из встроенных (кнопка **BuiltIn**) или ранее сохраненных (**Stored Wforms**) форм сигналов.

После выбора **Volatile Wforms** появляется возможность редактирования хранящейся в нем формы сигнала с помощью меню **Edit Wfrom**. В процессе редактирования производится перезапись данных в буфере. Хранимый в буфере новый сигнал произвольной формы может быть сохранен в энергонезависимой памяти.

Замечание: только после нажатия кнопки **Output1** или/и **Output2** и включения ее подсветки на выходе соответствующего канала генератора можно получить сигнал произвольной формы с заданными параметрами.

Создание нового сигнала произвольной формы

Нажмите кнопку **Arb**, с помощью кнопки  откройте вторую страницу меню (2/2), а затем нажмите кнопку **Create New** для вызова интерфейса для создания нового сигнала произвольной формы.

1. **Cycle Period**

Нажмите кнопку **Cycle Period** и с помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора установите значение периода для нового сигнала. Диапазон установки для периода от 25.0 нс до 1 Мс. Помните, что заданное время для последней точки сигнала должно быть меньше периода сигнала.

2. **High VLimit**

Нажмите кнопку **High VLimit** и с помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора установите значение верхнего предела для нового сигнала. Верхний предел – это максимальное напряжение, которое может быть установлено при редактировании формы сигнала. Значение верхнего предела не должно превышать уже установленное значение нижнего предела, а должно быть не больше плюс 5 В (нагрузка 50 Ом).

3. **Low VLimit**

Нажмите кнопку **Low VLimit** и с помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора установите значение нижнего предела для нового сигнала. Нижний предел – это минимальное напряжение, которое может быть установлено при редактировании формы сигнала. Значение нижнего предела должно быть меньше уже установленного значения верхнего предела, а должно быть не меньше минус 5 В (нагрузка 50 Ом).

4. **Init #Points**

Только что созданная форма нового сигнала автоматически будет состоять из двух точек. По умолчанию точке один соответствует момент времени 0 с, а точке 2 – момент времени, равный половине периода сигнала. Кроме того,

уровни напряжения для обеих точек будут равны установленному значению нижнего предела (кнопка **Low VLimit**). Нажмите кнопку **Init #Points** и с помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления и поворотного регулятора задайте число точек для нового сигнала в диапазоне от 1 до 16'384 (16 тыс.) точек данных. При необходимости в дальнейшем можно добавить (кнопка **Insert Point**) или удалить точку (кнопка **Delete Point**).

5. Interp

Нажмите кнопку **Interp** для включения (**Linear**) или выключения (**Off**) интерполяции между заданными точками формы сигнала.

- **Off:** редактор формы сигнала будет поддерживать постоянный уровень напряжения между соседними заданными точками, создавая ступенчатую форму сигнала.
- **Linear:** редактор формы сигнала будет автоматически соединять соседние заданные точки прямой линией.

6. Edit Points

Редактор формы сигнала позволяет задать параметры времени и напряжения для каждой точки сигнала. Нажмите кнопку **Edit Points** для вызова интерфейса редактора формы сигнала.

- **PointID:** позволяет выбрать номер редактируемой точки. Значение по умолчанию: 1. С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора можно изменить значение этого параметра.
- **Time:** позволяет задать время для текущей редактируемой точки периода сигнала. Задаваемое значение ограничено значениями времени для предыдущей и последующей точек. Помните, что точка 1 имеет фиксированное значение времени 0 с.
- **Voltage:** позволяет задать напряжение для текущей редактируемой точки в мВ или В. Диапазон напряжения ограничен установленными уровнями напряжения верхнего (кнопка **High VLimit**) и нижнего (кнопка **Low VLimit**) порогов сигнала. Помните, что для последней точки генератор задает значение напряжения автоматически в зависимости от значения напряжения для первой точки и из соображения непрерывности сигнала.
- **Insert Point:** позволяет добавлять точку между текущей редактируемой точкой и следующей после нее.

- **Delete Point:** позволяет удалить текущую редактируемую точку, соединя оставшиеся согласно используемому в данный момент методу интерполяции (кнопка **Interp**). Помните, что точку 1 удалить невозможно.

7. Edit Block

Эта функция позволяет при редактировании путем задания параметров время и напряжение для начальной и конечной точек блока автоматически с помощью линейной интерполяции задать параметры для точек блока, находящихся между ними. Нажмите кнопку **Interp** и выберите **Linear**, а затем нажмите кнопку **Edit Block** для вызова интерфейса редактирования блока. Помните, если линейная интерполяция **Linear** (кнопка **Interp**) не была выбрана, то кнопка **Edit Block** недоступна и выделена серым цветом.

- **X1:** позволяет задать номер начальной точки блока (другими словами ее положение по времени в цикле сигнала). Помните, что номер начальной точки блока должен быть меньше числа точек сигнала (кнопка **Init #Points**) и быть меньше или равным номеру конечной точки **X2**.
- **Y1:** позволяет задать напряжение для начальной точки блока в мВ или В. Диапазон напряжения ограничен установленными уровнями напряжения верхнего (кнопка **High VLimit**) и нижнего (кнопка **Low VLimit**) порогов сигнала.
- **X2:** позволяет задать номер конечной точки блока (другими словами ее положение по времени в цикле сигнала). Помните, что номер конечной точки блока должен быть меньше числа точек сигнала (кнопка **Init #Points**) и быть больше или равным номеру начальной точки **X1**.
- **Y2:** позволяет задать напряжение для конечной точки блока в мВ или В. Диапазон напряжения ограничен установленными уровнями напряжения верхнего (кнопка **High VLimit**) и нижнего (кнопка **Low VLimit**) порогов сигнала.
- **Execute:** выполнение автоматического задания параметров для точек между начальной и конечной точками блока в соответствии с текущими настройками.
- **Delete:** позволяет удалить все точки между начальной и конечной точками блока, соединя последние согласно используемому в данный момент методу интерполяции (кнопка **Interp**). Помните, что точку 1 удалить невозможно.

8. Save

Создаваемая в текущий момент форма сигнала сохраняется в процессе редактирования в буфере оперативной памяти. При создании новой формы сигнала данные в буфере о предыдущем сигнале будут утрачены. Можно сохранить созданный сигнал произвольной формы из буфера во внутренней энергонезависимой памяти (**Диск "C:"**) или внешней памяти (**Диск "D:"**). Нажмите кнопку **Save** для вызова интерфейса сохранения/загрузка и его сохранения (подробно см. "**Глава 9 Сохранение и загрузка**").

Совет

Сигнал произвольной формы, редактируемый на персональном компьютере с помощью специального программного обеспечения, можно сохранить во внутренней энергонезависимой памяти (**Диск "C:"**) или внешней памяти (**Диск "D:"**):

- ◇ с помощью команды SCPI (детальная информация в документе "**Серия DG4000 Универсальные генераторы сигналов/сигналов произвольной формы Руководство по программированию**").
:TRACe:DAC VOLATILE,<binary_block_data>
- ◇ сохранить текущую форму сигнала с помощью функции сохранения/загрузка в файл сигнала произвольной формы на USB-флеш накопитель или во внутреннюю память прибора.

Пример редактирования точек

Следующий пример дает инструкцию по редактированию точек при создании сигнала произвольной формы.

Исходные данные для примера

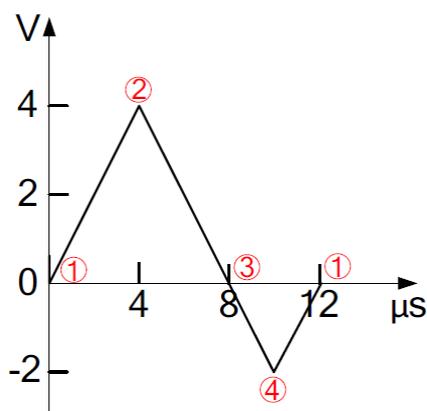
Параметр	Значение
Период сигнала	12 мкс
Верхний порог	4 В
Нижний порог	-2 В
Интерполяция	линейная
Точка 1	0 с, 0 В
Точка 2	4мкс, 4 В
Точка 3	8 мкс, 0 В
Точка 4	10 мкс, -2 В

Последовательность действий

1. Нажмите кнопку **Arb** и с помощью кнопки  откройте вторую страницу меню (2/2); затем нажмите кнопки **Create New** → **Cycle Period**, с помощью цифровой клавиатуры введите **12** и выберите единицу **µs** в открывшемся меню.
2. Нажмите кнопку **High VLimit**, с помощью цифровой клавиатуры введите **4** и выберите единицу **V** в открывшемся меню.
3. Нажмите кнопку **Low VLimit**, с помощью цифровой клавиатуры введите **-2** и выберите единицу **V** в открывшемся меню.
4. Нажмите кнопку **Init #Points**, с помощью цифровой клавиатуры введите **4** и нажмите кнопку **OK**.
Замечание: для этой точки будет автоматически установлено значение -2 В.
5. Нажмите кнопку **Interp** и выберите **Linear**.
6. Нажмите кнопку **Edit Points** для вызова интерфейса редактора формы сигнала.

- 1) Нажмите кнопку **PointID** чтобы задать напряжение для первой точки (по умолчанию установка времени для нее 0 с). Нажмите кнопку **Voltage**, с помощью цифровой клавиатуры введите **0** и выберите единицу **V** в открывшемся меню.
- 2) Нажмите кнопку **PointID** снова, с помощью цифровой клавиатуры или кнопок направления выберите точку 2; затем с помощью кнопок **Time** и **Voltage** введите соответственно 4 мкс и 4 В.
- 3) Повторите шаг 2) для точек 3 и 4, введя параметры из приведенной в начале примера таблицы.
- 4) После завершения редактирования всех точек нажмите кнопку **OK** для возврата в предыдущее меню. Теперь нажмите кнопку **Save** для вызова интерфейса сохранения/загрузки и сохранения отредактированного сигнала произвольной формы (подробно см. "Глава 9 Сохранение и загрузка").

7. Визуально проверьте созданный сигнал произвольной формы.



Пояснение: как показано на рисунке выше редактор формы сигнала автоматически задал для последней точки значение напряжения равным напряжению для первой точки, чтобы получить в результате непрерывный сигнал.

Пример редактирования блока

Следующий пример дает инструкцию по редактированию блока точек при создании сигнала произвольной формы.

Исходные данные для примера

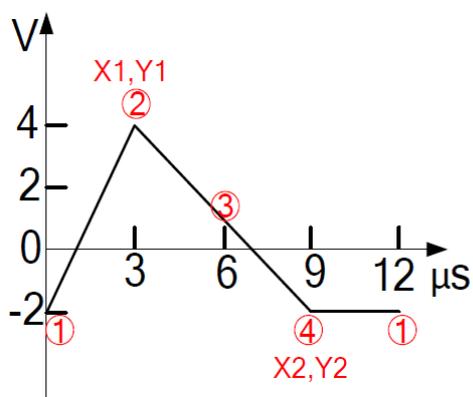
Параметр	Значение
Период сигнала	12 мкс
Верхний порог	4 В
Нижний порог	-2 В
Интерполяция	линейная
Начальная точка блока	2, 4 В
Конечная точка блока	4, -2 В

Последовательность действий

1. Нажмите кнопку **Arb** и с помощью кнопки  откройте вторую страницу меню (2/2); затем нажмите кнопки **Create New** → **Cycle Period**, с помощью цифровой клавиатуры введите **12** и выберите единицу **µs** в открывшемся меню.
2. Нажмите кнопку **High VLimit**, с помощью цифровой клавиатуры введите **4** и выберите единицу **V** в открывшемся меню.
3. Нажмите кнопку **Low VLimit**, с помощью цифровой клавиатуры введите **-2** и выберите единицу **V** в открывшемся меню.
4. Нажмите кнопку **Init #Points**, с помощью цифровой клавиатуры введите **4** и нажмите кнопку **OK**.
Замечание: для этой точки будет автоматически установлено значение -2 В.
5. Нажмите кнопку **Interp** и выберите **Linear**.
6. Нажмите кнопку **Edit Points** для вызова интерфейса редактора блока.
 - 1) Нажмите кнопку **X1** и с помощью цифровой клавиатуры введите **2**; затем нажмите кнопку **Y1**, с помощью цифровой клавиатуры введите **4** и выберите единицу **V** в открывшемся меню. Тем же способом введите значения для **X2** и **Y2**.

- 2) Нажмите кнопку **Execute** для автоматического выполнения следующих шагов: соединение прямой линией точки 1 (напряжение -2 В) с точкой 2 (напряжение 4 В), точки 2 с точкой 4 так, чтобы точка 3 лежала на этой прямой, точки 4 с точкой 1.
- 3) После завершения редактирования всех точек нажмите кнопку  для возврата в предыдущее меню. Теперь нажмите кнопку **Save** для вызова интерфейса сохранения/загрузка и сохранения отредактированного сигнала произвольной формы (подробно см. "Глава 9 Сохранение и загрузка").

8. Визуально проверьте созданный сигнал произвольной формы.



Пояснение: как показано на рисунке выше редактор формы сигнала автоматически задал для последней точки значение напряжения равным напряжению для первой точки, чтобы получить в результате непрерывный сигнал.

Редактирование сигнала произвольной формы

Сигнал произвольной формы, хранящийся во внутренней энергонезависимой памяти или во внешней, памяти можно редактировать.

Нажмите кнопку **Arb** и с помощью кнопки  откройте вторую страницу меню (2/2), затем нажмите кнопку **Edit Wform** для вызова меню редактирования. Можно также нажать кнопку **Edit** на передней панели прибора для быстрого вызова этого интерфейса.

Нажмите кнопки **Edit Wform** → **Select Wform** для выбора редактируемого сигнала. Помимо этого в меню, вызываемом кнопкой **Arb**, можно создать новый сигнал с помощью кнопки **Create New**. Описание других возможностей меню, вызываемого этой кнопкой, см. "**Создание нового сигнала произвольной формы**".

1. Редактирование встроенного сигнала произвольной формы

Выберите для редактирования встроенный сигнал произвольной формы. При сохранении отредактированного сигнала произвольной формы исходный встроенный сигнал останется без изменения.

2. Редактирование сохраненного сигнала произвольной формы

Выберите для редактирования сигнал произвольной формы во внутренней энергонезависимой памяти (**Диск "C:"**) или внешней памяти (**Диск "D:"**). При сохранении отредактированного сигнала произвольной формы исходный сигнал в памяти будет перезаписан на новый.

Глава 4 Получение гармоник сигнала

Генератор серии DG4000 может использоваться как генератор гармоник заданного порядка, амплитуды и фазы. Генератор гармоник обычно используется при проверке детекторов или фильтров. Эта глава знакомит с настройкой данного генератора для получения интересующих гармоник.

Темы этой главы:

- введение;
- настройка основных параметров сигнала;
- установка порядка гармоник;
- выбор типа генерации гармоник;
- настройка амплитуды гармоник;
- настройка фазы гармоники.

Введение

Согласно преобразованию Фурье временная зависимость сигнала может быть представлена в виде разложения в ряд, состоящий из суммы сигналов синуса с определенными частотами по приведенной ниже формуле.

$$f(t) = A_1 \sin(2\pi f_1 t + \varphi_1) + A_2 \sin(2\pi f_2 t + \varphi_2) + A_3 \sin(2\pi f_3 t + \varphi_3) + \dots$$

Обычно, первый член ряда называют основной гармоникой, f_1 называют частотой основной гармоники, A_1 – амплитудой основной гармоники, а φ_1 – фазой основной гармоники. Частоты всех остальных членов ряда (называемых гармониками) кратны частоте основной гармоники сигнала. Компоненты сигнала, соответствующие членам ряда и имеющие частоту в четное число раз отличающуюся от частоты основной гармоники, называют четными гармониками, а имеющие частоту в нечетное число раз отличающуюся от частоты основной гармоники, называют нечетными гармониками.

Генератор серии DG4000 позволяет получать на своем выходе гармоники до 16-го порядка. После выбора канала CH1 или CH2 нажмите кнопку **Harmonic** на передней панели прибора для вызова меню настроек генерации гармоник. Здесь можно настроить параметры основного сигнала, выбрать тип генерации гармоник, задать максимальный порядок гармоник, установить амплитуду и фазу для каждой гармоники.

После завершения настроек для генерации гармоник и нажатия кнопки **Output1** или/и **Output2** с включением ее подсветки на выходе соответствующего канала генератора будет присутствовать сигнал из гармоник с заданными параметрами.

Настройка основных параметров сигнала

Генератор серии DG4000 позволяет устанавливать различные основные параметры сигнала: частота, период, амплитуда, постоянное напряжение смещения, верхний и нижний уровни, а также начальная фаза. Кроме того, можно воспользоваться функцией выравнивания фаз между каналами. Для

выполнения настроек основных параметров сигнала обратитесь к разделу “Глава 2 Получение основных форм сигнала”.

Установка порядка гармоник

Наивысшая гармоника в выходном сигнале генератора серии DG4000 не может быть выше установленного значения.

После вызова меню настроек генерации гармоник нажмите кнопку **Order** (**Order** на экране будет подсвечено) и с помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите значение максимального порядка гармоник. Диапазон установки ограничен максимальной частотой выходного сигнала генератора и частотой первой гармоники.

- Диапазон установки: целые числа от 2 до (максимальная частота выходного сигнала генератора)/(частота первой гармоники), но не больше 16.

Выбор типа генерации гармоник

Генератор серии DG4000 позволяет получать на выходе только четные гармоники, только нечетные гармоники, все гармоники или гармоники по выбору пользователя. После вызова меню настроек генерации гармоник нажмите кнопку **Type** для выбора нужного типа генерации гармоник.

1. Even

Нажмите кнопку **Even** для получения на выходе генератора основной гармоники и четных гармоник.

2. Odd

Нажмите кнопку **Odd** для получения на выходе генератора основной гармоники и нечетных гармоник.

3. All

Нажмите кнопку **All** для получения на выходе всех гармоник.

4. User

Нажмите кнопку **User** для получения на выходе гармоник по выбору пользователя, не выше 16-го порядка или не выше установленного значения максимального порядка гармоник (кнопка **Order**).

16-ти битное двоичное число описывает наличие или отсутствие в выходном сигнале гармоник с порядком, соответствующим разряду двоичного числа: 1 – наличие гармоники, а 0 – отсутствие гармоники. Необходимо с помощью цифровой клавиатуры изменить нужным образом значения каждого разряда.

Замечание: крайний левый бит указывает на основную гармонику и не может быть изменен.

Например, при установке 16-ти битного значения X001 0000 0000 0001 на выходе генератора получим помимо основной гармоники 4-го и 16-го порядка.

Замечание: максимальный порядок гармоник в реальном выходном сигнале определяется установкой параметра порядок гармоник (кнопка **Order**).

Настройка амплитуды гармоник

После вызова меню настроек генерации гармоник нажмите кнопку **Ampl** для установки амплитуды гармоник каждого порядка.

1. **Sn**: нажмите кнопку **Sn** для выбора порядка гармоники для установки ее амплитуды.
2. **Ampl**: нажмите кнопку **Ampl** для установки амплитуды гармоники выбранного порядка. С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите значение амплитуды и выберите нужную единицу величины в открывшемся меню.
 - Метод ввода значения описан в разделе "**Методика ввода значений параметров**".
 - Возможен выбор следующих единиц величины для амплитуды: $V_{\text{размах}}$ (**V_{pp}**), $mV_{\text{размах}}$ (**mV_{pp}**), $V_{\text{СКЗ}}$ (**V_{rms}**), $mV_{\text{СКЗ}}$ (**mV_{rms}**) и дБм (**dBm**) (кроме **HighZ**).

Настройка фазы гармоники

После вызова меню настроек генерации гармоник нажмите кнопку **Phase** для установки фазы гармоник каждого порядка.

-
1. **Sn**: нажмите кнопку **Sn** для выбора порядка гармоники для установки ее фазы.
 1. **Phase**: нажмите кнопку **Phase** для установки фазы гармоники выбранного порядка. С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите значение фазы и выберите нужную единицу величины "°" в открывшемся меню.
 - Метод ввода значения описан в разделе "**Методика ввода значений параметров**".

Глава 5 Получение модулированного сигнала

Генератор серии DG4000 поддерживает следующие виды модуляции: AM, FM, PM, ASK, FSK, 3FSK, 4FSK, PSK, BPSK, QPSK, PWM и OSK. Генератор серии DG4000 позволяет получать модулированный сигнал в любом из каналов отдельно или в двух каналах одновременно. Модулированный сигнал состоит из сигнала несущей и модулирующего сигнала. В качестве сигнала несущей может использоваться синусоидальный, прямоугольный, пилообразный сигнал, а также сигнал произвольной формы (кроме DC) или импульсный сигнал (только для PWM). Для модулирующего сигнала может использоваться как внутренний, так и внешний источник.

Темы этой главы:

- амплитудная модуляция (AM);
- частотная модуляция (FM);
- фазовая модуляция (PM);
- амплитудная манипуляция (ASK);
- частотная манипуляция (FSK);
- фазовая манипуляция (PSK);
- двоичная фазовая манипуляция (BPSK);
- квадратурная фазовая манипуляция (QPSK);
- трехпозиционная частотная манипуляция (3FSK);
- четырехпозиционная частотная манипуляция (4FSK);
- манипуляция колебания (OSK);
- широтно-импульсная модуляция (PWM).

Амплитудная модуляция (AM)

Модулированный сигнал состоит из сигнала несущей и модулирующего сигнала. При амплитудной модуляции (AM) амплитуда несущей изменяется в соответствии с мгновенным напряжением модулирующего сигнала.

Выбор функции амплитудной модуляции (AM)

Нажмите кнопки **Mod** → **Type** → **AM** для выбора функции амплитудной модуляции (AM).

- Если при нажатии кнопки **Mod** была активна функция свип-генератора (кнопка **Sweep**) или функция генерации пачки (кнопка **Burst**), то активная функция будет автоматически выключена.
- Генератор будет производить сигнал амплитудной модуляции (AM) с заданными параметрами несущей и модулирующего сигнала сразу после выбора функции амплитудной модуляции (AM).

Выбор формы сигнала несущей

В качестве сигнала несущей для AM может использоваться синусоидальный, прямоугольный, пилообразный сигнал, а также сигнал произвольной формы (кроме DC). Настройка по умолчанию: синусоидальный сигнал.

- Нажмите кнопку передней панели **Sine**, **Square**, **Ramp** или **Arb** → **Select Wform** (или **User**, предустановленная форма сигнала не должна быть DC) для выбора нужной формы сигнала в качестве несущей.
- Импульсный сигнал, шум и DC не могут быть использованы в качестве несущей.

Установка частоты несущей

Разные формы несущей имеют разный диапазон установки ее частоты (см. таблицу ниже). Настройка по умолчанию для несущей любой формы – 1 кГц.

Форма несущей	Диапазон частоты
Синусоидальный сигнал	от 1 мкГц до 160 МГц
Прямоугольный сигнал	от 1 мкГц до 50 МГц
Пилообразный сигнал	от 1 мкГц до 4 МГц
Сигнал произвольной формы	от 1 мкГц до 40 МГц

После выбора формы сигнала несущей можно нажать кнопку **Freq/Period**, при этом **Freq** будет подсвечено, затем с помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.

Выбор источника модулирующего сигнала

Генератор серии DG4000 может использовать внутренний или внешний источник модулирующего сигнала. Нажмите кнопки **Mod** → **Source** для выбора внутреннего (**Int**) или внешнего (**Ext**) источника модулирующего сигнала.

1. Внутренний источник

При использовании внутреннего источника нажмите кнопку **Shape** для выбора формы модулирующего сигнала: синусоидальной (**Sine**), прямоугольной (**Square**), треугольной (**Triangle**), нарастающей пилообразной (**UpRamp**), спадающей пилообразной (**DnRamp**), шума (**Noise**) или сигнала произвольной формы (**Arb**). Настройка по умолчанию – **Sine**.

- **Square**: коэффициент заполнения 50 %.
- **Triangle**: симметрия 50 %.
- **UpRamp**: симметрия 100 %.
- **DnRamp**: симметрия 0 %.
- **Arb**: при выборе сигнала произвольной формы в качестве формы модулирующего сигнала генератор автоматически ограничит его длину до 2 тыс. точек.

Замечание: шум (**Noise**) может использоваться в качестве модулирующего сигнала, но не может быть использован в качестве несущей.



2. Внешний источник

При выборе внешнего источника модулирующего сигнала меню **Shape** будет недоступно и выделено серым цветом. Генератор принимает внешний модулирующий сигнал через разъем **[Mod/FSK/Trig]** на задней панели. Амплитуда АМ модуляции управляется сигналом в диапазоне ± 2.5 В, поступающим через этот разъем.

Установка частоты модулирующего сигнала

При выборе внутреннего источника модулирующего сигнала нажмите кнопку **AM_Freq** для установки его частоты.

- С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.
- Диапазон установки частоты модулирующего сигнала от 2 мГц до 50 кГц. Настройка по умолчанию: 100 Гц.

Замечание: меню **AM_Freq** будет недоступно и выделено серым цветом при выборе внешнего источника для модулирующего сигнала.

Установка коэффициента модуляции

Коэффициент модуляции, выраженный в процентах, указывает степень изменения амплитуды выходного сигнала. Коэффициент модуляции АМ для данного генератора может быть установлен в диапазоне от 0 до 120 %. Нажмите кнопку **AM Depth** для установки коэффициента модуляции АМ.

- При коэффициенте модуляции 50 % амплитуда модуляции выходного сигнала будет составлять половину от заданного значения амплитуды несущей.
- При коэффициенте модуляции 100 % амплитуда модуляции выходного сигнала будет равна заданному значению амплитуды несущей.
- При коэффициенте модуляции больше 100 % амплитуду выходного сигнала не должна превышать $10 V_{\text{размах}}$ (нагрузка 50 Ом).

При выборе внешнего (**Ext**) источника модулирующего сигнала амплитуда АМ модуляции управляется сигналом в диапазоне ± 2.5 В, поступающим через разъем **[Mod/FSK/Trig]** на задней панели. Например, при установке коэффициента модуляции 100 % выходной сигнал будет достигать максимального значения равного заданной амплитуде для несущей при уровне модулирующего сигнала +2.5 В и минимального нулевого значения при уровне модулирующего сигнала -2.5 В.

Частотная модуляция (FM)

Модулированный сигнал состоит из сигнала несущей и модулирующего сигнала. При частотной модуляции (FM) частота несущей изменяется в соответствии с мгновенным напряжением модулирующего сигнала.

Выбор функции частотной модуляции (FM)

Нажмите кнопки **Mod** → **Type** → **FM** для выбора функции частотной модуляции (FM).

- Если при нажатии кнопки **Mod** была активна функция свип-генератора (кнопка **Sweep**) или функция генерации пачки (кнопка **Burst**), то активная функция будет автоматически выключена.
- Генератор будет производить сигнал частотной модуляции (FM) с заданными параметрами несущей и модулирующего сигнала сразу после выбора функции частотной модуляции (FM).

Выбор формы сигнала несущей

В качестве сигнала несущей для FM может использоваться синусоидальный, прямоугольный, пилообразный сигнал, а также сигнал произвольной формы (кроме DC). Настройка по умолчанию: синусоидальный сигнал.

- Нажмите кнопку передней панели **Sine**, **Square**, **Ramp** или **Arb** → **Select Wform** (или **User**), предустановленная форма сигнала не должна быть DC) для выбора нужной формы сигнала в качестве несущей.
- Импульсный сигнал, шум и DC не могут быть использованы в качестве несущей.

Установка частоты несущей

Разные формы несущей имеют разный диапазон установки ее частоты (см. таблицу ниже). Настройка по умолчанию для несущей любой формы – 1 кГц.

Форма несущей	Диапазон частоты
Синусоидальный сигнал	от 1 мГц до 160 МГц
Прямоугольный сигнал	от 1 мГц до 50 МГц
Пилообразный сигнал	от 1 мГц до 4 МГц
Сигнал произвольной формы	от 1 мГц до 40 МГц

После выбора формы сигнала несущей можно нажать кнопку **Freq/Period**, при этом **Freq** будет подсвечено, затем с помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.

Выбор источника модулирующего сигнала

Генератор серии DG4000 может использовать внутренний или внешний источник модулирующего сигнала. Нажмите кнопки **Mod** → **Source** для выбора внутреннего (**Int**) или внешнего (**Ext**) источника модулирующего сигнала.

1. Внутренний источник

При использовании внутреннего источника нажмите кнопку **Shape** для выбора формы модулирующего сигнала: синусоидальной (**Sine**), прямоугольной (**Square**), треугольной (**Triangle**), нарастающей пилообразной (**UpRamp**), спадающей пилообразной (**DnRamp**), шума (**Noise**) или сигнала произвольной формы (**Arb**). Настройка по умолчанию – **Sine**.

- **Square**: коэффициент заполнения 50 %.
- **Triangle**: симметрия 50 %.
- **UpRamp**: симметрия 100 %.
- **DnRamp**: симметрия 0 %.
- **Arb**: при выборе сигнала произвольной формы в качестве формы модулирующего сигнала генератор автоматически ограничит его длину до 2 тыс. точек.

Замечание: шум (**Noise**) может использоваться в качестве модулирующего сигнала, но не может быть использован в качестве несущей.

2. Внешний источник

При выборе внешнего источника модулирующего сигнала меню **Shape** будет недоступно и выделено серым цветом. Генератор принимает внешний модулирующий сигнал через разъем **[Mod/FSK/Trig]** на задней панели. Девиация частоты управляется сигналом в диапазоне ± 2.5 В, поступающим через этот разъем.

Разъем

[Mod/FSK/Trig]



Установка частоты модулирующего сигнала

При выборе внутреннего источника модулирующего сигнала нажмите кнопку **FM_Freq** для установки его частоты.

- С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.
- Диапазон установки частоты модулирующего сигнала от 2 мГц до 50 кГц. Настройка по умолчанию: 100 Гц.

Замечание: меню **FM_Freq** будет недоступно и выделено серым цветом при выборе внешнего источника для модулирующего сигнала.

Установка девиации частоты

Девиация частоты это максимальное отклонение мгновенной частоты модулированного FM сигнала от частоты несущей. Нажмите кнопку **Deviation** для установки девиации частоты FM.

- Девиация частоты не должна превышать частоты несущей.
- Сумма девиации частоты и частоты несущей не должна превышать суммы верхнего предела установки частоты несущей и 1 кГц.

При выборе внешнего источника модулирующего сигнала его частота управляется сигналом в диапазоне ± 2.5 В, поступающим через этот разъем **[Mod/FSK/Trig]** на задней панели. Положительный уровень сигнала соответствует увеличению, а отрицательный – снижению частоты, чем ближе к нулю уровень модулирующего сигнала, тем меньше отклонение от частоты несущей. Например, при девиации частоты 1 кГц уровень +2.5 В модулирующего сигнала соответствует увеличению частоты на 1 кГц, а уровень -2.5 В модулирующего сигнала соответствует снижению частоты на 1 кГц.

Фазовая модуляция (PM)

Модулированный сигнал состоит из сигнала несущей и модулирующего сигнала. При фазовой модуляции (PM) фаза несущей изменяется в соответствии с мгновенным напряжением модулирующего сигнала.

Выбор функции фазовой модуляции (PM)

Нажмите кнопки **Mod** → **Type** → **PM** для выбора функции фазовой модуляции (PM).

- Если при нажатии кнопки **Mod** была активна функция свип-генератора (кнопка **Sweep**) или функция генерации пачки (кнопка **Burst**), то активная функция будет автоматически выключена.
- Генератор будет производить сигнал фазовой модуляции (PM) с заданными параметрами несущей и модулирующего сигнала сразу после выбора функции фазовой модуляции (PM).

Выбор формы сигнала несущей

В качестве сигнала несущей для PM может использоваться синусоидальный, прямоугольный, пилообразный сигнал, а также сигнал произвольной формы (кроме DC). Настройка по умолчанию: синусоидальный сигнал.

- Нажмите кнопку передней панели **Sine**, **Square**, **Ramp** или **Arb** → **Select Wform** (или **User**, предустановленная форма сигнала не должна быть DC) для выбора нужной формы сигнала в качестве несущей.
- Импульсный сигнал, шум и DC не могут быть использованы в качестве несущей.

Установка частоты несущей

Разные формы несущей имеют разный диапазон установки ее частоты (см. таблицу ниже). Настройка по умолчанию для несущей любой формы – 1 кГц.

Форма несущей	Диапазон частоты
Синусоидальный сигнал	от 1 мкГц до 160 МГц
Прямоугольный сигнал	от 1 мкГц до 50 МГц
Пилообразный сигнал	от 1 мкГц до 4 МГц
Сигнал произвольной формы	от 1 мкГц до 40 МГц

После выбора формы сигнала несущей можно нажать кнопку **Freq/Period**, при этом **Freq** будет подсвечено, затем с помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.

Выбор источника модулирующего сигнала

Генератор серии DG4000 может использовать внутренний или внешний источник модулирующего сигнала. Нажмите кнопки **Mod** → **Source** для выбора внутреннего (**Int**) или внешнего (**Ext**) источника модулирующего сигнала.

1. Внутренний источник

При использовании внутреннего источника нажмите кнопку **Shape** для выбора формы модулирующего сигнала: синусоидальной (**Sine**), прямоугольной (**Square**), треугольной (**Triangle**), нарастающей пилообразной (**UpRamp**), спадающей пилообразной (**DnRamp**), шума (**Noise**) или сигнала произвольной формы (**Arb**). Настройка по умолчанию – **Sine**.

- **Square**: коэффициент заполнения 50 %.
- **Triangle**: симметрия 50 %.
- **UpRamp**: симметрия 100 %.
- **DnRamp**: симметрия 0 %.
- **Arb**: при выборе сигнала произвольной формы в качестве формы модулирующего сигнала генератор автоматически ограничит его длину до 2 тыс. точек.

Замечание: шум (**Noise**) может использоваться в качестве модулирующего сигнала, но не может быть использован в качестве несущей.

2. Внешний источник

При выборе внешнего источника модулирующего сигнала меню **Shape** будет недоступно и выделено серым цветом. Генератор принимает внешний модулирующий сигнал через разъем **[Mod/FSK/Trig]** на задней панели (см. следующий рисунок). Девиация фазы управляется сигналом в диапазоне ± 2.5 В, поступающим через этот разъем.

Разъем

[Mod/FSK/Trig]



Установка частоты модулирующего сигнала

При выборе внутреннего источника модулирующего сигнала нажмите кнопку **PM_Freq** для установки его частоты.

- С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.
- Диапазон установки частоты модулирующего сигнала от 2 мГц до 50 кГц. Настройка по умолчанию: 100 Гц.

Замечание: меню **PM_Freq** будет недоступно и выделено серым цветом при выборе внешнего источника для модулирующего сигнала.

Установка девиации фазы

Девиация фазы это максимальное отклонение мгновенной фазы модулированного PM сигнала от фазы несущей. Нажмите кнопку **Deviation** для установки девиации фазы PM.

- С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение девиации фазы PM.
- Диапазон установки девиации фазы PM от 0 до 360°.

При выборе внешнего источника модулирующего сигнала его фаза управляется сигналом в диапазоне ± 2.5 В, поступающим через этот разъем **[Mod/FSK/Trig]** на задней панели. Например, при девиации фазы 180° уровень +2.5 В модулирующего сигнала соответствует изменению фазы на 180°. Чем меньше уровень внешнего модулирующего сигнала, тем меньше отклонение фазы модулированного сигнала на выходе генератора.

Амплитудная манипуляция (ASK)

При использовании амплитудной манипуляции (ASK) можно настроить генератор для скачкообразного переключения амплитуды выходного сигнала между двумя заданными значениями (амплитуда несущей и амплитуда манипуляции). Момент скачка амплитуды определяется внутренним сигналом с заданной частотой (**ASK Rate**) или уровнем внешнего сигнала, подаваемого через разъем **[Mod/FSK/Trig]** на задней панели.

Выбор функции амплитудной манипуляция (ASK)

Нажмите кнопки **[Mod]** → **Type** → **ASK** для выбора функции амплитудной манипуляция (ASK).

- Если при нажатии кнопки **[Mod]** была активна функция свип-генератора (кнопка **[Sweep]**) или функция генерации пачки (кнопка **[Burst]**), то активная функция будет автоматически выключена.
- Генератор будет производить сигнал амплитудной манипуляции (ASK) с заданными параметрами несущей и манипулирующего сигнала сразу после выбора функции амплитудной манипуляции (ASK).

Выбор формы сигнала несущей

В качестве сигнала несущей для ASK может использоваться синусоидальный, прямоугольный, пилообразный сигнал, а также сигнал произвольной формы (кроме DC). Настройка по умолчанию: синусоидальный сигнал.

- Нажмите кнопку передней панели **[Sine]**, **[Square]**, **[Ramp]** или **[Arb]** → **Select Wform** (или **[User]**, предустановленная форма сигнала не должна быть DC) для выбора нужной формы сигнала в качестве несущей.
- Импульсный сигнал, шум и DC не могут быть использованы в качестве несущей.

Установка амплитуды несущей

После выбора формы сигнала несущей нажмите кнопку **[Ampl/HiLevel]** для подсветки **Ampl**, затем с помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение амплитуды. Диапазон установки амплитуды ограничен параметрами выходное сопротивление и частота/период (см. раздел **“Характеристики сигналов”** в **“Глава 13 Характеристики”**).

Выбор источника манипулирующего сигнала

Нажмите кнопки **Mod** → **Source** для выбора внутреннего (**Int**) или внешнего (**Ext**) источника манипулирующего сигнала.

1. Внутренний источник

При выборе внутреннего источника в качестве манипулирующего сигнала устанавливается меандр, для которого с помощью кнопки **ASK Rate** задается параметр для скачкообразного переключения амплитуды выходного сигнала между амплитудой несущей и амплитудой манипуляции.

2. Внешний источник

При выборе внешнего источника генератор принимает внешний манипулирующий сигнал через разъем **[Mod/FSK/Trig]** на задней панели.

Разъем

[Mod/FSK/Trig]



Замечание: характер сигнала, подаваемого через разъем **[Mod/FSK/Trig]**, для управления манипуляции ASK и модуляций AM/FM/PM отличается; при амплитудной манипуляции (ASK) через разъем **[Mod/FSK/Trig]** должен поступать сигнал, существенным для которого являются фронты импульсов или пауз между импульсами.

Параметр переключения ASK

При выборе внутреннего источника нажмите кнопку **ASK Rate** для установки частоты, с которой будет производиться скачкообразное переключение амплитуды выходного сигнала между амплитудой несущей и амплитудой манипуляции.

- С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.
- Диапазон частоты от 2 МГц до 1 МГц, настройка по умолчанию: 100 Гц.

Замечание: меню **ASK Rate** будет недоступно и выделено серым цветом при выборе внешнего источника для модулирующего сигнала.

Установка амплитуды манипуляции

Нажмите кнопку **ModAmp** для установки амплитуды манипуляции.

- С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение амплитуды.
- Диапазон установки амплитуды (выходное сопротивление **HighZ**) от 0 до 10 В. Настройка по умолчанию: 2 В.

Установка полярности манипуляции

Нажмите кнопку **Polarity** для выбора положительной (**Pos**) или отрицательной (**Neg**) полярности модулирующего сигнала для управления амплитудой выходного сигнала.

При выборе внутреннего источника модулирующего сигнала и установке для него положительной (**Pos**) полярности выходной сигнал генератора будет иметь большую из амплитуд несущей и модулирующего сигнала при низком логическом уровне модулирующего сигнала; или меньшую из амплитуд при высоком логическом уровне. Обратная ситуация будет при установке отрицательной (**Neg**) полярности.

При выборе внешнего источника модулирующего сигнала и установке для него положительной (**Pos**) полярности выходной сигнал генератора будет иметь большую из амплитуд несущей и модулирующего сигнала при низком логическом уровне внешнего сигнала; или меньшую из амплитуд при высоком логическом уровне. Обратная ситуация будет при установке отрицательной (**Neg**) полярности.

Частотная манипуляция (FSK)

При использовании частотной манипуляции (FSK) можно настроить генератор для скачкообразного переключения частоты выходного сигнала между двумя заданными значениями (частота несущей и частота скачка). Момент скачка частоты определяется внутренним сигналом с заданной частотой (**FSK Rate**) или уровнем внешнего сигнала, подаваемого через разъем **[Mod/FSK/Trig]** на задней панели.

Выбор функции частотной манипуляция (FSK)

Нажмите кнопки **Mod** → **Type** → **FSK** для выбора функции частотной манипуляция (FSK).

- Если при нажатии кнопки **Mod** была активна функция свип-генератора (кнопка **Sweep**) или функция генерации пачки (кнопка **Burst**), то активная функция будет автоматически выключена.
- Генератор будет производить сигнал частотной манипуляции (FSK) с заданными параметрами несущей и манипулирующего сигнала сразу после выбора функции частотной манипуляции (FSK).

Выбор формы сигнала несущей

В качестве сигнала несущей для FSK может использоваться синусоидальный, прямоугольный, пилообразный сигнал, а также сигнал произвольной формы (кроме DC). Настройка по умолчанию: синусоидальный сигнал.

- Нажмите кнопку передней панели **Sine**, **Square**, **Ramp** или **Arb** → **Select Wform** (или **User**), предустановленная форма сигнала не должна быть DC) для выбора нужной формы сигнала в качестве несущей.
- Импульсный сигнал, шум и DC не могут быть использованы в качестве несущей.

Установка частоты несущей

Разные формы несущей имеют разный диапазон установки ее частоты (см. таблицу ниже). Настройка по умолчанию для несущей любой формы – 1 кГц.

После выбора формы сигнала несущей можно нажать кнопку **Freq/Period**, при этом **Freq** будет подсвечено, затем с помощью цифровой клавиатуры или с

помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.

Форма несущей	Диапазон частоты
Синусоидальный сигнал	от 1 мкГц до 160 МГц
Прямоугольный сигнал	от 1 мкГц до 50 МГц
Пилообразный сигнал	от 1 мкГц до 4 МГц
Сигнал произвольной формы	от 1 мкГц до 40 МГц

Выбор источника манипулирующего сигнала

Нажмите кнопки **Mod** → **Source** для выбора внутреннего (**Int**) или внешнего (**Ext**) источника манипулирующего сигнала.

1. Внутренний источник

При выборе внутреннего источника в качестве манипулирующего сигнала устанавливается меандр, для которого с помощью кнопки **FSK Rate** задается параметр для скачкообразного переключения частоты выходного сигнала между частотой несущей и частотой скачка.

2. Внешний источник

При выборе внешнего источника генератор принимает внешний манипулирующий сигнал через разъем **[Mod/FSK/Trig]** на задней панели.



Замечание: характер сигнала, подаваемого через разъем **[Mod/FSK/Trig]**, для управления манипуляции FSK и модуляций AM/FM/PM отличается; при частотной манипуляции (FSK) через разъем **[Mod/FSK/Trig]** должен поступать сигнал, существенным для которого являются фронты импульсов или пауз между импульсами.

Параметр переключения FSK

При выборе внутреннего источника нажмите кнопку **FSK Rate** для установки частоты, с которой будет производиться скачкообразное переключение частоты выходного сигнала между частотой несущей и частотой скачка.

- С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.
- Диапазон частоты от 2 МГц до 1 МГц, настройка по умолчанию: 100 Гц.

Замечание: меню **FSK Rate** будет недоступно и выделено серым цветом при выборе внешнего источника для модулирующего сигнала.

Установка частоты скачка

Частота скачка – это частота, на которую происходит переключение при манипуляции. Диапазон установки частоты скачка зависит от выбранной формы сигнала несущей. Нажмите кнопку **HopFreq** для подсветки **HopFreq** и с помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.

Форма несущей	Диапазон установки частоты
Синусоидальный сигнал	от 1 мкГц до 160 МГц
Прямоугольный сигнал	от 1 мкГц до 50 МГц
Пилообразный сигнал	от 1 мкГц до 4 МГц
Сигнал произвольной формы	от 1 мкГц до 40 МГц

Установка полярности манипуляции

Нажмите кнопку **Polarity** для выбора положительной (**Pos**) или отрицательной (**Neg**) полярности модулирующего сигнала для управления частотой выходного сигнала.

При выборе внутреннего источника модулирующего сигнала и установке для него положительной (**Pos**) полярности выходной сигнал генератора будет иметь большую из амплитуд несущей и модулирующего сигнала при низком логическом уровне модулирующего сигнала; или меньшую из амплитуд при высоком логическом уровне. Обратная ситуация будет при установке отрицательной (**Neg**) полярности.

RIGOL

При выборе внешнего источника модулирующего сигнала и установке для него положительной (**Pos**) полярности выходной сигнал генератора будет иметь большую из амплитуд несущей и модулирующего сигнала при низком логическом уровне внешнего сигнала; или меньшую из амплитуд при высоком логическом уровне. Обратная ситуация будет при установке отрицательной (**Neg**) полярности.

Фазовая манипуляция (PSK)

При использовании фазовой манипуляции (PSK) можно настроить генератор для скачкообразного переключения фазы выходного сигнала между двумя заданными значениями (фаза несущей и фаза PSK). Момент скачка частоты определяется внутренним сигналом с заданной частотой (**PSK Rate**) или уровнем внешнего сигнала, подаваемого через разъем [**Mod/FSK/Trig**] на задней панели.

Выбор функции фазовой манипуляция (PSK)

Нажмите кнопки **Mod** → **Type** → **PSK** для выбора функции фазовой манипуляция (PSK).

- Если при нажатии кнопки **Mod** была активна функция свип-генератора (кнопка **Sweep**) или функция генерации пачки (кнопка **Burst**), то активная функция будет автоматически выключена.
- Генератор будет производить сигнал фазовой манипуляции (PSK) с заданными параметрами несущей и манипулирующего сигнала сразу после выбора функции фазовой манипуляции (PSK).

Выбор формы сигнала несущей

В качестве сигнала несущей для PSK может использоваться синусоидальный, прямоугольный, пилообразный сигнал, а также сигнал произвольной формы (кроме DC). Настройка по умолчанию: синусоидальный сигнал.

- Нажмите кнопку передней панели **Sine**, **Square**, **Ramp** или **Arb** → **Select Wform** (или **User**), предустановленная форма сигнала не должна быть DC) для выбора нужной формы сигнала в качестве несущей.
- Импульсный сигнал, шум и DC не могут быть использованы в качестве несущей.

Установка фазы несущей

После выбора формы сигнала несущей нажмите кнопку **Start Phase** для подсветки **Start Phase**, затем с помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение фазы. Диапазон установки фазы от 0° до 360°, а настройка по умолчанию: 0°.

Выбор источника модулирующего сигнала

Нажмите кнопки **Mod** → **Source** для выбора внутреннего (**Int**) или внешнего (**Ext**) источника модулирующего сигнала.

1. Внутренний источник

При выборе внутреннего источника в качестве манипулирующего сигнала устанавливается меандр, для которого с помощью кнопки **PSK Rate** задается параметр для скачкообразного переключения фазы выходного сигнала между фазой несущей и фазой PSK.

2. Внешний источник

При выборе внешнего источника генератор принимает внешний модулирующий сигнал через разъем **[Mod/FSK/Trig]** на задней панели (см. следующий рисунок).



Замечание: характер сигнала, подаваемого через разъем **[Mod/FSK/Trig]**, для управления манипуляции PSK и модуляций AM/FM/PM отличается; при фазовой манипуляции (PSK) через разъем **[Mod/FSK/Trig]** должен поступать сигнал, существенным для которого являются фронты импульсов или пауз между импульсами.

Параметр переключения PSK

При выборе внутреннего источника нажмите кнопку **PSK Rate** для установки частоты, с которой будет производиться скачкообразное переключение фазы выходного сигнала между фазой несущей и фазой PSK.

- С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.
- Диапазон частоты от 2 МГц до 1 МГц, настройка по умолчанию: 100 Гц.

Замечание: меню **PSK Rate** будет недоступно и выделено серым цветом при выборе внешнего источника для модулирующего сигнала.

Установка фазы PSK

Нажмите кнопку **Phase** для установки фазы PSK.

- С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение фазы.
- Диапазон установки фазы PSK от 0° до 360°, а настройка по умолчанию: 180°.

Установка полярности манипуляции

Нажмите кнопку **Polarity** для выбора положительной (**Pos**) или отрицательной (**Neg**) полярности модулирующего сигнала для управления фазой выходного сигнала.

При выборе внутреннего источника модулирующего сигнала и установке для него положительной (**Pos**) полярности выходной сигнал генератора будет иметь большую из амплитуд несущей и модулирующего сигнала при низком логическом уровне модулирующего сигнала; или меньшую из амплитуд при высоком логическом уровне. Обратная ситуация будет при установке отрицательной (**Neg**) полярности.

При выборе внешнего источника модулирующего сигнала и установке для него положительной (**Pos**) полярности выходной сигнал генератора будет иметь большую из амплитуд несущей и модулирующего сигнала при низком логическом уровне внешнего сигнала; или меньшую из амплитуд при высоком логическом уровне. Обратная ситуация будет при установке отрицательной (**Neg**) полярности.

Двоичная фазовая манипуляция (BPSK)

При использовании двоичной фазовой манипуляции (BPSK) можно настроить генератор для скачкообразного переключения фазы выходного сигнала между двумя заданными значениями (фаза несущей и фаза BPSK). Частота переключения (**BPSK Rate**) определяется внутренним сигналом генератора.

Выбор функции двоичной фазовой манипуляция (BPSK)

Нажмите кнопки **Mod** → **Type** → **BPSK** для выбора функции двоичной фазовой манипуляция (BPSK).

- Если при нажатии кнопки **Mod** была активна функция свип-генератора (кнопка **Sweep**) или функция генерации пачки (кнопка **Burst**), то активная функция будет автоматически выключена.
- Генератор будет производить сигнал двоичной фазовой манипуляции (BPSK) с заданными параметрами несущей и манипулирующего сигнала сразу после выбора функции двоичной фазовой манипуляции (BPSK).

Выбор формы сигнала несущей

В качестве сигнала несущей для BPSK может использоваться синусоидальный, прямоугольный, пилообразный сигнал, а также сигнал произвольной формы (кроме DC). Настройка по умолчанию: синусоидальный сигнал.

- Нажмите кнопку передней панели **Sine**, **Square**, **Ramp** или **Arb** → **Select Wform** (или **User**, предустановленная форма сигнала не должна быть DC) для выбора нужной формы сигнала в качестве несущей.
- Импульсный сигнал, шум и DC не могут быть использованы в качестве несущей.

Установка фазы несущей

После выбора формы сигнала несущей нажмите кнопку **Start Phase** для подсветки **Start Phase**, затем с помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение фазы. Диапазон установки фазы от 0° до 360°, а настройка по умолчанию: 0°.

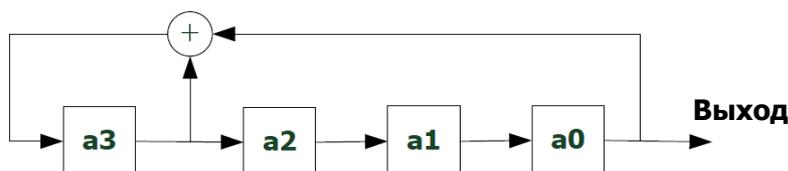
Выбор источника модулирующего сигнала

Двоичная фазовая манипуляция (BPSK) использует внутренний источник модулирующего сигнала. Нажмите кнопку **Data Source** для выбора

псевдoshумовой последовательности PN15, PN21, 01 или 10. Настройка по умолчанию: PN15.

Комментарий

Псевдoshумовая последовательность PN (Pseudo-noise Sequence) – это вид периодической двоичной последовательности, имеющей статистический характер подобно случайному шуму, но с возможностью многократного воспроизведения. Обычно в качестве псевдoshумовой последовательности используется M-последовательность, генерируемая последовательными сдвиговыми регистрами с линейной обратной связью и заданным начальным состоянием каждого регистра. Период M-последовательности, генерируемой n сдвиговыми регистрами (уровень n), равен $2^n - 1$. На следующем рисунке показан сдвиговой регистр 4 уровня с линейной обратной связью $a_3 \oplus a_2$. Для PN15 и PN21 15 и 21 являются уровнями этих регистров.



Параметр переключения BPSK

Двоичная фазовая манипуляция (BPSK) использует внутренний источник модулирующего сигнала. Нажмите кнопку **Rate** для установки частоты, с которой будет производиться скачкообразное переключение фазы выходного сигнала между фазой несущей и фазой BPSK.

- С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.
- Диапазон частоты от 2 мГц до 1 МГц, настройка по умолчанию: 100 Гц.

Установка фазы BPSK

Нажмите кнопку **Phase** для установки фазы BPSK.

- С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение фазы.
- Диапазон установки фазы BPSK от 0° до 360° , а настройка по умолчанию: 180° .

Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK)

При использовании квадратурной фазовой манипуляции (QPSK) можно настроить генератор для скачкообразного переключения фазы выходного сигнала между четырьмя заданными значениями (фаза несущей и три фазы QPSK). Частота переключения (**BPSK Rate**) определяется внутренним сигналом генератора.

Выбор функции квадратурной фазовой манипуляции (QPSK)

Нажмите кнопки **Mod** → **Type** → **QPSK** для выбора функции квадратурной фазовой манипуляции (QPSK).

- Если при нажатии кнопки **Mod** была активна функция свип-генератора (кнопка **Sweep**) или функция генерации пачки (кнопка **Burst**), то активная функция будет автоматически выключена.
- Генератор будет производить сигнал квадратурной фазовой манипуляции (QPSK) с заданными параметрами несущей и манипулирующего сигнала сразу после выбора функции квадратурной фазовой манипуляции (QPSK).

Выбор формы сигнала несущей

В качестве сигнала несущей для QPSK может использоваться синусоидальный, прямоугольный, пилообразный сигнал, а также сигнал произвольной формы (кроме DC). Настройка по умолчанию: синусоидальный сигнал.

- Нажмите кнопку передней панели **Sine**, **Square**, **Ramp** или **Arb** → **Select Wform** (или **User**), предустановленная форма сигнала не должна быть DC) для выбора нужной формы сигнала в качестве несущей.
- Импульсный сигнал (основные формы сигнала), шум и DC не могут быть использованы в качестве несущей.

Установка фазы несущей

После выбора формы сигнала несущей нажмите кнопку **Start Phase** для подсветки **Start Phase**, затем с помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение фазы. Диапазон установки фазы от 0° до 360°, а настройка по умолчанию: 0°.

Выбор источника модулирующего сигнала

Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK) использует внутренний источник модулирующего сигнала. Нажмите кнопку **Data Source** для выбора псевдошумовой последовательности PN15, PN21. Настройка по умолчанию: PN15.

Параметр переключения QPSK

Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK) использует внутренний источник модулирующего сигнала. Нажмите кнопку **Rate** для установки частоты, с которой будет производиться скачкообразное переключение фазы выходного сигнала между фазой несущей и фазой QPSK.

- С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.
- Диапазон частоты от 2 мГц до 1 МГц, настройка по умолчанию: 100 Гц.

Установка фаз QPSK

Нажмите кнопки **Phase1**, **Phase2** и **Phase3** для установки соответствующих фаз.

- С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение фазы.
- Диапазон установки фазы от 0° до 360°, а настройки по умолчанию для **Phase1**, **Phase2** и **Phase3** – соответственно 450°, 135° и 225°.

Трехпозиционная частотная манипуляция (3FSK)

При использовании трехпозиционной частотной манипуляции (3FSK) можно настроить генератор для скачкообразного переключения частоты выходного сигнала между тремя заданными значениями (частота несущей и две частоты 3FSK). Частота переключения (**3FSK Rate**) определяется внутренним сигналом генератора.

Выбор функции трехпозиционной частотной манипуляции (3FSK)

Нажмите кнопки **Mod** → **Type** → **3FSK** для выбора функции трехпозиционной частотной манипуляции (3FSK).

- Если при нажатии кнопки **Mod** была активна функция свип-генератора (кнопка **Sweep**) или функция генерации пачки (кнопка **Burst**), то активная функция будет автоматически выключена.
- Генератор будет производить сигнал трехпозиционной частотной манипуляции (3FSK) с заданными параметрами несущей и манипулирующего сигнала сразу после выбора функции трехпозиционной частотной манипуляции (3FSK).

Выбор формы сигнала несущей

В качестве сигнала несущей для 3FSK может использоваться синусоидальный, прямоугольный, пилообразный сигнал, а также сигнал произвольной формы (кроме DC). Настройка по умолчанию: синусоидальный сигнал.

- Нажмите кнопку передней панели **Sine**, **Square**, **Ramp** или **Arb** → **Select Wform** (или **User**, предустановленная форма сигнала не должна быть DC) для выбора нужной формы сигнала в качестве несущей.
- Импульсный сигнал (основные формы сигнала), шум и DC не могут быть использованы в качестве несущей.

Установка частоты несущей

Разные формы несущей имеют разный диапазон установки ее частоты (см. таблицу ниже). Настройка по умолчанию для несущей любой формы – 1 кГц.

Форма несущей	Диапазон частоты
Синусоидальный сигнал	от 1 мкГц до 160 МГц
Прямоугольный сигнал	от 1 мкГц до 50 МГц
Пилообразный сигнал	от 1 мкГц до 4 МГц
Сигнал произвольной формы	от 1 мкГц до 40 МГц

После выбора формы сигнала несущей можно нажать кнопку **Freq/Period**, при этом **Freq** будет подсвечено, затем с помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.

Выбор источника модулирующего сигнала

Трехпозиционная частотная манипуляция (3FSK) использует внутренний источник только с синусоидальной формой модулирующего сигнала.

Параметр переключения 3FSK

Трехпозиционная частотная манипуляция (3FSK) использует внутренний источник модулирующего сигнала. Нажмите кнопку **KeyFreq** для установки частоты, с которой будет производиться скачкообразное переключение между частотой несущей и двумя частотами скачка.

- С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.
- Диапазон частоты от 2 мГц до 1 МГц, настройка по умолчанию: 100 Гц.

Установка частот скачка

Частоты скачка – это частоты, на которые происходит переключение при манипуляции. Диапазон установки частоты скачка зависит от выбранной формы сигнала несущей. Нажмите кнопку **HopFreq1** или **HopFreq2** для подсветки **HopFreq1** или **HopFreq2** и с помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение соответствующей частоты.

Форма несущей	Диапазон установки частоты
Синусоидальный сигнал	от 1 мкГц до 160 МГц
Прямоугольный сигнал	от 1 мкГц до 50 МГц
Пилообразный сигнал	от 1 мкГц до 4 МГц
Сигнал произвольной формы	от 1 мкГц до 40 МГц

Четырехпозиционная частотная манипуляция (4FSK)

При использовании четырехпозиционной частотной манипуляции (4FSK) можно настроить генератор для скачкообразного переключения частоты выходного сигнала между четырьмя заданными значениями (частота несущей и три частоты 3FSK). Частота переключения (**4FSK Rate**) определяется внутренним сигналом генератора.

Выбор функции четырехпозиционной частотной манипуляции (4FSK)

Нажмите кнопки **Mod** → **Type** → **4FSK** для выбора функции четырехпозиционной частотной манипуляции (4FSK).

- Если при нажатии кнопки **Mod** была активна функция свип-генератора (кнопка **Sweep**) или функция генерации пачки (кнопка **Burst**), то активная функция будет автоматически выключена.
- Генератор будет производить сигнал четырехпозиционной частотной манипуляции (4FSK) с заданными параметрами несущей и манипулирующего сигнала сразу после выбора функции четырехпозиционной частотной манипуляции (4FSK).

Выбор формы сигнала несущей

В качестве сигнала несущей для 4FSK может использоваться синусоидальный, прямоугольный, пилообразный сигнал, а также сигнал произвольной формы (кроме DC). Настройка по умолчанию: синусоидальный сигнал.

- Нажмите кнопку передней панели **Sine**, **Square**, **Ramp** или **Arb** → **Select Wform** (или **User**, предустановленная форма сигнала не должна быть DC) для выбора нужной формы сигнала в качестве несущей.
- Импульсный сигнал (основные формы сигнала), шум и DC не могут быть использованы в качестве несущей.

Установка частоты несущей

Разные формы несущей имеют разный диапазон установки ее частоты (см. таблицу ниже). Настройка по умолчанию для несущей любой формы – 1 кГц.

Форма несущей	Диапазон частоты
Синусоидальный сигнал	от 1 мкГц до 160 МГц
Прямоугольный сигнал	от 1 мкГц до 50 МГц
Пилообразный сигнал	от 1 мкГц до 4 МГц
Сигнал произвольной формы	от 1 мкГц до 40 МГц

После выбора формы сигнала несущей можно нажать кнопку **Freq/Period**, при этом **Freq** будет подсвечено, затем с помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.

Выбор источника модулирующего сигнала

Четырехпозиционная частотная манипуляция (4FSK) использует внутренний источник только с синусоидальной формой модулирующего сигнала.

Параметр переключения 4FSK

Четырехпозиционная частотная манипуляция (4FSK) использует внутренний источник модулирующего сигнала. Нажмите кнопку **KeyFreq** для установки частоты, с которой будет производиться скачкообразное переключение между частотой несущей и тремя частотами скачка.

- С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.
- Диапазон частоты от 2 мГц до 1 МГц, настройка по умолчанию: 100 Гц.

Установка частот скачка

Частоты скачка – это частоты, на которые происходит переключение при манипуляции. Диапазон установки частоты скачка зависит от выбранной формы сигнала несущей. Нажмите кнопку **HopFreq1**, **HopFreq2** или **HopFreq3** для подсветки **HopFreq1**, **HopFreq2** или **HopFreq3** и с помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение соответствующей частоты.

Форма несущей	Диапазон установки частоты
Синусоидальный сигнал	от 1 мкГц до 160 МГц
Прямоугольный сигнал	от 1 мкГц до 50 МГц
Пилообразный сигнал	от 1 мкГц до 4 МГц
Сигнал произвольной формы	от 1 мкГц до 40 МГц

Манипуляция колебания (OSK)

При использовании манипуляции колебания (OSK) можно настроить генератор для получения сигнала синуса, прерываемого импульсами, как показано на рисунке ниже (частота несущей 1 кГц, частота OSK 10 кГц). Включение и остановка внутреннего кварцевого генератора управляются внутренним сигналом или уровнем внешнего сигнала, подаваемого через разъем **[Mod/FSK/Trig]** на задней панели. При работе внутреннего кварцевого генератора на выходе прибора имеется сигнал, повторяющий форму несущей, а при его остановке сигнал на выходе отсутствует.

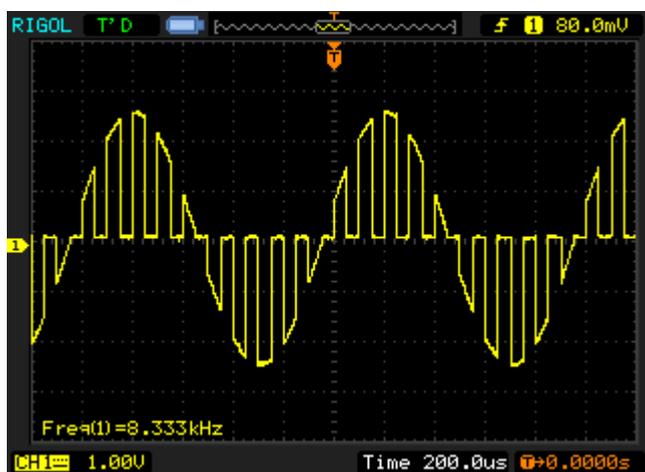


Рисунок 5-1 Манипуляция колебания (OSK)

Выбор функции манипуляции колебания (OSK)

Нажмите кнопки **Mod** → **Type** → **OSK** для выбора функции манипуляции колебания (OSK).

- Если была нажата кнопка **Sine** (выключена ее подсветка), меню **Type** будет недоступно и выделено серым цветом.
- Если при нажатии кнопки **Mod** была активна функция свип-генератора (кнопка **Sweep**) или функция генерации пачки (кнопка **Burst**), то активная функция будет автоматически выключена.
- Генератор будет производить сигнал манипуляции колебания (OSK) с заданными параметрами несущей и манипулирующего сигнала сразу после выбора функции манипуляции колебания (OSK).

Выбор формы сигнала несущей

В качестве формы сигнала несущей OSK может быть только синус. Нажмите кнопку **Sine** на передней панели.

Установка частоты несущей

После выбора формы сигнала несущей можно нажать кнопку **Freq/Period**, при этом **Freq** будет подсвечено, затем с помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты. Диапазон установки частоты от 1 мГц до 160 МГц.

Выбор источника модулирующего сигнала

Нажмите кнопки **Mod** → **Source** для выбора внутреннего (**Int**) или внешнего (**Ext**) источника модулирующего сигнала.

1. Внутренний источник

При выборе внутреннего источника в качестве манипулирующего сигнала устанавливается меандр, для которого с помощью кнопки **OSK Rate** задается параметр для включения и выключения выходного сигнала.

2. Внешний источник

При выборе внешнего источника генератор принимает внешний модулирующий сигнал через разъем **[Mod/FSK/Trig]** на задней панели.



Параметр переключения OSK

При выборе внутреннего источника нажмите кнопку **PSK Rate** для установки частоты, с которой будет производиться включение и выключение выходного сигнала.

- С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.
- Диапазон установки частоты от 2 мГц до 1 МГц, настройка по умолчанию: 100 Гц.

Установка периода OSK

Нажмите кнопку **OscTime** для подсветки **OscTime**, с помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение периода для внутреннего кварцевого генератора. Диапазон установки от 8 нс до 200 с.

Широтно-импульсная модуляция (PWM)

Сигнал широтно-импульсной модуляции (PWM) состоит из сигнала несущей и модулирующего сигнала. Длительность импульсов несущей изменяется в зависимости от мгновенного напряжения модулирующего сигнала.

Выбор функции широтно-импульсной модуляции (PWM)

Широтно-импульсная модуляция (PWM) может использоваться только для модуляции импульсного сигнала. Для выбора функции широтно-импульсной модуляции (PWM) сначала нажмите кнопку **Pulse** на передней панели, а затем нажмите кнопку **Mod**.

- Если пропустить шаг с нажатием кнопки **Pulse**, то в меню **Type** пункт меню **PWM** будет недоступен.
- Если кнопка **Mod** уже была нажата (включена ее подсветка), но выбрана не широтно-импульсная модуляция (PWM), то при нажатии кнопки **Pulse** функция широтно-импульсной модуляции (PWM) будет выбрана автоматически.
- Если при нажатии кнопки **Mod** была активна функция свип-генератора (кнопка **Sweep**) или функция генерации пачки (кнопка **Burst**), то активная функция будет автоматически выключена.
- Генератор будет производить сигнал широтно-импульсной модуляции (PWM) с заданными параметрами несущей и модулирующего сигнала сразу после выбора функции широтно-импульсной модуляции (PWM).

Выбор формы сигнала несущей

Как уже было упомянуто функция широтно-импульсной модуляции (PWM) может использоваться только для модуляции импульсного сигнала. Для выбора импульсного сигнала, нажмите кнопку **Pulse** на передней панели.

Установка длительности импульса/коэффициента заполнения

После выбора формы сигнала несущей нажмите кнопку **Width/Duty** для подсветки **Width** или **Duty** и с помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение.

Выбор источника модулирующего сигнала

Нажмите кнопки **Mod** → **Source** для выбора внутреннего (**Int**) или внешнего (**Ext**) источника модулирующего сигнала.

1. Внутренний источник

При использовании внутреннего источника нажмите кнопку **Shape** для выбора формы модулирующего сигнала: синусоидальной (**Sine**), прямоугольной (**Square**), треугольной (**Triangle**), нарастающей пилообразной (**UpRamp**), спадающей пилообразной (**DnRamp**), шума (**Noise**) или сигнала произвольной формы (**Arb**). Настройка по умолчанию – **Sine**.

- **Square**: коэффициент заполнения 50 %.
- **Triangle**: симметрия 50 %.
- **UpRamp**: симметрия 100 %.
- **DnRamp**: симметрия 0 %.
- **Arb**: при выборе сигнала произвольной формы в качестве формы модулирующего сигнала генератор автоматически ограничит его длину до 2 тыс. точек.

Замечание: шум (**Noise**) может использоваться в качестве модулирующего сигнала, но не может быть использован в качестве несущей.

2. Внешний источник

При выборе внешнего источника модулирующего сигнала меню **Shape** будет недоступно и выделено серым цветом. Генератор принимает внешний модулирующий сигнал через разъем **[Mod/FSK/Trig]** на задней панели. Длительность импульса (**WidthDev**)/коэффициент заполнения (**DutyDev**) управляется сигналом в диапазоне ± 2.5 В, поступающим через этот разъем.

Установка частоты модулирующего сигнала

При выборе внутреннего источника модулирующего сигнала нажмите кнопку **PWM Freq** для установки его частоты.

- С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение частоты.

- Диапазон установки частоты модулирующего сигнала от 2 мГц до 1 МГц.
Настройка по умолчанию: 100 Гц.

Замечание: меню **PWM Freq** будет недоступно и выделено серым цветом при выборе внешнего источника для модулирующего сигнала.

Установка девиации длительности импульса/коэффициента заполнения

Нажмите кнопку **WidthDev** (или кнопку **DutyDev**) и с помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите нужное значение.

- Девиация длительности импульса – это максимальное отклонение при модуляции длительности импульса (в секундах) относительно длительности импульса несущей.

Диапазон девиации длительности импульса: от 0 с до 500 кс.

Девиация длительности импульса не может превысить текущее значение длительности импульса.

Девиация длительности импульса ограничена минимальной длительностью импульса и текущей установкой длительности фронта.

- Девиация коэффициента заполнения – это максимальное отклонение при модуляции коэффициента заполнения (в %) относительно коэффициента заполнения несущей.

Диапазон девиации коэффициента заполнения: от 0 до 50 %.

Девиация коэффициента заполнения не может превысить текущее значение коэффициента заполнения.

Девиация коэффициента заполнения ограничена минимальным значением коэффициента заполнения и текущей установкой длительности фронта.

При выборе внешнего (**Ext**) источника модулирующего сигнала длительность импульса (коэффициент заполнения) управляется сигналом в диапазоне ± 2.5 В, поступающим через разъем **[Mod/FSK/Trig]** на задней панели. Например, при установке девиации длительности импульса 10 с длительность импульса выходного сигнала будет на 10 с больше длительности импульса несущей при уровне модулирующего сигнала +2.5 В.

Глава 6 Свип-генератор

Генератор серии DG4000 обеспечивает сигнал свип-генератора, как в одном выходном канале, так и в двух каналах одновременно. В режиме свип-генератора производится изменение частоты выходного сигнала от начального до конечного значения в течение заданного времени развертки. Генератор серии DG4000 поддерживает линейную, логарифмическую и ступенчатую развертку, позволяет устанавливать время фиксации начальной частоты, время фиксации конечной частоты, время обратного хода развертки, внутренний, внешний и ручной режимы запуска и производит выходной сигнал на базе синусоидальной, прямоугольной, пилообразной форм сигнала и сигнала произвольной формы (кроме DC).

Темы этой главы:

- включение свип-генератора;
- начальная и конечная частота;
- центральная частота и полоса частот развертки;
- тип развертки;
- длительность развертки;
- время обратного хода развертки;
- частота маркера;
- время фиксации начальной частоты;
- время фиксации конечной частоты;
- режимы запуска свип-генератора;
- выходной сигнал синхронизации.

Включение свип-генератора

Нажмите кнопку **Sweep** на передней панели для включения функции свип-генератора (должна включиться ее подсветка). Если функция модуляции (кнопка **Mod**) или генерации пачки (кнопка **Burst**) в этот момент была активна, то она автоматически будет выключена. На выходе соответствующего канала (если канал включен) генератора будет присутствовать сигнал качающейся частоты в соответствии с текущими настройками. Выключение функции свип-генератора производится повторным нажатием кнопки **Sweep**.

Начальная и конечная частота

Начальная и конечная частота – это верхний и нижний пределы диапазона частоты развертки сигнала. Генератор будет периодически изменять частоту выходного сигнала от начальной частоты до конечной частоты.

- **Начальная частота меньше конечной частоты:** генератор увеличивает частоту выходного сигнала от начальной до конечной за время развертки.
- **Начальная частота больше конечной частоты:** генератор снижает частоту выходного сигнала от начальной до конечной за время развертки.
- **Начальная частота равна конечной частоте:** выходной сигнал генератора имеет фиксированную частоту.

При включенной функции свип-генератора с помощью кнопки **Start/Center** выберите ввод начальной частоты (**Start** подсвечено). Режим ввода значения конечной частоты (**End** подсвечено) включается с помощью кнопки **End/Span**. С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите значения нужных частот. По умолчанию начальная частота – 100 Гц, а конечная частота – 1 кГц. Диапазон выбора начальной и конечной частоты зависит от формы сигнала:

- синусоидальная (**Sine**): 1 мкГц~160 МГц;
- прямоугольная (**Square**): 1 мкГц~50 МГц;
- пилообразная (**Ramp**): 1 мкГц~4 МГц;
- сигнал произвольной формы (**Arb**): 1 мкГц~40 МГц.

Генератор будет производить развертку с новыми значениями сразу после изменения начальной и конечной частоты.

Центральная частота и полоса частот развертки

Диапазон частоты развертки можно задать также значениями центральной частоты и полосы частот.

- Центральная частота = (Начальная частота + Конечная частота) / 2
- Полоса частот = Конечная частота – Начальная частота

При включенной функции свип-генератора с помощью кнопки **Start/Center** выберите ввод значения центральной частоты (**Center** подсвечено). Режим ввода значения полосы частот (**Span** подсвечено) включается с помощью кнопки **End/Span**. С помощью цифровой клавиатуры или с помощью кнопок направления и поворотного регулятора введите значения нужных частот. По умолчанию центральная частота – 550 Гц, а полоса частот – 900 Гц.

Диапазон выбора центральной частоты и полосы частот зависит от формы сигнала, кроме того, центральная частота и полоса частот взаимосвязаны.

Определим для текущей выбранной формы сигнала понятия минимальной частоты F_{min} , максимальной частоты F_{max} и средней частоты $F_m = (F_{min} + F_{max})/2$.

- Значения F_{min} до F_{max} в зависимости от формы сигнала:
 - синусоидальная (**Sine**): 1 мГц~160 МГц;
 - прямоугольная (**Square**): 1 мГц~50 МГц;
 - пилообразная (**Ramp**): 1 мГц~4 МГц;
 - сигнал произвольной формы (**Arb**): 1 мГц~40 МГц.
- Диапазон выбора полосы частот в зависимости центральной частоты:

центральная частота меньше F_m : диапазон для полосы частот $\pm 2 \times (\text{центральная частота} - F_{min})$;

центральная частота больше F_m : диапазон для полосы частот $\pm 2 \times (F_{max} - \text{центральная частота})$.

Так, например, для синусоидального сигнала: $F_{min} = 1$ мГц, $F_{max} = 160$ МГц, значит F_m будет около 80 МГц.

Допустим, центральная частота 550 Гц, тогда диапазон для полосы частот будет $\pm 2 \times (550 \text{ Гц} - 1 \text{ мкГц}) = \pm 1.099999998 \text{ кГц}$.

Допустим, центральная частота 155 МГц, тогда диапазон для полосы частот будет $\pm 2 \times (160 \text{ МГц} - 155 \text{ МГц}) = \pm 10 \text{ МГц}$.

Генератор будет производить развертку с новыми значениями сразу после изменения центральной частоты и полосы частот.

Совет

При большой полосе частоты развертки амплитуда выходного сигнала может несколько измениться.

Тип развертки

Генератор серии DG4000 предлагает использовать три типа развертки: линейную (**Linear**), логарифмическую (**Log**) и ступенчатый режим (**Step**), настройка по умолчанию: **Linear**.

Линейная развертка

Частота выходного сигнала при линейной развертке изменяется линейно с постоянной скоростью.

При включенной функции свип-генератора с помощью кнопки **SwpType** выберите **Linear**. Прямая линия на изображении формы сигнала указывает на режим линейной развертки.

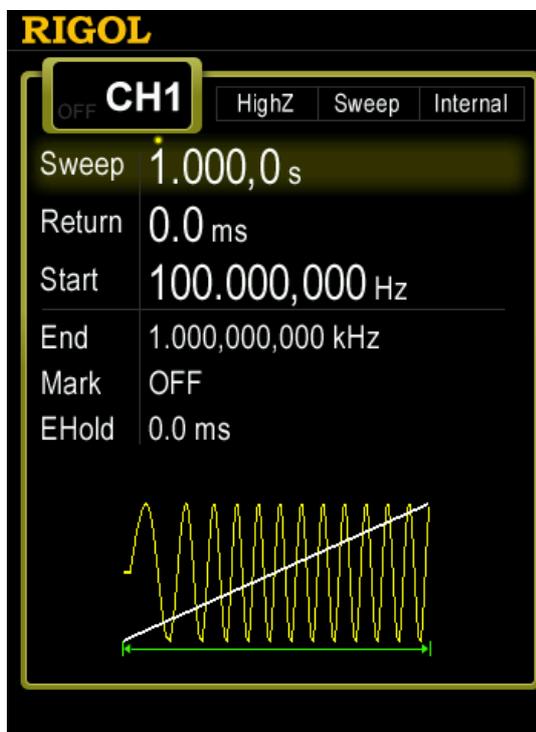


Рисунок 6-1 Линейная развертка

Логарифмическая развертка

Частота выходного сигнала при логарифмической развертке изменяется с нарастающей скоростью.

Выбрав логарифмическую развертку, следует задать следующие параметры:

начальная частота $F_{\text{старт}}$

конечная частота $F_{\text{стоп}}$;

длительность развертки $T_{\text{развертки}}$

Зависимость частоты от времени для логарифмической развертки описывается функцией $F_{\text{текущее}} = P^T$, а ее параметры P и T имеют следующий вид

$$P = 10^{\lg(F_{\text{старт}} / F_{\text{стоп}}) / T_{\text{развертки}}}$$

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

где t – время от начала развертки в диапазоне от 0 до $T_{\text{развертки}}$;

$F_{\text{текущее}}$ – текущее значение частоты, соответствующее моменту времени t .

При включенной функции свип-генератора с помощью кнопки **SwpType** выберите **Log**. Линия экспоненты на изображении формы сигнала указывает на режим логарифмической развертки.

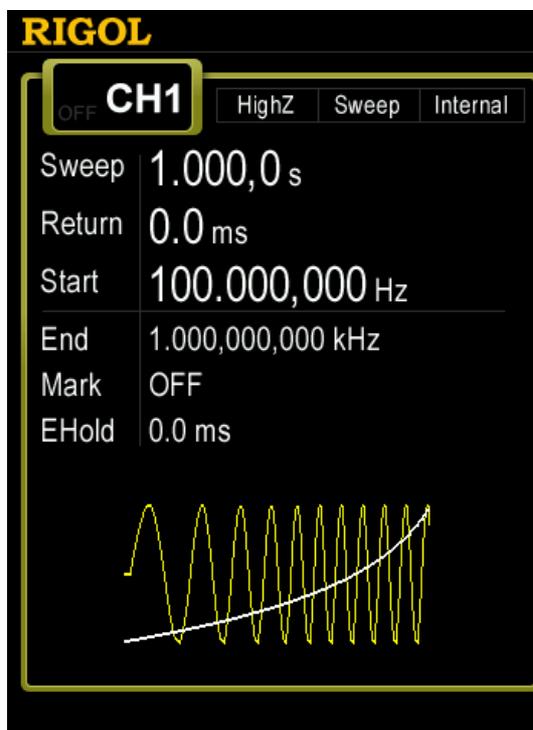


Рисунок 6-2 Логарифмическая развертка

Ступенчатый режим развертки

При этом режиме развертки частота выходного сигнала изменяется ступенчато от начальной до конечной частоты. Период ступеней определяется заданной длительностью развертки и их количеством.

При включенной функции свип-генератора с помощью кнопки **SwpType** выберите **Step**. Изображение "ступеньки" на форме сигнала указывает на ступенчатый режим развертки. При этом с помощью кнопки  откройте вторую страницу меню (2/2). Нажмите кнопку **StepNum** и с помощью цифровой клавиатуры или с помощью поворотного регулятора задайте число ступеней в диапазоне от 2 до 2048. Настройка по умолчанию: 2.

Замечание: при развертке **Linear** или **Log** кнопка **StepNum** недоступна и выделена серым цветом.

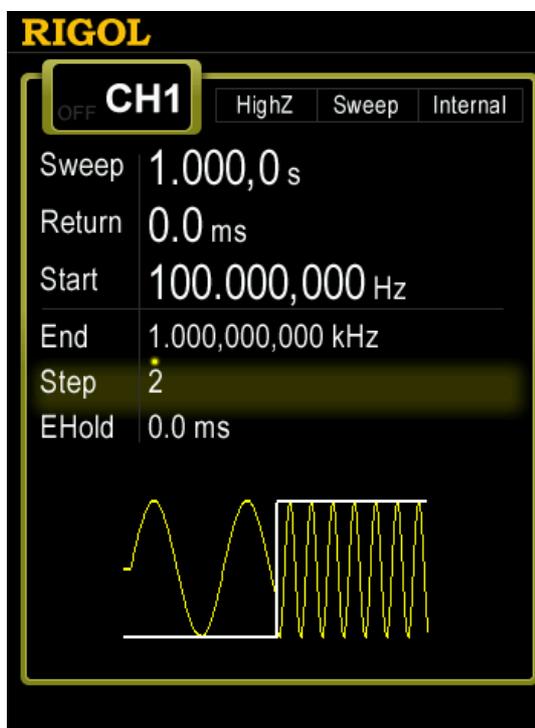


Рисунок 6-3 Ступенчатый режим развертки

Длительность развертки

При включенной функции свип-генератора нажмите кнопку **SwpTime** и с помощью цифровой клавиатуры или с помощью поворотного регулятора задайте длительность развертки в диапазоне от 1 мс до 300 с. Настройка по умолчанию: 1 с.

Генератор будет производить развертку с новым значением ее длительности сразу после изменения.

Время обратного хода развертки

Время обратного хода развертки – это задаваемое время, в течение которого генератор будет выжидать после завершения одного цикла до начала следующего.

При включенной функции свип-генератора нажмите кнопку **ReturnTime** и с помощью цифровой клавиатуры или с помощью поворотного регулятора задайте время обратного хода развертки в диапазоне от 0 мс до 300 с. Настройка по умолчанию: 0 с.

Генератор будет производить развертку с новым значением длительности обратного хода сразу после изменения.

Частота маркера

Если функция маркера в режиме свип-генератора выключена, то сигнал синхронизации на разъеме **[Sync]** передней панели соответствующего канала всегда в начале каждой развертки изменяется от низкого к высокому уровню, и затем в середине ее периода изменяется от высокого к низкому уровню. При включении функции маркера возврат сигнала синхронизации от высокого к низкому уровню будет происходить не в середине периода развертки, а при достижении разверткой установленной частоты маркера.

При включенной функции свип-генератора с помощью кнопки **MarkFreq** выберите **On**, как показано на следующем рисунке, с помощью цифровой клавиатуры или с помощью поворотного регулятора задайте частоту маркера в диапазоне от начальной до конечной частоты развертки. Настройка по умолчанию: 550 Гц.

Генератор будет производить развертку с новым значением частоты маркера сразу после изменения.

Замечание: при ступенчатом режиме развертки кнопка **MarkFreq** недоступна и выделена серым цветом.

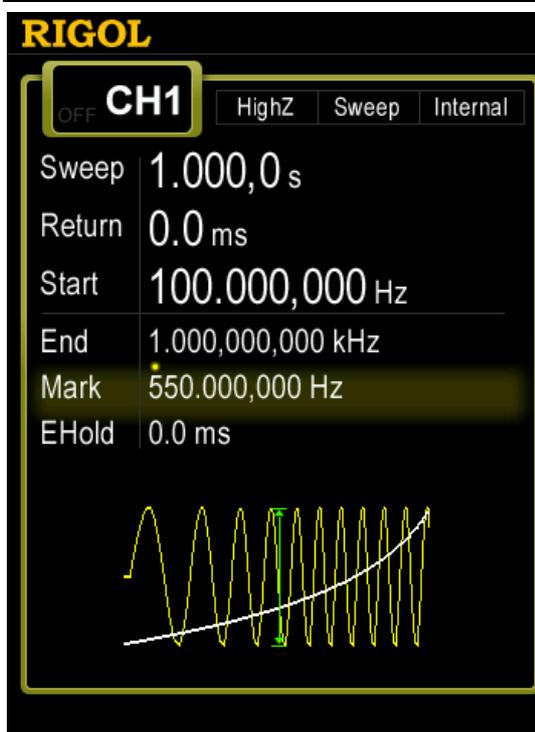


Рисунок 6-4 Частота маркера

Время фиксации начальной частоты

Время фиксации начальной частоты – это время, в течение которого генератор будет выдавать сигнал с фиксированной начальной частотой, после чего выполнит развертку по частоте в обычном порядке.

При включенной функции свип-генератора с помощью кнопки  откройте вторую страницу меню (2/2), затем нажмите кнопку **Start Hold** и с помощью цифровой клавиатуры или с помощью поворотного регулятора задайте время фиксации начальной частоты в диапазоне от 0 мс до 300 с. Настройка по умолчанию: 0 с.

Генератор будет производить развертку с новым значением времени фиксации начальной частоты сразу после изменения.

Время фиксации конечной частоты

Время фиксации конечной частоты – это время, в течение которого генератор будет выдавать после выполнения развертки по частоте сигнал с фиксированной конечной частотой.

При включенной функции свип-генератора с помощью кнопки  откройте вторую страницу меню (2/2), затем нажмите кнопку **End Hold** и с помощью цифровой клавиатуры или с помощью поворотного регулятора задайте время фиксации конечной частоты в диапазоне от 0 мс до 300 с. Настройка по умолчанию: 0 с.

Генератор будет производить развертку с новым значением времени фиксации конечной частоты сразу после изменения.

Режимы запуска свип-генератора

Для функции свип-генератора предусмотрены три режима запуска: внутренний, внешний или ручной. Т.е. имеется возможность производить однократную развертку при получении внешнего пускового сигнала или путем нажатия кнопки.

При включенной функции свип-генератора с помощью кнопки  откройте вторую страницу меню (2/2), затем нажмите кнопку **Source** для выбора внутреннего (**Int**), внешнего (**Ext**) или ручного (**Manual**) режима запуска. Настройка по умолчанию: **Int**.

1. Внутренний запуск

Генератор выполняет циклы развертки непрерывно. Длительность запуска зависит от установки длительности развертки, времени обратного хода развертки, времени фиксации начальной частоты и времени фиксации конечной частоты.

2. Внешний запуск

Генератор выполняет цикл развертки при поступлении пускового сигнала ТТЛ-уровня заданной полярности через разъем **[Mod/FSK/Trig]**, расположенный на задней панели прибора. С помощью кнопки **SlopeIn** выберите положительную (**Leading**) или отрицательную (**Trailing**) полярность пускового ТТЛ сигнала. Настройка по умолчанию: **Leading**.

Замечание: при внутреннем (**Int**) и ручном (**Manual**) режиме доступна кнопка выхода пускового сигнала **TrigOut**. Разъем **[Mod/FSK/Trig]** на задней панели прибора используется в качестве выхода пускового сигнала.

Разъем
[Mod/FSK/Trig]



3. Ручной запуск

При этом режиме свип-сигнал будет генерироваться в соответствующем канале только при нажатии кнопки **Trigger1** или **Trigger2** на передней панели.

Выходной сигнал синхронизации

При включенной функции свип-генератора и выборе режима внутреннего (**Int**) и ручного (**Manual**) запуска прибор дает возможность получить с разъема **[Mod/FSK/Trig]**, расположенного на задней панели, выходной ТТЛ-совместимый сигнал с выбираемым фронтом для запуска других приборов.

Разъем
[Mod/FSK/Trig]



- **Внутренний запуск:** генератор обеспечивает при запуске развертки подачу на разъем **[Mod/FSK/Trig]** выходного сигнала в форме меандра. Период выходного сигнала зависит от установки длительности развертки, времени обратного хода развертки, времени фиксации начальной частоты и времени фиксации конечной частоты.
- **Ручной запуск:** генератор обеспечивает при запуске развертки подачу на разъем **[Mod/FSK/Trig]** выходного сигнала в виде импульса с длительностью не меньше 1 мкс.

-
- **Внешний запуск:** разъем **[Mod/FSK/Trig]** используется, как вход внешнего пускового сигнала; выходной сигнал синхронизации при этом режиме не предусмотрен.

При выборе режима внутреннего (**Int**) и ручного (**Manual**) запуска нажмите кнопку **TrigOut** для выбора фронта или среза для выходного сигнала синхронизации или его выключения. Настройка по умолчанию: сигнал синхронизации выключен (**Off**).

- **Off:** выходной сигнал синхронизации выключен.
- **Leading:** фронт выходного сигнала синхронизации соответствует началу развертки.
- **Trailing:** срез выходного сигнала синхронизации соответствует началу развертки.

Глава 7 Генерация пачки

Генератор серии DG4000 обеспечивает генерацию пачки сигналов с управляемым количеством циклов, как в одном выходном канале, так и в двух каналах одновременно. Генератор серии DG4000 поддерживает управление генерацией пачки: внутреннее, внешнее или ручное; имеется три типа генерации пачки: пакет с задаваемым количеством циклов, непрерывная генерация и стробированный пакет. Прибор позволяет генерировать пачки из сигнала следующих форм: синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный, шум (только для стробированного пакета) и сигнал произвольной формы (кроме DC).

Темы этой главы:

- включение функции генерации пачки;
- тип генерации пачки;
- начальная фаза пачки;
- период пачки;
- полярность стробирующего сигнала;
- время задержки пачки;
- режим запуска генерации пачки;
- выходной сигнал синхронизации.

Включение функции генерации пачки

Нажмите кнопку **Burst** на передней панели для включения функции генерации пачки (должна включиться ее подсветка). Если функция модуляции (кнопка **Mod**) или свип-генератора (кнопка **Sweep**) в этот момент была активна, то она автоматически будет выключена. На выходе соответствующего канала генератора (если канал включен) будет присутствовать сигнал генерации пачки в соответствии с текущими настройками. Выключение функции генерации пачки производится повторным нажатием кнопки **Burst**.

Тип генерации пачки

Генератор серии DG4000 имеет три типа генерации пачки: пакет с заданным количеством циклов (**N_Cycle**), непрерывная генерация (**Infinite**) и стробированный пакет (**Gated**). Настройка по умолчанию: **N_Cycle**.

Таблица 7-1 Режимы запуска и формы основного сигнала для разных типов генерации пачки

Тип генерации пачки	Режим запуска	Форма основного сигнала
Пакет с заданным количеством циклов (N Cycle)	внутренний, внешний или ручной	синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный и сигнал произвольной формы (кроме DC).
Непрерывная генерация (Infinite)	внешний или ручной	синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный и сигнал произвольной формы (кроме DC).
Стробированный пакет (Gated)	внешний	синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный, шум и сигнал произвольной формы (кроме DC).

Пакет с заданным количеством циклов

Этот тип генерации пачки позволяет получать заданное количество циклов сигнала N после получения сигнала запуска, используя следующие формы основного сигнала: синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный и сигнал произвольной формы (кроме DC).

При этом типе генерации пачки возможно использование внутреннего (**Int**), внешнего (**Ext**) или ручного (**Manual**) запуска. Кроме того, можно установить начальную фазу (**Start Phase**), период пачки (**Burst Period**) (только для внутреннего запуска), время задержки (**Delay**), выбрать фронт или срез

пускового сигнала (**SlopeIn**) (внешний запуск) и настроить выходной сигнал синхронизации (**TrigOut**) (для внутреннего или ручного запуска).

При включенной функции генерации пачки с помощью кнопки **Type** выберите **N_Cycle** (пакет с заданным количеством циклов). Подсвеченный параметр числа циклов (**Cycles**) готов к редактированию. Теперь с помощью цифровой клавиатуры или поворотного регулятора можно установить нужное число циклов пакета в диапазоне от 1 до 1'000'000 для внешнего или ручного запуска или в диапазоне от 1 до 500'000 для внутреннего запуска. Настройка по умолчанию: 1.

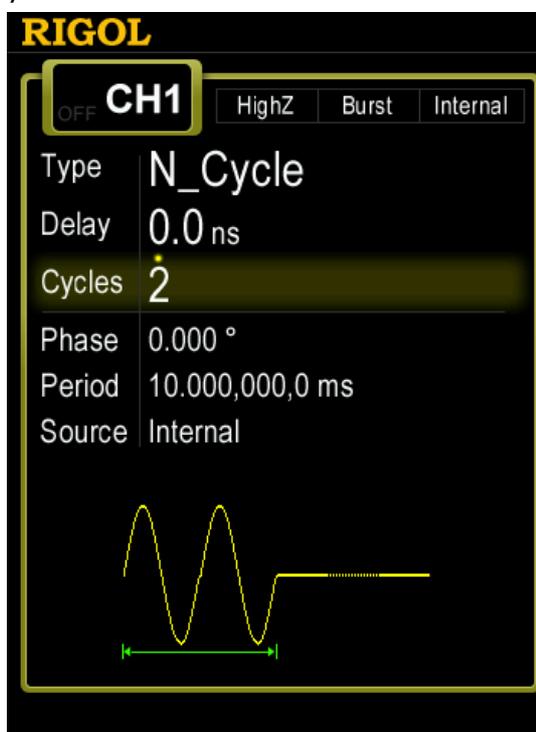


Рисунок 7-1 Пакет с заданным количеством циклов

Непрерывная генерация пачек

Непрерывная генерация эквивалентна описанному выше типу при установке для параметра **Cycles** бесконечного значения. Выходной сигнал появится после получения сигнала запуска. Этот тип генерации пачки позволяет использовать следующие формы основного сигнала: синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный и сигнал произвольной формы (кроме DC).

Тип непрерывной генерации допускает использование внешнего (**Ext**) или ручного (**Manual**) запуска. Кроме того, можно установить начальную фазу

(**Start Phase**), время задержки (**Delay**), выбрать фронт или срез пускового сигнала (**SlopeIn**) (внешний запуск) и настроить выходной сигнал синхронизации (**TrigOut**) (для ручного запуска).

При включенной функции генерации пачки с помощью кнопки **Type** выберите **Infinite** (бесконечное число циклов). Автоматически будет установлен ручной запуск (**Manual**).

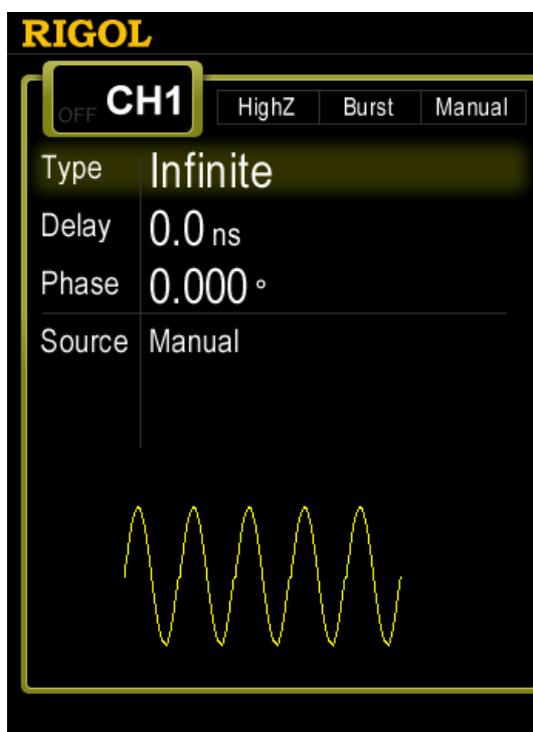


Рисунок 7-2 Непрерывная генерация пачек

Стробированный пакет

Стробированный пакет позволяет формировать пачку из основного сигнала в соответствии с уровнем внешнего стробирующего сигнала, поступающего через разъем **[Mod/FSK/Trig]**, расположенный на задней панели прибора. Этот тип генерации пачки допускает использовать следующие формы основного сигнала: синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный, шум и сигнал произвольной формы (кроме DC).

Если стробирующий сигнал имеет значение "ИСТИНА", то на выход генератора поступает основной сигнал. Когда стробирующий сигнал принимает значение "ЛОЖЬ", генератор заканчивает текущий период основного сигнала и останавливается, поддерживая уровень напряжения, соответствующий начальной фазе сигнала в пачке. При выборе шума в качестве основного сигнала остановка генерации производится сразу, как только стробирующий сигнал принимает значение "ЛОЖЬ".

Стробированный пакет позволяет использовать только внешний запуск (**Ext**). Кроме того, может быть установлена начальная фаза (**Start Phase**).

При включенной функции генерации пачки с помощью кнопки **Type** выберите **Gated**, затем с помощью кнопки **Polarity** выберите нужную полярность пускового сигнала, при которой начнется генерация пачки: положительную (**Pos**) или отрицательную (**Neg**).

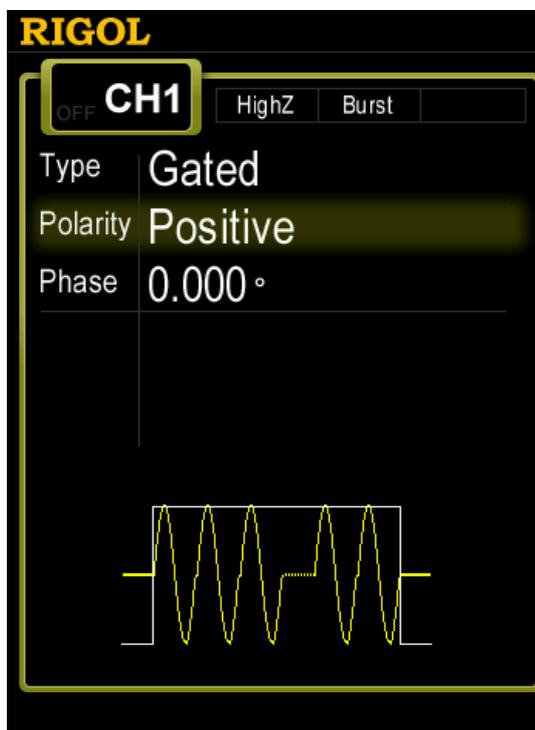


Рисунок 7-3 Стробированный пакет

Начальная фаза пачки

Этот параметр определяет фазу начальной точки в пачке.

При включенной функции генерации пачки нажмите кнопку **Start Phase**, затем с помощью цифровой клавиатуры или поворотного регулятора введите нужное значение фазы в диапазоне от 0° до 360°. Настройка по умолчанию: 0°.

- Для синусоидального, прямоугольного, пилообразного сигнала 0° соответствует точке перехода через уровень 0 В (или уровень постоянного смещения) к более высокому напряжению.
- Для сигнала произвольной формы 0° соответствует первой точке формы сигнала.
- Для импульсной формы сигнала и для шума кнопка **Start Phase** недоступна.

Период пачки

Параметр период пачки доступен только при использовании в качестве типа генерации пачки пакета с заданным количеством циклов (**N_Cycle**) и задает время между началами двух смежных пакетов.

- Период пачки должен быть больше или равен $[1 \text{ мкс} + (\text{период основного сигнала}) \times (\text{количество циклов})]$.
- При попытке установки более короткого периода пачки генератор автоматически увеличит его до минимально допустимого значения для формирования заданного количества циклов в пачке.

При включенной функции генерации пачки с помощью кнопки **Type** выберите **N_Cycle**, затем с помощью кнопки **Source** выберите **Int**. Нажмите кнопку **Burst Period** и с помощью цифровой клавиатуры или поворотного регулятора введите нужное значение периода в диапазоне от 2 мкс до 500 с. Настройка по умолчанию: 10 мс.

Полярность стробирующего сигнала

Выбор полярности доступен только при использовании в качестве типа генерации пачки стробированного пакета (**Gated**). Пачка на выходе генератора присутствует только при наличии с заданной этим параметром полярностью сигнала, поступающего через разъем **[Mod/FSK/Trig]**, расположенный на задней панели прибора.

При включенной функции генерации пачки с помощью кнопки **Type** выберите **Gated**, затем с помощью кнопки **Polarity** выберите положительную (**Pos**) или отрицательную (**Neg**) стробирующего сигнала. Настройка по умолчанию: **Pos**.

Время задержки пачки

Параметр времени задержки пачки доступен только при использовании в качестве типа генерации пачки пакет с заданным количеством циклов (**N_Cycle**) или непрерывная генерация (**Infinite**). Этот параметр определяет интервал времени между получением генератором пускового сигнала и появлением на его выходе пачки с заданным количеством циклов (**N_Cycle**) или первой пачки при непрерывной генерации (**Infinite**).

При включенной функции генерации пачки с помощью кнопки **Type** выберите **N_Cycle** или **Infinite**. Нажмите кнопку , чтобы открыть вторую страницу меню (2/2), затем нажмите кнопку **Delay** и помощью цифровой клавиатуры или поворотного регулятора введите нужное значение времени задержки в диапазоне от нуля до 85 с. Настройка по умолчанию: 0 с.

Режим запуска генерации пачки

Для функции генерации пачки имеются три режима запуска: внутренний, внешний или ручной. Генерация пачки производится при получении пускового сигнала или нажатия кнопки, далее следует ожидание нового пускового сигнала или нажатия кнопки.

При включенной функции генерации пачки с помощью кнопки **Source** выберите внутренний (**Int**), внешний (**Ext**) или ручной (**Manual**) режим запуска. Настройка по умолчанию: **Int**.

1. Внутренний запуск

При выборе внутреннего режима запуска возможна только генерация пакета с заданным количеством циклов (**N_Cycle**) с частотой повторения пакетов, определяемой заданным периодом пачки (кнопка **Burst Period**).

2. Внешний запуск

При выборе внутреннего режима запуска можно использовать все типы генерации пачки: пакет с заданным количеством циклов (**N_Cycle**),

непрерывная генерация (**Infinite**) и стробированный пакет (**Gated**). Генерация пачки выполняется при поступлении пускового сигнала ТТЛ-уровня заданной полярности через разъем **[Mod/FSK/Trig]**, расположенный на задней панели прибора. С помощью кнопки **SlopeIn** выберите положительную (**Leading**) или отрицательную (**Trailing**) полярность пускового ТТЛ сигнала. Настройка по умолчанию: **Leading**.

Замечание: при внутреннем (**Int**) и ручном (**Manual**) режиме доступна кнопка выхода пускового сигнала **TrigOut**. Разъем **[Mod/FSK/Trig]** на задней панели прибора используется в качестве выхода пускового сигнала.



3. Ручной запуск

При выборе ручного режима запуска можно использовать только два типа генерации пачки: непрерывная генерация (**Infinite**) и стробированный пакет (**Gated**). Генерация пачки выполняется в соответствующем канале (канал должен быть включен) только при нажатии кнопки **Trigger1** или **Trigger2** на передней панели. Если соответствующий канал был выключен, то нажатие какой либо из этих кнопок игнорируется.

Выходной сигнал синхронизации

При включенной функции генерации пачки и выборе режима внутреннего (**Int**) и ручного (**Manual**) запуска прибор дает возможность получить через разъем **[Mod/FSK/Trig]**, расположенный на задней панели, выходной ТТЛ-совместимый сигнал с выбираемым фронтом для запуска других приборов.

Разъем

[Mod/FSK/Trig]



- **Внутренний запуск:** генератор обеспечивает при начале пачки подачу на разъем **[Mod/FSK/Trig]** выходного сигнала в виде прямоугольных импульсов варьиремым коэффициентом заполнения (зависит от периода формы основного сигнала и числа циклов в пачке). Период этого выходного сигнала равен периоду пачки.
- **Ручной запуск:** генератор обеспечивает при начале пачки подачу на разъем **[Mod/FSK/Trig]** выходного сигнала в виде импульса с длительностью не меньше 1 мкс.
- **Внешний запуск:** разъем **[Mod/FSK/Trig]** используется для входа внешнего пускового сигнала; выходной сигнал синхронизации при этом режиме не предусмотрен.

При выборе внутреннего (**Int**) и ручного (**Manual**) режима запуска, нажмите кнопку **TrigOut** для выбора фронта или среза для выходного сигнал синхронизации или его выключения. Настройка по умолчанию: выключено (**Off**).

- **Off:** выходной сигнал синхронизации выключен.
- **Leading:** фронт выходного сигнала синхронизации соответствует началу пачки.
- **Trailing:** срез выходного сигнала синхронизации соответствует началу пачки.

Глава 8 Частотомер

Генератор серии DG4000 снабжен 7-ми разрядным частотомером, позволяющим измерять целый ряд различных параметров, таких как частота, период, коэффициент заполнения, длительность импульса и длительность паузы между импульсами, а также имеющим функцию статистической обработки результатов измерения. При включенной функции статистической обработки генератор автоматически вычисляет максимум, минимум, среднее значение и стандартное отклонение результатов измерения и отображает тенденцию изменения результатов измерения в числовом или графическом режиме. Кроме того, оба выходных канала генератора могут нормально работать независимо от использования функции статистической обработки.

Темы этой главы:

- включение частотомера;
- настройки частотомера;
- статистическая обработка.

Включение частотомера

Нажмите кнопку **Counter** на передней панели (должна включиться ее подсветка) для включения функции частотомера и отображения интерфейса его настроек частотомера, подобного показанному на следующем рисунке.

Выключить функцию частотомера можно повторным нажатием кнопки **Counter**, если на экране отображается его интерфейс. Если функция частотомера включена, но его интерфейс на экране не отображается, то нажатие кнопки **Counter** позволяет отобразить на экране интерфейс частотомера.

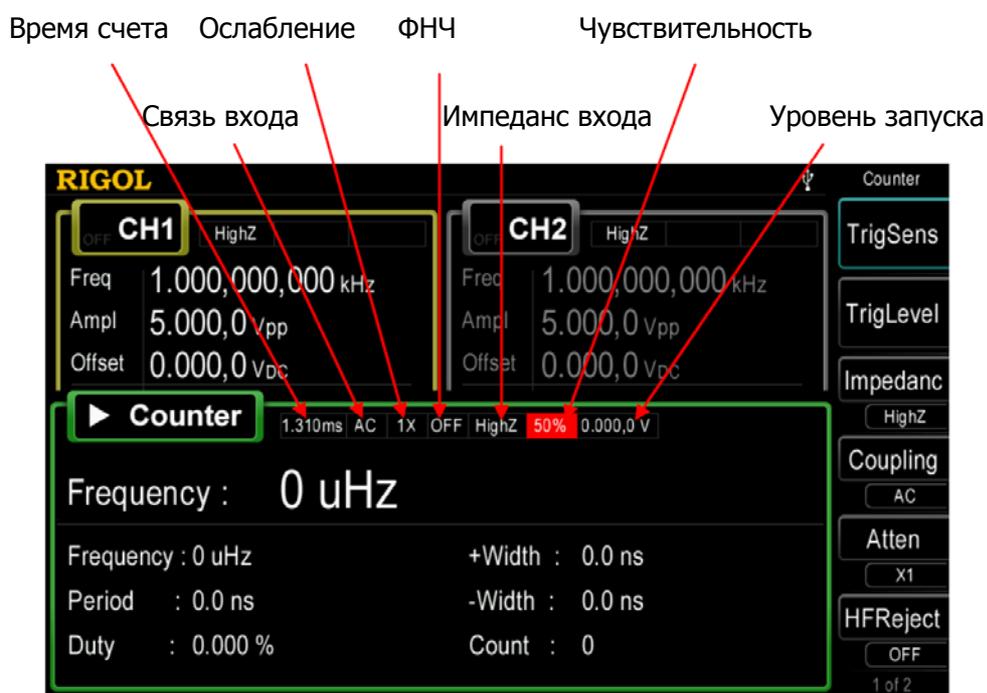


Рисунок 8-1 Интерфейс настроек частотомера

Замечание: при включенной функции частотомера выход синхронизации канала CH2 перестает работать по прямому назначению и используется как вход для частотомера.

Настройки частотомера

Для правильной работы частотомера необходимо настроить его параметры.

1. Чувствительность

С помощью кнопки **TrigLevel** можно установить чувствительность измерительной системы в диапазоне от 0 до 100 %. Настройка по умолчанию –50 %.

Нажмите кнопку **TrigSens**, с помощью цифровой клавиатуры введите нужное значение и выберите “%” в открывшемся меню единиц.

2. Уровень запуска

С помощью кнопки **TrigLevel** можно установить уровень запуска измерительной системы в диапазоне от минус 2.5 до 2.5 В, получая показание результата измерения при достижении входным сигналом установленного значения. По умолчанию: 0 В.

Нажмите кнопку **TrigLevel**, с помощью цифровой клавиатуры введите нужное значение и выберите нужную единицу величины (**V** или **mV**) в открывшемся меню.

3. Импеданс входа

С помощью кнопки **Impedanc** можно установить входной импеданс 50 Ом (**50Ω**) или высокоомный (**HighZ**), настройка по умолчанию: **HighZ**.

4. Тип связи входа частотомера

С помощью кнопки **Coupling** можно установить тип связи входа частотомера: открытый вход (**DC**) или закрытый вход (**AC**), настройка по умолчанию: **AC**.

5. Аттенюатор

С помощью кнопки **Atten** можно выбрать коэффициент ослабления входного сигнала **X1** или **X10**.

6. ФНЧ

ФНЧ может использоваться для фильтрации высокочастотных компонент и улучшения точности измерения низкочастотного сигнала.

Нажмите кнопку **HFReject** для включения или выключения функции ФНЧ.

Замечание: при измерении низкочастотного сигнала с частотой ниже 1 кГц и снижения влияния высокочастотного шума используйте ФНЧ; при измерении высокочастотного сигнала с частотой выше 1 кГц ФНЧ следует выключить.

7. Время счета

Нажмите кнопку **Gate Time** для выбора времени счета системы измерения, настройка по умолчанию: 1.310 мс.

GateT1	1.310 мс
GateT2	10.48 мс
GateT3	166.7 мс
GateT4	1.342 с
GateT5	10.73 с
GateT6	>10 нс

8. Типа измеряемого параметра

Нажмите кнопку **Measure** для выбора типа измеряемого параметра. Частотомер позволяет измерять следующие параметры: частота (**Freq**), период (**Peri**), коэффициент заполнения (**Duty**), длительность импульса (**+Width**) и длительность паузы между импульсами (**-Width**), настройка по умолчанию: **Freq**.

9. Статистическая обработка

Нажмите кнопку **Statist** для включения или выключения функции статистической обработки (см. раздел “**Статистическая обработка**”).

10. Автоматическая настройка частотомера

Нажмите эту кнопку **Auto** для автоматической настройки параметров частотомера.

После выполнения настроек генератор сразу начинает измерять входной сигнал с их использованием.

Статистическая обработка

При включенной статистической обработке генератор автоматически вычисляет максимум, минимум, среднее значение и стандартное отклонение результатов измерения и отображает тенденцию изменения результатов измерения в числовом или графическом режиме.

1. Включение статистической обработки

Нажмите кнопки **Statist** → **Statist** для включения (**On**) или выключения (**Off**) функции статистической обработки, Настройка по умолчанию: **On**.

2. Выбор режима отображения

После включения функции статистической обработки нажмите кнопку **Display** для выбора режима отображения результатов статистической обработки в числовом (**Digital**) или графическом (**Curve**) режиме, как показано на рисунках 8-2 и 8-3.

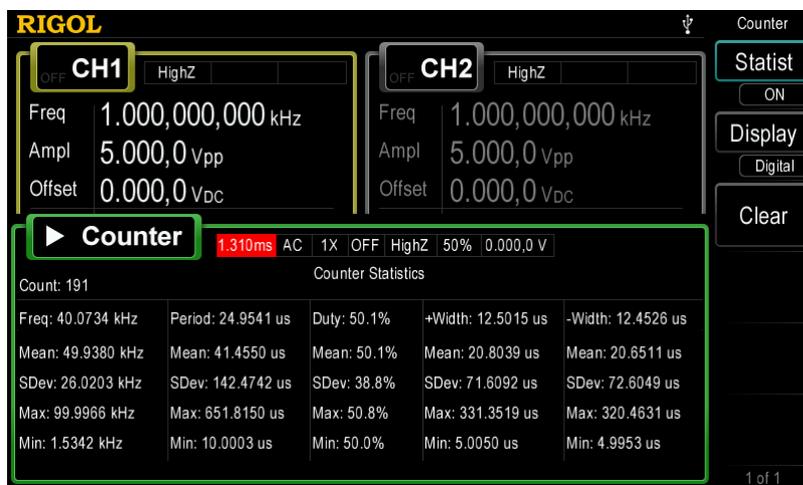


Рисунок 8-2 Результаты статистической обработки (в числовом режиме отображения)

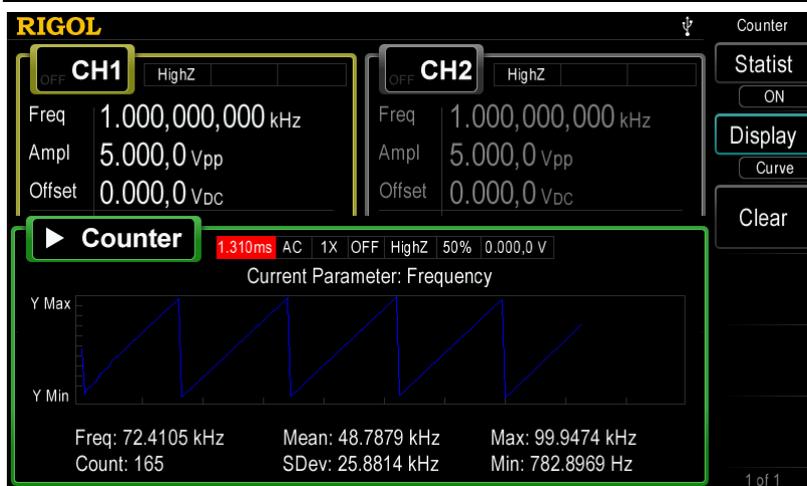


Рисунок 8-3 Результаты статистической обработки (в графическом режиме отображения)

3. Очистка результата статистической обработки

Нажмите кнопку **Clear** для очистки текущего результата статистической обработки.

Глава 9 Сохранение и загрузка

Генератор серии DG4000 позволяет сохранять текущие настройки и заданные пользователем данные сигнала произвольной формы во внутренней или внешней памяти, а также загружать и по необходимости.

Темы этой главы:

- обзор системы хранения;
- выбор типа файла;
- выбор типа браузера;
- управление файлами.

Обзор системы хранения

Генератор серии DG4000 позволяет сохранять текущие настройки и заданные пользователем данные сигнала произвольной формы во внутренней или внешней памяти, а также загружать их по необходимости.

Генератор серии DG4000 имеет внутреннюю энергонезависимую память (**Диск "C:"**) и обеспечивает возможность подключения внешней памяти (**Диск "D:"**).

- **Диск "C:"**: обеспечивает 10 ячеек (**STATE 1~STATE 10**) для хранения файлов настроек и 10 ячеек (**ARB 1~ARB 10**) для хранения файлов пользовательских сигналов произвольной формы. Можно сохранять настройки генератора и сигналы произвольной формы (созданные пользователем или загруженные командами дистанционного управления) в виде файлов на диск "C:" и копировать файлы, хранящиеся на USB-флеш накопителе на диск "C:".
- **Диск "D:"**: доступен, если USB-флеш накопитель подключен к интерфейсу USB-хост на передней панели и обнаружен генератором.

Нажмите кнопку **Store** на передней панели (должна включиться ее подсветка) для активирования функции сохранение/загрузка и вызова на экран ее интерфейса, показанного на следующем рисунке.

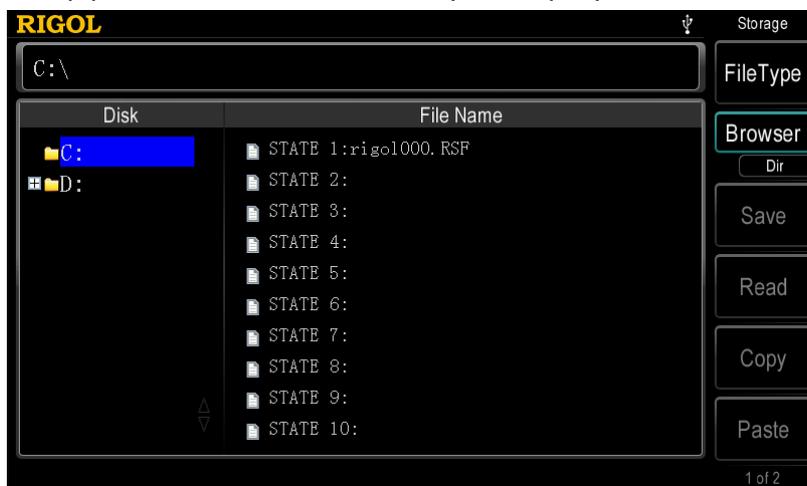


Рисунок 9-1 Интерфейс функции сохранение/загрузка

Замечание: Генератор серии DG4000 может правильно распознавать имена файлов, содержащие только китайские иероглифы, буквы английского

алфавита, цифры и символ нижнего тире. Имена файлов и папок, содержащие иные символы, могут неверно отображаться интерфейсом сохранения/загрузки.

Выбор типа файла

Нажмите кнопку **Store** → **File Type** для выбора нужного типа файла. Доступные варианты выбора типа файлов включают: файл настроек (**State File**), файл сигнала произвольной формы (**Arb File**), текстовый файл (**TXT**), файл электронных таблиц (**CSV**) или все файлы (**All File**).

1. Файл настроек

Сохранение настроек генератора во внутренней или внешней памяти производится в файлы с расширением "*.RSF". Наиболее часто используемые настройки могут быть сохранены в 10 ячейках внутренней памяти. Эти десять ячеек соответствуют **User1~User10** при нажатии кнопок **Utility** → **Preset** (см. раздел "**Восстановление настроек по умолчанию**").

В файл настроек сохраняются выбранная форма сигнала, значения частоты, амплитуды, постоянного смещения, коэффициента заполнения, симметрии, фазы, настройки модуляции, свип-генератора и генерации пачки для обоих каналов, а также настройки частотомера.

2. Файл сигнала произвольной формы

Сохранение настроек заданного пользователем сигнала произвольной формы во внутренней или внешней памяти производится в файлы с расширением "*.RAF". Наиболее часто используемые сигналы произвольной формы могут быть сохранены в 10 ячейках внутренней памяти.

3. Текстовый файл

Генератор позволяет считывать текстовый файл, хранящийся во внешней памяти. Каждая строка такого файла (строка не должна состоять больше чем из 64 символов) должна содержать данные об одной точке сигнала произвольной формы, а данные всех строк в файле должны быть нормированы для формирования сигнала произвольной формы. При считывании данные сигнала произвольной формы сохраняются в энергозависимом буфере. По окончании считывания генератор автоматически перейдет к интерфейсу, вызываемому кнопкой **Arb**.

Замечание: если для браузера выбран режим работы с папками (**Browser** → **Dir**), этот пункт меню будет недоступен и выделен серым цветом.

4. Файл электронных таблиц

Генератор позволяет считывать файл электронных таблиц, хранящийся во внешней памяти. При считывании данные сигнала произвольной формы сохраняются в энергозависимом буфере. По окончании считывания генератор автоматически перейдет к интерфейсу, вызываемому кнопкой **Arb**.

Замечание: если для браузера выбран режим работы с папками (**Browser** → **Dir**), этот пункт меню будет недоступен и выделен серым цветом.

5. Все файлы

Генератор позволяет отображать все типы файлов и папок, имеющиеся в текущей выбранной папке. При выборе этого типа операция сохранения недоступна.

Выбор типа браузера

Нажатием кнопок **Store** → **Browser** можно выбрать тип браузера для папок (**Dir**) или для файлов (**File**). С помощью поворотного регулятора выберите нужную папку или файл.

- **Dir:** при выборе этого типа браузера с помощью поворотного регулятора можно выбрать диск "C:" или диск "D:" (USB-флеш накопитель подключен и обнаружен генератором).
- **File:** при выборе этого типа браузера с помощью поворотного регулятора можно выбрать нужную папку или файл в текущей папке.

Управление файлами

При выборе этого типа браузера **File** можно выполнять ряд операций над файлами: сохранение (**Save**), считывание (**Read**), копирование в буфер (**Copy**), вставку (**Paste**), удаление (**Delete**) или создание новой папки (**New Directory**).

Сохранение

1. Выбор типа файлов

Следуя инструкциям раздела "**Выбор типа файла**", выберите тип файлов для операции сохранения. Помните, что при выборе **File Type** → **All File** операция сохранения будет недоступна.

2. Вызов интерфейса ввода имени файла

При отображении на экране интерфейса функции сохранения/загрузка выберите **Browser** → **File**, а затем нажмите кнопку **Save** для вызова интерфейса ввода имени файла, показанного на следующем рисунке.

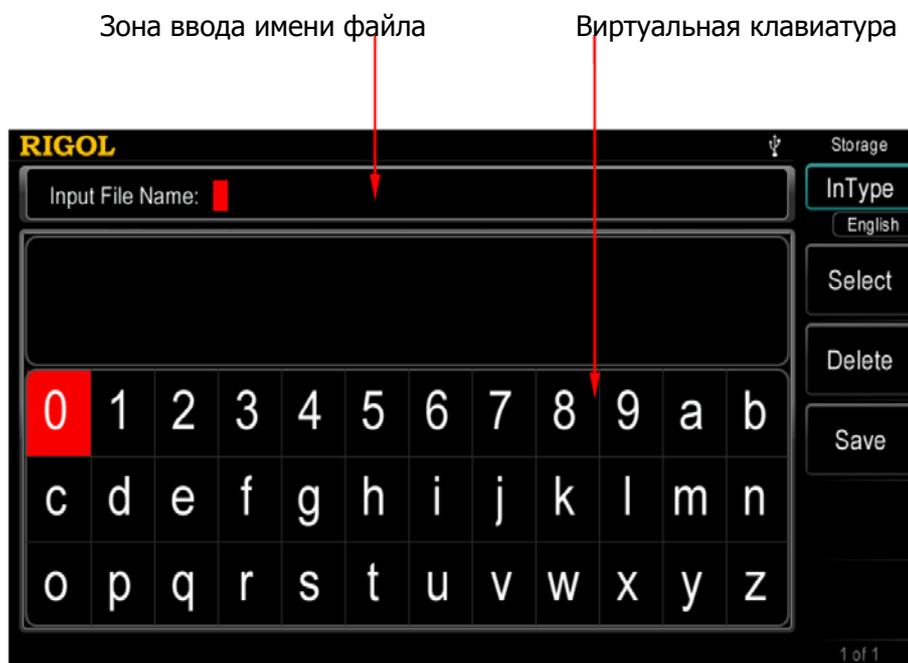


Рисунок 9-2 Интерфейс ввода имени файла (английский)

3. Ввод имени файла

Нажмите кнопку **InType** для выбора китайского (**Chinese**) или английского (**English**) языка. Длина имени файла или папки ограничена 27 символами.

- **Ввод на английском (выключая ввод числа)**

Нажмите кнопку **+/-** на цифровой клавиатуре для выбора ввода прописных или строчных букв.

С помощью поворотного регулятора выберите нужный символ на виртуальной клавиатуре, а затем нажмите кнопку **Select** для подтверждения ввода символа. Выбранный символ будет отображен в зоне ввода имени файла. Аналогичным способом введите все необходимые символы. С помощью кнопки **Delete** можно удалить символ, соответствующий текущему положению курсора в зоне ввода имени файла.

- **Ввод на китайском**

Нажмите кнопку **+/-** на цифровой клавиатуре для переключения на строчные буквы.

Зона транслитерации Зона ввода имени файла Виртуальная клавиатура
 Зона отображения иероглифов



Рисунок 9-3 Интерфейс ввода имени файла (китайский)

С помощью поворотного регулятора выберите нужный символ на виртуальной клавиатуре, а затем нажмите кнопку **Select** для подтверждения ввода символа. Выбранный символ будет отображен в зоне ввода транслитерации китайских иероглифов. После ввода символа транслитерации с помощью цифровой клавиатуры выберите номер нужного иероглифа (если нужный иероглиф еще не показан, с помощью кнопок направления перейдите к следующей странице) и выбранный иероглиф будет отображен в зоне ввода имени файла. Аналогичным способом введите все необходимые иероглифы. С помощью кнопки **Delete** можно удалить символ, соответствующий текущему положению курсора в зоне ввода имени файла.

4. Сохранение файла

После окончания ввода имени файла нажмите кнопку **Save**, генератор сохранит файл с только что введенным именем в текущей выбранной папке и отобразит на экране сообщение об удачно выполненном сохранении файла.

Загрузка

1. Выбор типа файлов

Следуя инструкциям раздела "**Выбор типа файла**", выберите тип файлов для операции сохранения. Помните, что при выборе **File Type** → **All File** операция загрузки будет недоступна.

2. Выбор файла для загрузки

Выберите **Browser** → **Dir** и с помощью поворотного регулятора выберите папку с загружаемым файлом. Затем выберите **Browser** → **File** и с помощью поворотного регулятора выберите нужный файл.

3. Загрузка файла

Нажмите кнопку **Read**, генератор загрузит выбранный файл и отобразит на экране сообщение об удачно выполненном считывании файла.

Копирование в буфер

1. Выбор файла для копирования

Выберите **Browser** → **Dir** и с помощью поворотного регулятора выберите папку с нужным файлом. Затем выберите **Browser** → **File** и с помощью поворотного регулятора выберите нужный файл для копирования.

2. Копирование файла

Нажмите кнопку **Copy**, и генератор скопирует в буфер выбранный файл.

Вставка

1. Копирование файла в буфер

Следуя инструкциям раздела "**Копирование в буфер**", выполните копирование интересующего файла в буфер.

2. Выбор места для вставки

Выберите **Browser** → **Dir** и с помощью поворотного регулятора выберите папку для вставки файла.

3. Вставка файла

Нажмите кнопку **Paste**, генератор вставит в указанную курсором папку файл из буфера и отобразит на экране сообщение об удачно выполненной операции вставки.

Удаление

1. Выбор удаляемого файла или папки

Выберите **Browser** → **Dir** и с помощью поворотного регулятора выберите папку с удаляемым файлом или папкой. Затем выберите **Browser** → **File** и с помощью поворотного регулятора выберите удаляемый файл или папку.

2. Удаление файла или папки

Нажмите кнопку **Delete**, генератор удалит выбранный файл или папку (папка должна быть пустой).

Создание новой папки

Генератор серии DG4000 позволяет создавать новые папки в устройстве внешней памяти. Убедитесь, что USB-флеш накопитель подключен и обнаружен генератором.

1. Выбор памяти

В интерфейсе сохранения/загрузки выберите **Browser** → **Dir** и с помощью поворотного регулятора выберите диск "D:".

2. Новая папка

Выберите **Browser** → **File**, с помощью кнопки  откройте вторую страницу меню (2/2) и нажмите кнопку **New Directory** для вызова интерфейса ввода имени (см. рисунки 9-2 и 9-3).

Замечание: при выборе диска "C:" это меню недоступно.

3. Ввод имени папки

Введите новое имя папки, следуя инструкциям раздела "Сохранение".

4. Сохраните папку

После завершения ввода нового имени папки в интерфейсе ввода имени нажмите кнопку **Save**, и генератор создаст в текущей папке новую пустую папку.

Глава 10 Утилиты и настройки системы

Генератор серии DG4000 позволяет настраивать конфигурацию параметров двухканального режима, настраивать интерфейсы дистанционного управления и устанавливать параметры системы.

Темы этой главы:

- обзор меню утилит;
- настройка канала;
- конфигурирование интерфейса для дистанционного управления;
- настройка системы;
- функция печати;
- настройка связи каналов;
- копирование настроек канала;
- настраиваемая кнопка формы сигнала;
- восстановление настроек.

Обзор меню утилит

Нажмите кнопку **Utility** на передней панели для вызова интерфейса управления, показанного на следующем рисунке. Этот интерфейс отображает текущую конфигурацию настроек выходов каналов, конфигурацию связи настроек каналов и параметры системы.

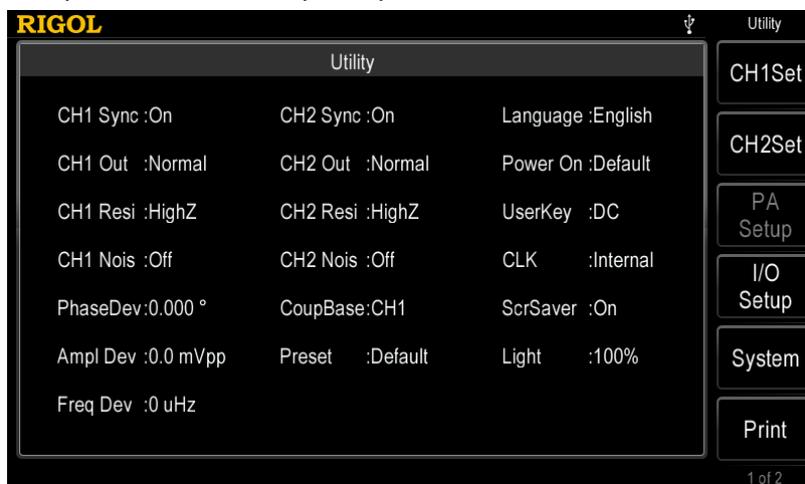


Рисунок 10-1 Интерфейс меню утилит

1. Кнопка **CH1Set**: настройка параметров выхода канала CH1.
2. Кнопка **CH2Set**: настройка параметров выхода канала CH2.
3. Кнопка **I/O Setup**: настройка параметров интерфейса ввода/вывода.
4. Кнопка **System**: настройка параметров системы.
5. Кнопка **Print**: настройка параметров сохранения изображения экрана.
6. Кнопка **Coupling**: настройка параметров связи каналов.
7. Кнопка **CH Copy**: установка параметров копирования настроек канала.
8. Кнопка **UserKey**: назначение "горячей" кнопке часто используемой встроенной формы сигнала.
9. Кнопка **Preset**: восстановление настроек изготовителя для генератора или загрузка настроек пользователя.

Настройки канала

В этом разделе в качестве примера для настройки приводится канал CH1. Настройки канала CH2 выполняются таким же образом.

Выход синхронизации

Генератор серии дает возможность использования синхросигнала для всех основных форм сигнала (кроме шума), сигналов произвольной формы (кроме DC), сигнала генератора гармоник, свип-генератора, сигнала пачки и модулированного сигнала, как для одного, так и для обоих каналов. Для синхросигнала на передней панели прибора предусмотрены выходы синхронизации для каждого канала **[Sync]**.



Выход синхронизации **[Sync]**

Рисунок 10-2 Разъемы выходов синхронизации **[Sync]**

1. Включение/выключение синхросигнала

Включение или выключение синхросигнала на выходе **[Sync]** производится выбором с помощью нажатия кнопок **Utility** → **CH1Set** → **Sync** соответственно **On** или **Off**. Во включенном состоянии (**On**) синхросигнал присутствует на выходном разъеме **[Sync]**. Если сигнал синхронизации выключен (**Off**), то на выходе **[Sync]** присутствует низкий логический уровень.

2. Синхросигналы для различных форм основного сигнала

- Для синусоидального, прямоугольного, пилообразного или импульсного сигналов синхросигнал представляет собой меандр (коэффициент заполнения 50 %). Синхросигнал имеет высокий ТТЛ-уровень относительно 0 В (или уровня постоянного смещения) при положительном уровне выходного сигнала или низкий ТТЛ-уровень относительно 0 В (или уровня постоянного смещения) при отрицательном уровне выходного сигнала.

- Для сигнала произвольной формы синхросигнал представляет собой меандр (коэффициент заполнения 50 %). Синхросигнал имеет высокий ТТЛ-уровень, начиная от первой точки сигнала произвольной формы.
- Для генератора гармоник синхросигнал представляет собой прямоугольные импульсы с переменным коэффициентом заполнения, зависящем от порядка гармоник.
- При модуляции AM, FM, PM и PWM с внутренним источником синхросигнал представляет собой меандр (коэффициент заполнения 50 %), зависящий от частоты модулирующего сигнала и имеющий высокий ТТЛ-уровень в первый его полупериод. При этих типах же модуляции с внешним источником синхросигнал отсутствует.
- При манипуляции ASK, FSK, PSK, BPSK, QPSK, 3FSK и 4FSK синхросигнал представляет собой меандр (коэффициент заполнения 50 %), зависящий от параметра манипуляции ASK/FSK/PSK/BPSK/QPSK/3FSK/4FSK. При манипуляции ASK, FSK и PSK с внешним источником синхросигнал отсутствует.
- При манипуляции колебания (OSK) синхросигнал представляет собой меандр (коэффициент заполнения 50 %), зависящий от параметра манипуляции OSK и имеющий высокий ТТЛ-уровень при запуске внутреннего кварцевого генератора. При манипуляции OSK с внешним источником синхросигнал отсутствует.
- Для свип-генератора при выключенной функции маркера синхросигнал представляет собой меандр (коэффициент заполнения 50 %). Синхросигнал имеет высокий ТТЛ-уровень при запуске развертки, его ТТЛ-уровень становится низким в середине развертки, а частота всегда соответствует частоте развертки. При включенной функции маркера синхросигнал имеет высокий ТТЛ-уровень при запуске развертки и становится низким при достижении отмеченной маркером частоты.
- При генерации пачки с заданным числом циклов синхросигнал имеет высокий ТТЛ-уровень при запуске пачки и становится низким после завершения заданного числа циклов (если базовый сигнал имеет заданную начальную фазу, то точка перехода может не соответствовать нулю). При непрерывной генерации синхросигнал ведет себя так же, как при любом непрерывном сигнале.
- При генерации стробированной пачки синхросигнал следует сигналу стробирования. Помните, что низкий ТТЛ-уровень синхросигнала не появится

до завершения последнего периода (если базовый сигнал имеет заданную начальную фазу, то точка перехода может не соответствовать нулю).

Полярность сигнала синхронизации

Позволяет установить нормальную или инверсную полярность сигнала синхронизации на выходе **[Sync]**.

С помощью нажатия кнопок **Utility** → **CH1Set** → **Polarity** выберите **Pos** или **Neg**.

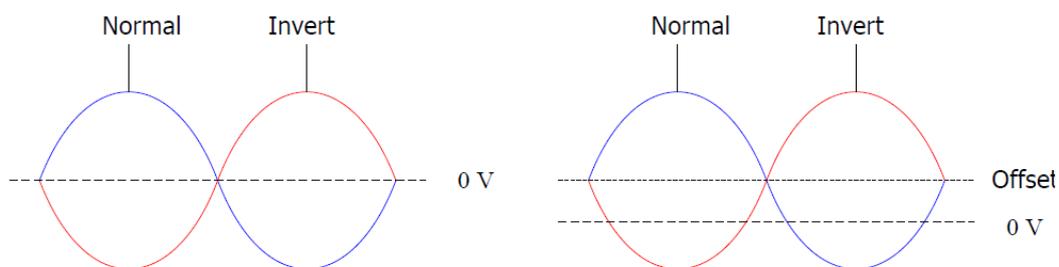
- **Pos**: нормальная полярность сигнала синхронизации.
- **Neg**: инверсная полярность сигнала синхронизации.

Помните, что инверсия основного сигнала не влияет на сигнал синхронизации, он остается неинвертированным.

Полярность основного сигнала

Позволяет установить нормальную или инверсную полярность основного сигнала на выходе **[Output1]**. Инверсия производится относительно уровня постоянного смещения.

С помощью нажатия кнопок **Utility** → **CH1Set** → **Output** выберите **Normal** или инверсию **Invert**. Настройка по умолчанию: **Normal**. Первый полупериод выходного сигнала положительный при **Normal** и отрицательный при инверсии **Invert**.



Обратите внимание на следующие моменты при инверсии формы сигнала:

- постоянное смещение не инвертируется;
- графическое отображение формы сигнала не инвертируется;
- сигнал синхронизации не инвертируется при инверсии основного сигнала.

Сопrotивление выхода

Установка сопротивления выхода предназначена для компенсации амплитуды выходного сигнала и уровня его постоянного смещения. Выход [Output] на передней панели генератора серии DG4000 обеспечивает его работу на фиксированное сопротивление 50 Ом, включенное последовательно выходу. Если фактическое сопротивление нагрузки не будет соответствовать этому значению, то показание напряжения не будет соответствовать напряжению на нагрузке. Для устранения этого установка сопротивления выхода должна соответствовать фактическому сопротивлению нагрузки.

С помощью кнопок **Utility** → **CH1 Set** → **Resi** выберите высокое сопротивление (**HighZ**) или задаваемое сопротивление нагрузки (**Load**). Настройка по умолчанию: **HighZ** (высокое сопротивление). При выборе **Load** с помощью цифровой клавиатуры установите нужное значение сопротивления нагрузки (диапазон установки от 1 Ом до 10 кОм). Настройка по умолчанию: 50 Ом. Значения установок сопротивления будут отображаться на экране. На следующем рисунке показаны значения установок сопротивления: 50 Ом для канала CH1 (**50Ω**) и высокое сопротивление для канала CH2 (**HighZ**).



Значения установок сопротивления

Рисунок 10-3 Сопротивление выхода

При изменении установки сопротивления выхода генератор автоматически компенсирует амплитуду выходного сигнала и уровень постоянного смещения. Например, если текущее значение амплитуды 5 В, то при изменении сопротивления выхода с 50 Ом до **HighZ** отображаемое на экране значение амплитуды будет удвоено и составит 10 В. И, наоборот, при изменении сопротивления выхода с **HighZ** до 50 Ом значение амплитуды будет снижено вдвое и составит 2.5 В (если изначально было 5 В). Помните, что изменяется только отображаемое значение параметра, фактическое же значение для выходного сигнала останется прежним.

Наложение шума

Генератор серии DG4000 позволяет накладывать на выходной сигнал белый (распределение Гаусса) шум. Эта функция названа суперпозицией шума. Сигнал с наложением шума может использоваться для проверки шумоподавления какого-либо прибора.

С помощью нажатия кнопок **Utility** → **CH1Set** → **Noise** можно включить или выключить функцию наложения шума. Настройка по умолчанию: выключена (**OFF**). При использовании режимов модуляции, свип-генератора или генерации пачки меню этой функции недоступно и отображается серым цветом.

Количество шума

Количество шума может быть установлено в процентах от амплитуды суммируемого с ним сигнала.

Нажмите кнопки **Utility** → **CH1Set** → **Noise Scale**. С помощью цифровой клавиатуры введите нужное значение и выберите “%” в меню единиц измерения. Диапазон установки от 0 до 50 %, а Настройка по умолчанию: 10 %. Помните, что пункт меню **Noise Scale** недоступен и отображается серым цветом, если функция наложения шума неактивна.

Настройки интерфейса дистанционного управления

Генератор серии DG4000 имеет интерфейсы USB и LAN, поддерживающие настройку параметров для организации дистанционного управления.

Нажмите кнопки **Utility** → **I/O Setup** для вызова меню ввода/вывода и настройке параметров интерфейса LAN для дистанционного управления или выбора типа устройства, подключенного к интерфейсу USB.

Настройка LAN

Нажмите кнопки **Utility** → **I/O Setup** → **LAN** для вызова меню настройки параметров интерфейса LAN, показанного на следующем рисунке, где пользователь может проверить состояние локальной сети и настроить для нее параметры.

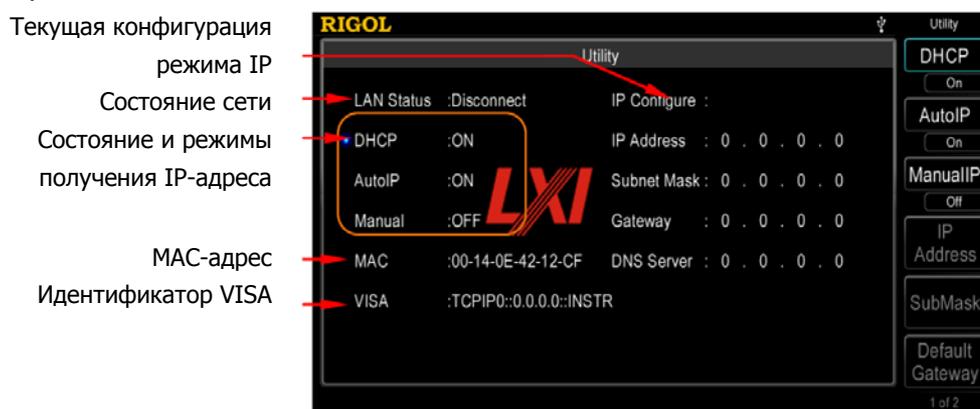


Рисунок 10-4 Настройки параметров интерфейса LAN

Состояние сети

Генератор отслеживает текущее состояние подключения к сети, отображая соответствующие сообщения.

- **Connected:** успешное подключение LAN
- **Disconnect:** отсутствует подключение LAN.

MAC-адрес

MAC-адрес (Media Access Control), также называемый аппаратным адресом, используется для определения положения прибора в локальной сети. MAC-адрес генератора уникален. И всегда используется для идентификации прибора

и назначения ему IP-адреса. MAC-адрес (48 бит, т.е. 6 байт) обычно выражается в шестнадцатеричном формате, например 00-14-0E-42-12-CF.

Идентификатор VISA

VISA (Virtual Instrument Software Architecture) является перспективным интерфейсом программирования, развиваемым компанией NI (National Instrument). Он предназначен для организации связи между приборами, имеющими разнообразные шины. При этом используется единый метод обмена с приборами независимо от типа его интерфейса (GPIB, USB, LAN/Ethernet или RS232). Приборы, имеющие GPIB, USB, LAN/Ethernet или RS232 называют здесь ресурсами (resource).

Идентификатор VISA – это имя ресурса, описывающее его точное наименование и расположение, как VISA-ресурса. Если интерфейс LAN в текущий момент используется для связи с прибором, то идентификатор VISA для него TCP/IP0::172.16.2.13::INSTR.

Режим получения IP-адреса

Режим получения IP-адреса может быть через DHCP, автоматическое назначение (**AutoIP**) или задание вручную (**ManualIP**). При отсутствии в текущий момент подключения к сети текущая конфигурация режима IP после "IP Configure:" будет пустой. При различных режимах получения IP-адреса конфигурация режима IP (например, IP-адрес) будет отличаться.

1. Режим получения IP-адреса может быть через DHCP

- В этом режиме сервер DHCP данной локальной сети назначает генератору параметры локальной сети, например IP-адрес.
- Нажатием кнопки **DHCP** включите (**On**) или отключите (**Off**) режим DHCP.

2. Режим автоматического назначения IP-адреса (AutoIP)

- При режиме автоматического назначения IP-адреса (**AutoIP**) генератор сам назначает IP-адрес в диапазоне от 169.254.0.1 до 169.254.255.254 и маску подсети 255.255.0.0 в соответствии с текущей конфигурацией локальной сети.
- Нажатием кнопки **AutoIP** включите (**On**) или отключите (**Off**) режим AutoIP. Чтобы этот режим был активен, следует для DHCP выбрать **Off**.

3. Режим задания вручную IP-адреса (ManualIP)

- При режиме задания вручную IP-адреса (**ManualIP**) параметры локальной сети, например IP-адрес, пользователь задает вручную.
- Нажатием кнопки **ManualIP** включите (**On**) или отключите (**Off**) режим задания вручную IP-адреса (**ManualIP**). Чтобы этот режим был активен, следует для DHCP и AutoIP выбрать **Off**.
- IP-адрес имеет формат: nnn.nnn.nnn.nnn, где диапазон выбора для первых nnn от 0 до 223 (исключая 127), а диапазон выбора для остальных трех nnn от 0 до 255. Рекомендуется получить IP-адрес у своего сетевого администратора.
- Нажмите кнопку **IP Address** и с помощью цифровой клавиатуры и кнопок направления введите нужный вам IP-адрес. Эта настройка хранится в энергонезависимой памяти, и будет автоматически загружаться при последующих включениях генератора, если для DHCP и AutoIP была выбрана установка **Off**.

Советы

- Если для всех трех режимов получения IP-адреса была выбрана установка **On**, то распределение их приоритета от высшего к низшему будет **DHCP**, **AutoIP** и **ManualIP**.
- Для всех трех режимов получения IP-адреса не может быть выбрана одновременно установка **Off**.

Задание маски подсети

При режиме задания вручную IP-адреса (**ManualIP**) маску подсети пользователь задает вручную.

- Формат маски подсети: nnn.nnn.nnn.nnn, где диапазон выбора для всех nnn от 0 до 255. Рекомендуется получить маску подсети у своего сетевого администратора.
- Нажмите кнопку **SubMask** и с помощью цифровой клавиатуры и кнопок направления введите маску подсети. Эта настройка хранится в энергонезависимой памяти, и будет автоматически загружаться при последующих включениях генератора, если для DHCP и AutoIP была выбрана установка **Off**.

Задание адреса основного шлюза

При режиме задания вручную IP-адреса (**ManualIP**) адрес основного шлюза пользователь задает вручную.

- Формат адреса основного шлюза: nnn.nnn.nnn.nnn, где диапазон выбора для первых nnn от 0 до 223 (исключая 127), а диапазон выбора для остальных трех nnn от 0 до 255. Рекомендуется получить адрес основного шлюза у своего сетевого администратора.
- Нажмите кнопку **Default Gateway** и с помощью цифровой клавиатуры и кнопок направления введите нужный адрес основного шлюза. Эта настройка хранится в энергонезависимой памяти, и будет автоматически загружаться при последующих включениях генератора, если для DHCP и AutoIP была выбрана установка **Off**.

Задание адреса DNS-сервера

При режиме задания вручную IP-адреса (**ManualIP**) адрес DNS-сервера пользователь задает вручную.

- Формат адреса DNS-сервера: nnn.nnn.nnn.nnn, где диапазон выбора для первых nnn от 0 до 223 (исключая 127), а диапазон выбора для остальных трех nnn от 0 до 255. Рекомендуется получить адрес DNS-сервера у своего сетевого администратора.
- Нажмите кнопку **DNS Server** и с помощью цифровой клавиатуры и кнопок направления введите нужный адрес DNS-сервера. Эта настройка хранится в энергонезависимой памяти, и будет автоматически загружаться при последующих включениях генератора, если для DHCP и AutoIP была выбрана установка **Off**.

Задание имени хоста

Проконсультируйтесь у своего сетевого администратора, должны ли использовать имя хоста, и какое оно.

Нажмите кнопку **Host Name** и с помощью цифровой клавиатуры и кнопок направления введите имя хоста, которое может содержать до 16 символов, включая буквы, цифры, точки и тире. Эта настройка хранится в энергонезависимой памяти.

Установка доменного имени

Проконсультируйтесь у своего сетевого администратора, должны ли использовать доменное имя, и какое оно.

Нажмите кнопку **Domain Name** и с помощью цифровой клавиатуры и кнопок направления введите доменное имя, которое может содержать до 16 символов, включая буквы, цифры, точки и тире. Эта настройка хранится в энергонезависимой памяти.

Восстановление настроек по умолчанию

Нажмите кнопку **Default Config** и на экране появится сообщение "Restore network settings to preset values of LXI?" ("Восстановить настройки локальной сети к значению по умолчанию LXI?"). Нажмите кнопку **OK** для восстановления параметров локальной сети по умолчанию. По умолчанию режимы **DHCP** и **AutoIP** включены (**On**), а **ManualIP** отключен (**Off**).

Проверка текущих настроек

Нажмите кнопку **Current Config** для проверки MAC-адреса прибора, текущих параметров сети и состояния подключения.

Подтверждение текущих настроек

Нажмите кнопку **Ok** для вступления в силу текущих настроек параметров локальной сети.

Выбор типа устройства USB

Интерфейс USB-прибор, находящийся на задней панели генератора серии DG4000, может быть подключен к персональному компьютеру PC для дистанционного управления генератором.

С помощью кнопок **Utility** → **I/O Setup** → **USB Dev** выберите **PC**. С помощью специального программного обеспечения возможно редактирование и загрузка данных сигнала произвольной формы во внутреннюю память генератора. А с помощью команд SCPI можно дистанционно управлять генератором.

Настройка системы

Формат числа

Для отображения чисел возможен выбор символа для десятичной точки и разделителя тысяч. Эта настройка хранится в энергонезависимой памяти. Нажмите кнопки **Utility** → **System** → **Number Format** для вызова интерфейса настройки формата числа.

- Десятичная точка: может быть выбрана в виде запятой “,” или точки “.”; Настройка по умолчанию: точка “.”.
- Разделитель тысяч: может быть выбран в виде точки или запятой (**On**), пробела (**Space**) или без разделителя (**Off**). Настройка по умолчанию: **On**.

Имеется 6 комбинаций, представленных ниже, для формата числа.

	Десятичная точка	Разделитель тысяч
	точка (Dot)	запятая (On)
	точка (Dot)	пробел (Space)
	точка (Dot)	нет (Off)
	запятая (Comma)	точка (On)
	запятая (Comma)	пробел (Space)
	запятая (Comma)	нет (Off)

Замечание: для десятичной точки и разделителя тысяч одновременно нельзя установить один и тот же символ.

Язык системы

В настоящее время генераторы серии DG4000 поддерживают в качестве языка системы упрощенный китайский и английский языки. Язык системы

подразумевает отображение на соответствующем языке меню, информации системы помощи, сообщений, экранного интерфейса, а также системы ввода.

С помощью нажатия кнопок **Utility** → **System** → **Language** выберите нужный язык. Эта установка сохраняется в энергонезависимой памяти и не меняется при нажатии кнопки **Preset**.

Настройки, загружаемые при включении питания

Генератор позволяет выбрать вариант настроек, загрузка которых будет производиться при последующих включениях прибора: либо начальные настройки изготовителя (**Default**), либо текущие настройки перед выключением прибора (**Last**). Настройка по умолчанию: **Default**.

- **Last**: включает все настройки системы, кроме настроек выхода и источника тактового сигнала.
- **Default**: загрузка настроек изготовителя, исключая некоторые параметры, например, язык системы.

Нажмите кнопки **Utility** → **PowerOn** для выбора нужного варианта. Эта установка сохраняется в энергонезависимой памяти и не меняется при нажатии кнопки **Preset**.

Настройки включения питания

Генератор предполагает два варианта включения питания **Auto** и **Manual**, Настройка по умолчанию: **Auto**.

- **Auto**: прибор автоматически включается при подключении к сети.
- **Manual**: для включения прибора необходимо нажать кнопку включения питания на передней панели прибора.

Нажмите кнопки **Utility** → **PowerSet** для выбора нужного варианта настройки.

Яркость экрана

Нажмите кнопки **Utility** → **System** → **Light**, с помощью цифровой клавиатуры или поворотного регулятора установите нужную яркость экрана (в диапазоне от 1 до 100 %). Эта установка сохраняется в энергонезависимой памяти и не меняется при нажатии кнопки **Preset**.

Звуковая сигнализация

Если звуковая сигнализация генератор серии DG4000 активна, то звуковой сигнал будет сопровождать управление с передней панели или оповестит об ошибке при дистанционном управлении.

Нажмите кнопки **Utility** → **System** → **Beep** для включения (**On**) или выключения (**Off**) функции звуковой сигнализации, Настройка по умолчанию: **On**. Текущая установка сохраняется в энергонезависимой памяти и не меняется при нажатии кнопки **Preset**.

Сохранение экрана

Нажмите кнопки **Utility** → **System** → **ScrnSvr** для включения (**On**) или выключения (**Off**) функции сохранения экрана, Настройка по умолчанию: **Off**. Текущая установка сохраняется в энергонезависимой памяти и не меняется при нажатии кнопки **Preset**.

Источник тактового сигнала

Генератор серии DG4000 позволяет работать с внутренним тактовым генератором 10 МГц или использовать внешний источник тактового сигнала, подключаемый через разъем **[10MHz In/Out]**, расположенный на задней панели прибора. Сигнал внутреннего тактового генератора также может быть выведен через разъем **[10MHz In/Out]**.

Нажмите кнопки **Utility** → **System** → **CLK** для выбора внутреннего (**Int**) или внешнего (**Ext**) источника тактового сигнала. Настройка по умолчанию: **Int**. При выборе внешнего источника тактового сигнала (**Ext**) генератор будет проверять наличие поступающего через разъем **[10MHz In/Out]**, расположенный на задней панели прибора, тактового сигнала. Если сигнал, удовлетворяющий требованиям генератора, не будет обнаружен, то на экране появится предупреждающее сообщение "Not detect a valid external clock!" ("Удовлетворительный внешний тактовый сигнал не обнаружен!") и будет включен режим внутреннего тактового генератора.

Выбором источника тактового сигнала можно синхронизировать работу двух и более приборов. При синхронизации работы двух генераторов функцию выравнивания фаз (**Align Phase**) нельзя использовать, поскольку она действует на выходные каналы только одного прибора. Для выравнивания фаз каналов

разных приборов следует установить начальную фазу каждого канала с помощью функции **Start Phase**.

Методы синхронизации двух и более приборов

- **Синхронизация двух приборов**

Для синхронизации двух приборов подключите разъем **[10MHz In/Out]** генератора А (режим внутреннего тактового генератора) с помощью кабеля к разъему **[10MHz In/Out]** генератора В (режим внешнего тактового генератора) и установите на генераторах А и В одинаковую частоту выходного сигнала.

- **Синхронизация нескольких приборов (метод 1)**

Для синхронизации нескольких приборов подключите разъем **[10MHz In/Out]** генератора А (режим внутреннего тактового генератора) с помощью кабеля и тройника к разъему **[10MHz In/Out]** генератора В (режим внешнего тактового генератора), затем подключите разъем **[10MHz In/Out]** генератора В (режим внешнего тактового генератора) с помощью кабеля и тройника к разъему **[10MHz In/Out]** генератора С (режим внешнего тактового генератора) и т.д. Наконец установите на всех генераторах одинаковую частоту выходного сигнала.

- **Синхронизация нескольких приборов (метод 2)**

Разделите тактовый сигнал 10 МГц с разъема **[10MHz In/Out]** генератора А (режим внутреннего тактового генератора) на несколько каналов и подключите их с помощью кабелей к разъемам **[10MHz In/Out]** остальных генераторов (режим внешнего тактового генератора). Наконец установите на всех генераторах одинаковую частоту выходного сигнала.

Информация о системе

Нажмите кнопки **Utility** → **System** → **Sys Info**, и на экране будет отображен интерфейс системной информации, содержащий модель генератора, серийный номер, версии программного обеспечения, прошивки, аппаратной части и клавиатуры.

Функция печати

Функция печати позволяет сохранять изображение экрана на внешний USB-флеш накопитель в файл формата BMP. Нажмите кнопки **Utility**→ **Print** для вызова интерфейса настроек печати.

1. Настройка для сохранения изображения экрана на USB-флеш накопитель

Сначала подключите USB-флеш накопитель. При удачном подключении на экране в строке состояния появится пиктограмма , а также будет отображено соответствующее сообщение. Нажмите кнопки **Utility**→ **Print**→ **Dest** и выберите **U Disk**, затем нажмите **U Disk** для выбора сохранения изображения экрана в файл формата BMP.

2. Сохранение изображения экрана

Нажмите **Print** на передней панели, и генератор сохранит изображение экрана на USB-флеш накопитель в файл формата BMP.

Замечание: если USB-флеш накопитель не был подключен к генератору, то функция печати будет прервана и на экране появится предупреждающее сообщение "USB flash driver not detected. Print invalid." ("USB-флеш накопитель не обнаружен. Печать невозможна.").

Настройка связи каналов

Генератор серии DG4000 позволяет связать каналы по частоте, фазе и амплитуде. При включении связи каналов следует выбрать один из них (CH1 или CH2) базовым и задать сдвиг частоты, фазы и амплитуды между каналами. После чего изменение частоты, фазы или амплитуды базового канала будет вызывать автоматическое изменение с учетом заданного сдвига соответствующих параметров другого канала.

Нажмите **Utility** на передней панели, с помощью кнопки  перейдите ко второй странице меню (2/2). Нажмите **Coupling** для вызова интерфейса настройки связи каналов.

1. Выбор базового канала

Нажмите **Base** для выбора канала **CH1** или **CH2** в качестве базового для функции связи каналов. Помните, что изменение выбора базового канала невозможно после активирования функции связи каналов, этот пункт меню будет недоступен и выделен серым цветом.

2. Активирование функции связи каналов

Нажмите **Coupling** для активирования (**On**) или выключения (**Off**) функции связи каналов. Настройка по умолчанию: **Off**.

Нажмите **FreqCoup** для активирования (**On**) или выключения (**Off**) связи каналов по частоте. После активирования с помощью цифровой клавиатуры введите нужное значение сдвига частоты. В нашем случае установлено 100 Гц.

Нажмите **PhaseCou** для активирования (**On**) или выключения (**Off**) связи каналов по фазе. После активирования с помощью цифровой клавиатуры введите нужное значение сдвига фаз. В нашем случае установлено 10°.

Нажмите **AmpCoup** для активирования (**On**) или выключения (**Off**) связи каналов по амплитуде. После активирования с помощью цифровой клавиатуры введите нужное значение разности амплитуд. В нашем случае установлено 1 В.

В нашем примере связь параметров каналов CH1 и CH2 будет соответствовать следующим формулам:

$$F_{CH1} = F_{CH2} + 100 \text{ Гц} \quad P_{CH1} = P_{CH2} + 10^\circ \quad A_{CH1} = A_{CH2} + 1 \text{ В}$$

Зеленый символ звездочка ("*"), отображаемый слева от параметра частоты, фазы или амплитуды, указывает на связанность этого параметра у обоих каналов (см. рисунок 10-5). В нашем примере установка частоты, фазы и амплитуды для канала CH2 соответственно 100 Гц, 0° и 1 В вызовет автоматическое изменение параметров для канала CH1 соответственно: 200 Гц, 10° и 2 В.

Маркер связи параметров каналов

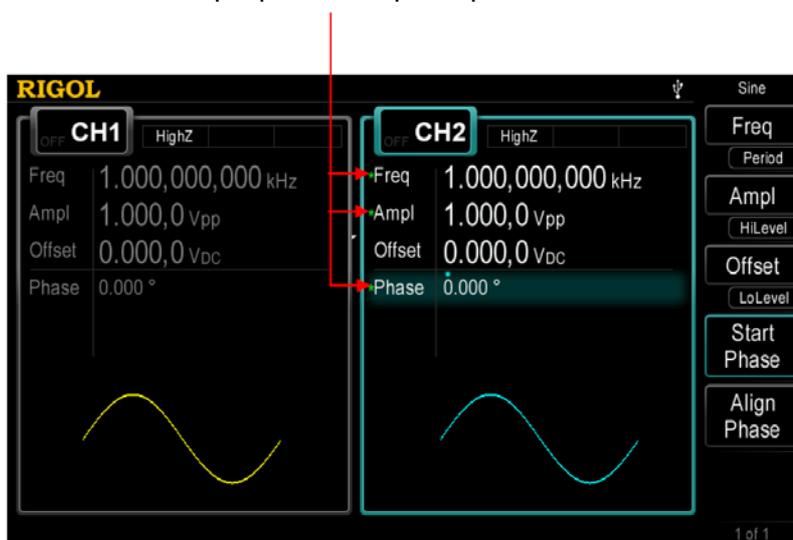


Рисунок 10-5 Настройка связи каналов

Ключевые моменты

- Функция связи параметров каналов доступна только при выборе основных форм сигналов, включая синус, прямоугольный, пилообразный и встроенные произвольной формы (кроме DC).
- Если сумма частоты, фазы или амплитуды базового канала и установленного сдвига для соответствующего параметра превысит верхний предел частоты, фазы или амплитуды небазового канала, то генератор установит частоту, фазу или амплитуду для небазового канала так, чтобы избежать превышения верхнего предела диапазона.
- Связанные параметры частоту, фазу или амплитуду небазового канала нельзя изменить вручную.

- При изменении фазы базового канала фаза небазового канала будет соответственно изменена (отображение фазы на экране). В этом случае функция выравнивания фаз между этими двумя каналами (**Align Phase**) становится бессмысленной и прибор будет ее игнорировать.
- Функция связи каналов и функция копирования настроек канала – взаимоисключающие. При активной функции связи каналов попытка выполнения копирования настроек канала (нажатие кнопки **CH1↔CH2** на передней панели) вызовет на экран предупреждающее сообщение “Channel copy not allowed in Coupling mode” (“В режиме связи каналов копирование настроек канала невозможно”).

Копирование настроек канала

Генератор серии DG4000 поддерживает функцию копирования настроек или формы сигнала между каналами, а именно копирование настроек, включая параметры канала и конфигурацию настроек его выхода или параметры сигнала произвольной формы из одного канала в другой, или обмен настройками двух каналов.

Нажмите кнопки **Utility** → **CH Copy** для установки параметров для функции копирования настроек канала. Эти настройки не влияют на действие кнопки **Preset**.

1. Тип копирования

Нажмите кнопки **Utility** → **CH Copy** → **Type** на передней панели для выбора типа копирования **Sate** (копирование настроек) или **Wave** (копирование сигнала произвольной формы).

- **State**: это копирование формы сигнала (кроме редактируемого сигнала произвольной формы), параметров сигнала (например, частота и амплитуда), функций (например, модуляция, свип-генератор и генерация пачки), а также конфигурации настроек выходов канала (например, настройки выхода синхронизации, сопротивление выхода и полярность).
- **Wave**: это копирование данных о сигнале произвольной формы (кроме параметров формы сигнала). Опция доступна только при выборе сигнала произвольной формы для обоих каналов.

2. Направление копирования

Нажмите кнопки **Utility** → **CH Copy** → **Direction** и выберите направление копирования **CH1->CH2**, **CH2->CH1** или **Swap** (обмен настроек между каналами CH1 и CH2 (**Swap**) доступен только при выборе типа копирования **State**).

Теперь процедуру копирования можно выполнить нажатием кнопки **CH1↔CH2** на передней панели прибора при любом его состоянии генератора.

Замечание:

Функция связи каналов и функция копирования настроек канала – взаимоисключающие. При активной функции связи каналов попытка выполнения копирования настроек канала (нажатие кнопки **CH1↔CH2** на передней панели) вызовет на экран предупреждающее сообщение “Channel copy not allowed in Coupling mode” (“В режиме связи каналов копирование настроек канала невозможно”).

Настраиваемая кнопка формы сигнала

Кнопка **User** на передней панели генератора серии DG4000 является настраиваемой пользователем кнопкой, для которой можно назначить нужную встроенную форму сигнала. Она позволит быстро получить нужный сигнал и доступ к настройкам его параметров простым нажатием на эту кнопку из любого текущего отображаемого интерфейса.

Нажмите кнопки **Utility** → **UserKey** для вызова интерфейса назначения формы сигнала для кнопки **User**. С помощью поворотного регулятора выберите форму сигнала (например, **AbsSine**) из списка интерфейса, с помощью кнопки  перейдите на вторую страницу меню (2/2) и нажмите кнопку **Select**.



Рисунок 10-6 Интерфейса назначения формы сигнала для этой кнопки **User**

Теперь нажатие кнопки **User** из любого интерфейса позволит получить сигнал **AbsSine** на выходе соответствующего канала (если он в данный момент включен) и можно будет изменить параметры сигнала **AbsSine**.

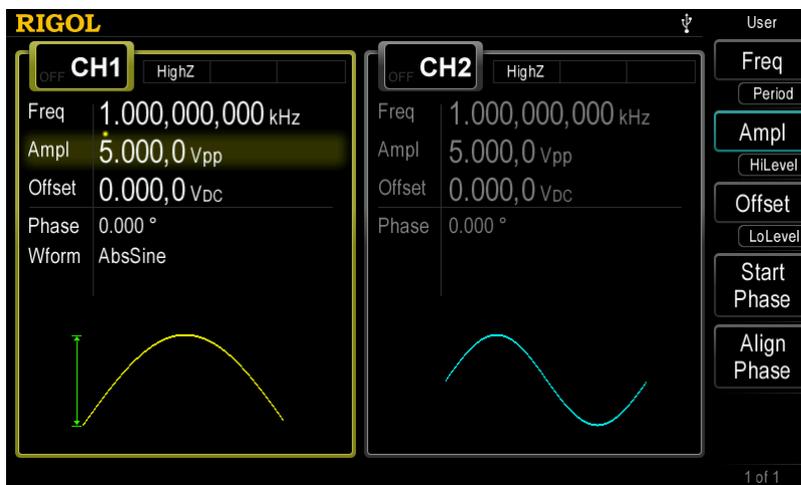


Рисунок 10-7 Нажмите кнопку **User** для быстрого доступа к настройкам параметров сигнала

Восстановление настроек

Позволяет вернуть генератор к исходным настройкам изготовителя или загрузить настройки пользователя.

- Настройки изготовителя: значения устанавливаемых параметров приведены в таблице ниже.
Помните, что значения помеченные "*" не будут изменены при загрузке настроек изготовителя.
- Настройки пользователя: соответствуют одному из 10 файлам настроек, хранящимся внутренней памяти.

Нажмите кнопки **Utility** → **Preset** для выбора настроек изготовителя (**Default**) или одного из вариантов настроек пользователя (**User1 - User10**). Нажатие кнопки **Preset** на передней панели прибора при любом его состоянии загрузит в генератор выбранные указанным выше способом настройки. Помните, что перед выбором варианта настроек пользователя (**User1 - User10**) следует убедиться, что такой файл существует.

Таблица 10-1 Настройки изготовителя

Параметр	Настройка по умолчанию
Настройки канала	
Форма основного сигнала	синус (Sine)
Выходное сопротивление	высокое (HighZ)
Выход синхросигнала	включен (On)
Полярность синхросигнала	положительная (Pos)
Полярность основного сигнала	нормальная (Normal)
Наложение шума	выключено (OFF)
Количество шума	10 %
Связь каналов	выключена (Off)
Базовый канал	CH2
Девияция фазы	0° (0°)
Девияция частоты	0 Гц (0Hz)
Девияция амплитуды	0 В _{размах} (0V_{pp})
Форма основного сигнала	
Частота	1 кГц (1kHz)
Амплитуда	5 В _{размах} (5V_{pp})
Единица амплитуды	В _{размах} (V_{pp})
Постоянное смещение	0 В _{постоянное} (0V_{DC})
Начальная фаза	0° (0°)

Коэффициент заполнения (Square)	50 % (50%)
Симметрия	50 % (50%)
Коэффициент заполнения (Pulse)	50 % (50%)
Длительность импульса	500 мкс (500µs)
Длительность фронта	1.9531 мкс (1.9531µs)
Длительность среза	1.9531 мкс (1.9531µs)
Сигнал произвольной формы	
Форма встроенного сигнала	sin(x)/x (Sinc)
Режим пошагового вывода	выключен (Off)
Генератор гармоник	
Порядок	2
Тип генерации	четные (Even)
Амплитуда/гармоника	1.264 V _{размах} /7 (1.264 V_{pp}/7)
Фаза	0° (0°)
Амплитудная модуляция (AM)	
Источника модулирующего сигнала	внутренний (Int)
Форма модулирующего сигнала	синус (Sine)
Частота модулирующего сигнала	100 Гц (100Hz)
Коэффициент модуляции	100 % (100%)
Частотная модуляция (FM)	
Источника модулирующего сигнала	внутренний (Int)
Форма модулирующего сигнала	синус (Sine)
Частота модулирующего сигнала	100 Гц (100Hz)
Девиация частоты	1 кГц (1kHz)
Фазовая модуляция (PM)	
Источника модулирующего сигнала	внутренний (Int)
Форма модулирующего сигнала	синус (Sine)
Частота модулирующего сигнала	100 Гц (100Hz)
Девиация фаза	90° (90°)
Широтно-импульсная модуляция (PWM)	
Источника модулирующего сигнала	внутренний (Int)
Форма модулирующего сигнала	импульсный (Pulse)
Частота модулирующего сигнала	100 Гц (100Hz)
Девиация длительности импульса	200 мкс (200µs)
Девиация коэффициента заполнения	20 % (20%)
Амплитудная манипуляция (ASK)	
Источника модулирующего сигнала	внутренний (Int)
Параметр переключения ASK	100 Гц (100Hz)
Амплитуда манипуляции ASK	2 V _{размах} (2V_{pp})
Полярность манипуляции ASK	положительная (Pos)

Частотная манипуляция (FSK)	
Источника модулирующего сигнала	внутренний (Int)
Частота переключения FSK	100 Гц (100Hz)
Частота скачка	10 кГц (10kHz)
Полярность FSK	положительная (Pos)
Фазовая манипуляция (PSK)	
Источника модулирующего сигнала	внутренний (Int)
Частота переключения PSK	100 Гц (100Hz)
Фаза PSK	180° (180°)
Полярность PSK	положительная (Pos)
Двоичная фазовая манипуляция (BPSK)	
Частота переключения BPSK	100 Гц (100Hz)
Фаза BPSK	180° (180°)
Форма модулирующего сигнала	синус (Sine)
Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK)	
Частота переключения QPSK	100 Гц (100Hz)
Фаза QPSK 1	45° (45°)
Фаза QPSK 2	135° (135°)
Фаза QPSK 3	225° (225°)
Форма модулирующего сигнала	синус (Sine)
Трехпозиционная частотная манипуляция (3FSK)	
Частота переключения	100 Гц (100Hz)
Частота скачка 1	100 Гц (100Hz)
Частота скачка 2	100 Гц (100Hz)
Четырехпозиционная частотная манипуляция (4FSK)	
Частота переключения	100 Гц (100Hz)
Частота скачка 1	100 Гц (100Hz)
Частота скачка 2	100 Гц (100Hz)
Частота скачка 3	100 Гц (100Hz)
Манипуляция колебания (OSK)	
Источника модулирующего сигнала	внутренний (Int)
Частота модуляции	1 кГц (1kHz)
Период кварцевого генератора	1 нс (1ns)
Свип-генератор	
Тип развертки	линейная (Linear)
Число ступеней развертки	2
Длительность развертки	1 с (1s)
Длительность фиксации начальной частоты	0 с (0s)
Длительность фиксации конечной частоты	0 с (0s)
Время обратного хода развертки	0 с (0s)

Начальная частота	100 Гц (100Hz)
Конечная частота	1 кГц (1kHz)
Центральная частота	550Hz
Полоса частот развертки	900Hz
Частота маркера	выключено (Off)
Источник запуска	внутренний (Int)
Выходной сигнал синхронизации	выключено (Off)
Полярность пускового сигнала	положительная (Leading)
Генерация пачки	
Режим генерации пачки	пакет из N циклов (N Cycle)
Число циклов	1
Начальная фаза	0° (0°)
Время задержки	0 с (0s)
Полярность стробирующего сигнала	положительная (Pos)
Источник запуска	внутренний (Int)
Выходной сигнал синхронизации	выключено (Off)
Полярность пускового сигнала	положительная (Leading)
Период пачки	10 мс (10ms)
Настройки системы	
Получение IP-адреса DHCP	включено (On)
Получение IP-адреса Auto IP	включено (On)
Получение IP-адреса Manual IP	выключено (Off)
Звуковая сигнализация	включено (On)
Настройки при включении питания	настройки изготовителя
Сохранение экрана	включено (On)
Источник тактового сигнала	внутренний (Internal)
Десятичная точка	точка (Dot)
Разделитель тысяч	запятая (Comma)
Яркость экрана*	настройка изготовителя
Язык*	настройка изготовителя
Устройство памяти для функции печати	USB-флеш накопитель
Формат функции печати	файл формата BMP (Bmp)
Частотомер	
Чувствительность	50 % (50%)
Уровень запуска	0 В (0V)
Входной импеданс	высокое (HighZ)
Связь входа	закрытый вход (AC)
Аттенуатор	выключен (x1)
Время счета	1.310 с (1.310ms)
Измеряемый параметр	частота (Freq)
Статистическая обработка	выключена (Off)
Режим отображение	числовой (Digital)

Глава 11 Дистанционное управление

Генератор серии DG4000 позволяет осуществлять дистанционное управление через стандартные интерфейсы. Эта глава знакомит с базовой информацией о дистанционном управлении генератором и его методах.

Темы этой главы:

- обзор дистанционного управления;
- режим дистанционного управления.

Обзор дистанционного управления

Серия DG4000 может осуществлять связь с персональным компьютером PC через интерфейс USB или LAN для дистанционного управления на базе команд SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments). Приборы серии DG4000 поддерживают версию SCPI 1999.1.

На работу в режиме дистанционного управления прибором указывает наличие индикатора  в правом верхнем углу экрана и блокировка управления с передней панели. Разблокировать управление с передней панели прибора в этом случае можно нажатием кнопки **Burst**.

Варианты реализации дистанционного управления

Имеется два варианта реализации дистанционного управления прибором серии DG4000 на базе команд SCPI:

1. самостоятельное программирование пользователем;
2. использование готового программного обеспечения.

Самостоятельное программирование пользователем

Самостоятельное программирование и управление прибором серии DG4000 пользователем может быть выполнено на базе пакета NI-VISA (National Instrument – Virtual Instrument Software Architecture).

1. Установка пакета NI-VISA

Необходимо установить пакет VISA от NI (загрузите с веб-сайта <http://www.ni.com/visa/>) на ваш персональный компьютер. Пакет NI-VISA – это прикладной программный интерфейс, распространяемый NI, в соответствии со стандартами VISA. Можно использовать NI-VISA для реализации обмена данными между компьютером и генератором через его порты (например, USB). Пакет NI-VISA определяет набор команд программного обеспечения, с которыми пользователи могут управлять прибором без необходимости понимания, как работает интерфейс шины. За более подробной информацией обратитесь к документации NI-VISA (например, Help).

2. Организация связи между генератором и компьютером

Необходимо организовать связь между генератором и персональным компьютером.

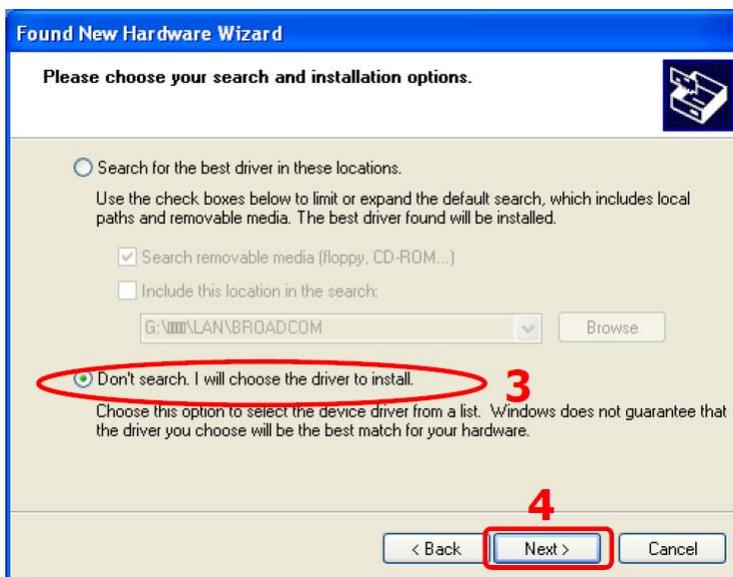
- **Интерфейс USB:** с помощью кабеля USB подключите генератор к персональному компьютеру. При этом на экране компьютера появится окно мастера установки нового оборудования. Следуйте инструкциям на экране по установке “USB Test and Measurement Device”.

Пошаговая инструкция

- 1) Выберите “Install the software automatically (Recommended)”;
- 2) Щелкните мышью “Next”;



- 3) Выберите "Don't search. I will choose the driver to install";
- 4) Щелкните мышью "Next";



- 5) Выберите "USB Test and Measurement Device";
- 6) Щелкните мышью "Next";



7) По завершении установки щелкните мышью "Finish".



- **Интерфейс LAN:** подключите генератор к зоне локальной сети с вашим компьютером, правильно настройте параметры сети, следуя инструкциям настройки сети.

3. Программирование

Выберите знакомый вам инструмент программирования, например, Visual C++ 6.0, Visual Basic 6.0, LabVIEW 8.6 и т.п. за более детальной информацией о командах SCPI и методах программирования для генераторов серии DG4000 обратитесь к "**DG4000 Руководство по программированию**".

Использование готового программного обеспечения

Можно дистанционно управлять генератором серии DG4000 посредством команд SCPI с помощью специализированного программного обеспечения. Генераторы серии DG4000 поддерживают следующие программные продукты:

- основной программный продукт **Ultra Sigma** компании **RIGOL**;
- **Measurement & Automation Explorer** компании **National Instruments Corporation**;
- **Agilent IO Libraries Suite** компании **Agilent Technologies, Inc.**;

Этот раздел в деталях знакомит с использованием программного обеспечения **Ultra Sigma** для отправки команд дистанционного управления генератору серии DG4000 через USB или LAN. Для правильной установки программы и необходимых компонентов обратитесь к руководству программы **Ultra Sigma**.

1. Дистанционное управление прибором через USB

1) Подключение оборудования

Подключите генератор (используйте интерфейс USB-прибор на задней панели) к компьютеру с помощью кабеля USB.

2) Установите драйвер USB

Поскольку генератор является USB-TMC прибором, то после подключения его к компьютеру и их включения на экране компьютера появится окно мастера установки нового оборудования. Установите драйвер "USB Test and Measurement Device", следуя указаниям мастера установки нового оборудования.

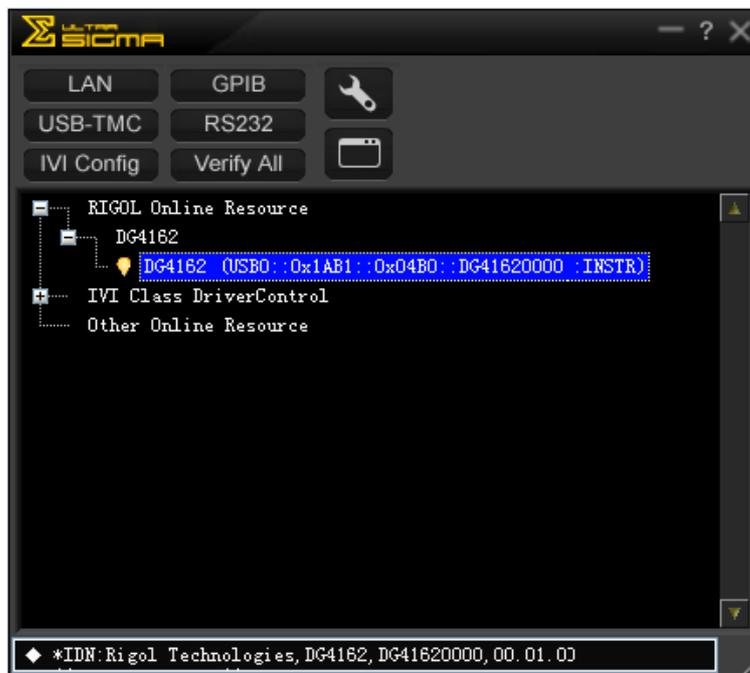
3) Поиск ресурсов приборов

После запуска программы **Ultra Sigma** автоматически будет выполнен поиск подключенного к компьютеру PC генератора. Поиск может быть выполнен вручную щелчком мыши на **USB-TMC**. При этом строка состояния программы **Ultra Sigma** будет иметь вид, подобный показанному на следующем рисунке.



4) Просмотр ресурсов

Все найденные ресурсы будут отображены в каталоге “**RIGOL Online Resource**” с указанием модели и идентификатора VISA, например, “**DG4162 (USB0::0x1AB1::0x04B0::DG41620000::INSTR)**”.



5) Проверка связи

Щелкните правой кнопкой мыши на наименовании ресурса, например, “**DG4162 (USB0::0x1AB1::0x04B0::DG41620000::INSTR)**” и выберите “**SCPI Control Panel**” для вызова интерфейса команд дистанционного управления, где пользователь может посылать нужные ему команды, а также получать и просматривать данные.

2. Дистанционное управление прибором через LAN

1) Подключение оборудования

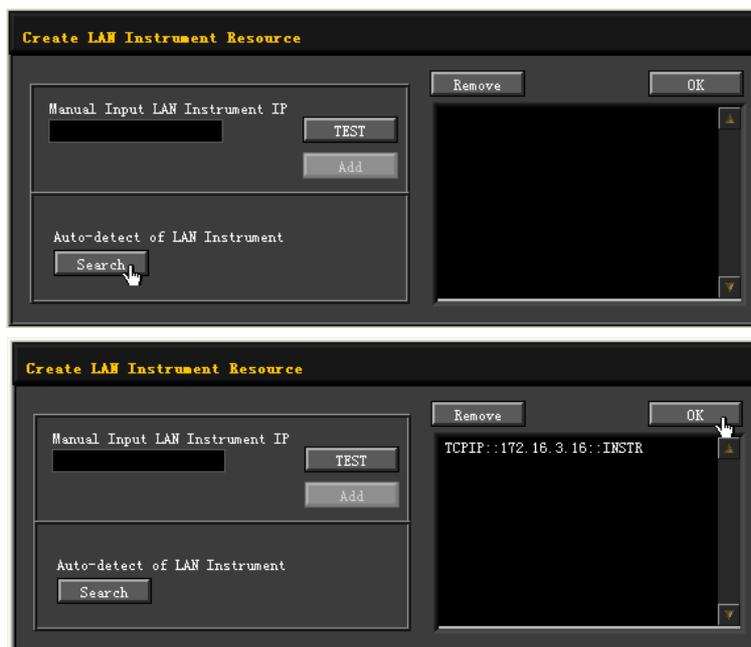
Подключите с помощью LAN кабеля генератор к локальной сети.

2) Настройка параметров LAN

Выберите настройки параметров LAN, как описано в разделе “**Конфигурирование интерфейса для дистанционного управления**”.

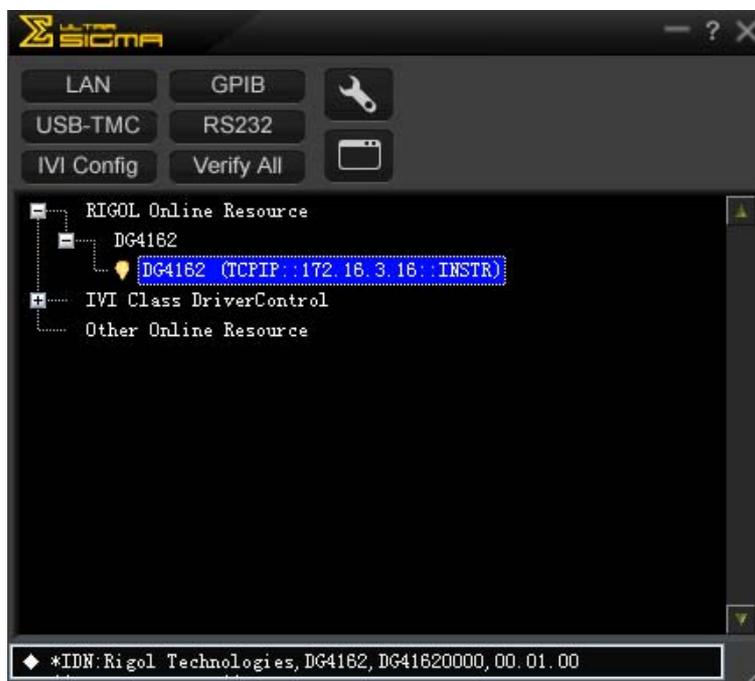
3) Поиск ресурса приборов

Запустите программу **Ultra Sigma** и щелкните мышью на **LAN**. Затем щелкните мышью на **Search** в открывшемся меню и программа выполнит поиск подключенного к компьютеру PC через LAN генератора. Найденные ресурсы будут отображаться в правом окне. Выберите нужный ресурс и щелкните мышью на **OK**, как показано на следующих рисунках.



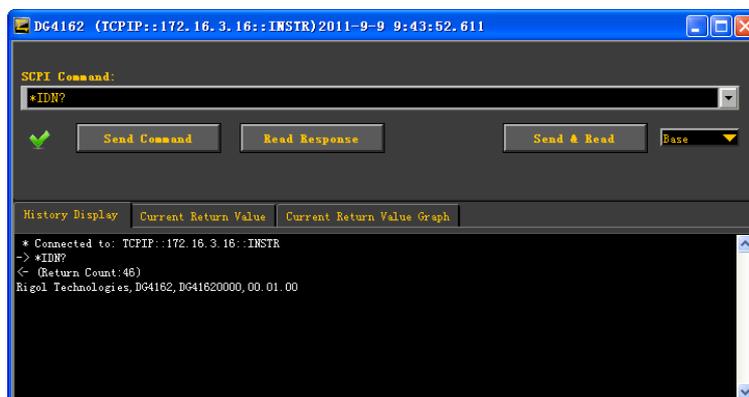
4) Просмотр ресурсов

Все найденные ресурсы будут отображены в каталоге “**RIGOL Online Resource**” с указанием модели и идентификатора VISA, например, “**DG4162 (TCPIP::172.16.3.16::INSTR)**”.



5) Проверка связи

Щелкните правой кнопкой мыши на наименовании, например, “**DG4162 (TCPIP::172.16.3.16::INSTR)**” и выберите “**SCPI Control Panel**” для вызова интерфейса команд дистанционного управления, где пользователь может посылать нужные ему команды, а также получать и просматривать данные.

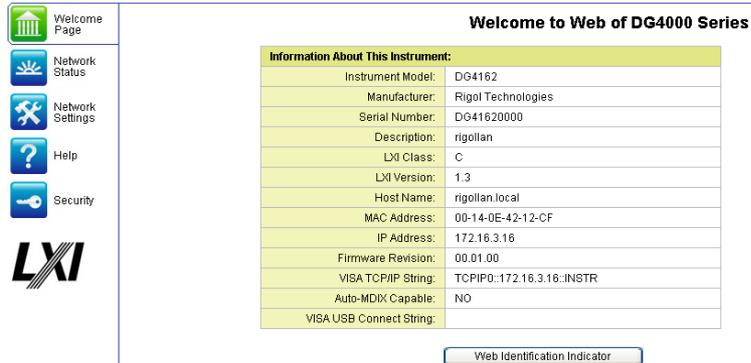


6) Загрузка веб-сайта LXI

Генератор соответствует стандартам класса LXI. Можно загрузить веб-сайта LXI непосредственно из программы **Ultra Sigma**, щелкнув правой кнопкой мыши на наименовании ресурса и выбрав **LXI-Web**. На этом веб-сайте можно видеть важную информацию о генераторе, например,

модель, изготовителя, серийный номер, идентификатор, MAC-адрес, IP-адрес и прочее, как показано на следующем рисунке.

RIGOL Web-Enable DG4000 Series



Information About This Instrument:	
Instrument Model:	DG4162
Manufacturer:	Rigol Technologies
Serial Number:	DG41620000
Description:	rigollan
LXI Class:	C
LXI Version:	1.3
Host Name:	rigollan.local
MAC Address:	00-14-0E-42-12-CF
IP Address:	172.16.3.16
Firmware Revision:	00.01.00
VISA TCP/IP String:	TCP/IP0:172.16.3.16:INSTR
Auto-MDIX Capable:	NO
VISA USB Connect String:	

Web Identification Indicator

Совет

Загрузить веб-сайта LXI можно также, набрав IP адрес генератора в адресной строке браузера компьютера.

Глава 12 Устранение неполадок

Эта глава описывает типичные неполадки генераторов серии DG4000 и способы их устранения. В случае неудачи самостоятельного устранения неполадки свяжитесь с **RIGOL**, сообщив информацию о вашем приборе (**System** → **Information** → **System Info**).

1. Темный экран (нет изображения) после включения питания

- (1) Проверьте правильность подключения кабеля питания.
- (2) Проверьте, была ли нажата кнопка включения прибора.
- (3) Еще раз включите прибор после проведения указанных проверок.
- (4) Если проблема остается, свяжитесь с **RIGOL** для обслуживания вашего прибора.

2. Настройки выполнены правильно, но сигнал на выходе генератора отсутствует

- (1) Проверьте правильность подключения кабеля BNC к выходному разъему нужного канала (**Output1** или **Output2**).
- (2) Проверьте исправность кабеля BNC.
- (3) Проверьте состояние кнопок **Output1** и **Output2**, возможно выключена нужная кнопка.
- (4) Установите **Last** для **PowerOn** и затем выключите и снова включите прибор после проведения указанных проверок.
- (5) Если проблема остается, свяжитесь с **RIGOL** для обслуживания вашего прибора.

3. Подключенный USB-флеш накопитель не обнаружен

- (1) Проверьте исправность USB-флеш накопителя.
- (2) Проверьте тип USB-флеш накопителя. Генератор не поддерживает жесткие диски USB.
- (3) Если USB-флеш накопитель так и не обнаружен, свяжитесь с **RIGOL**.

Глава 13 Характеристики

Все характеристики, за исключением случаев, помеченных как «типовое», гарантируются при обязательном выполнении следующих условий:

- не истек рекомендуемый период с момента калибровки, выполнена процедура самокалибровки.
- предварительный прогрев прибора в течение 30 минут в пределах указанной температуры (18~28 °C);

Модель	DG4162	DG4102	DG4062
Число выходных каналов	2	2	2
Максимальная частота	160 МГц	100 МГц	60 МГц
Частота дискретизации	500 МГц		

Генерируемые формы сигналов	
Стандартные формы сигналов	синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный, шум, гармоники
Сигналы произвольной формы	150 видов, включая $\sin(x)/x$, возрастание и убывание по экспоненциальному закону, ЭКГ, функция Гаусса, функция Лоренца, гаверсинус, двухтональный сигнал, постоянный ток и т.д.

Частотные характеристики			
Синусоидальный сигнал	от 1 мГц до 160 МГц	от 1 мГц до 100 МГц	от 1 мГц до 60 МГц
Прямоугольный сигнал	от 1 мГц до 50 МГц	от 1 мГц до 40 МГц	от 1 мГц до 25 МГц
Пилообразный сигнал	от 1 мГц до 4 МГц	от 1 мГц до 3 МГц	от 1 мГц до 1 МГц
Импульсный сигнал	от 1 мГц до 40 МГц	от 1 мГц до 25 МГц	от 1 мГц до 15 МГц
Гармоники	от 1 мГц до 80 МГц	от 1 мГц до 50 МГц	от 1 мГц до 30 МГц
Шум (полоса -3 дБ)	120 МГц	80 МГц	60 МГц
Сигнал произвольной формы	от 1 мГц до 40 МГц	от 1 мГц до 25 МГц	от 1 мГц до 15 МГц
Разрешение	1 мГц		
Погрешность	$\pm 2 \text{ млн}^{-1}$, 18~28 °C		

Качество сигнала синус	
Нелинейные искажения	типовое (0 дБм) меньше -60 дБн (постоянный ток ~1 МГц) меньше -55 дБн (1 МГц~10 МГц) меньше -50 дБн (10 МГц~100 МГц) меньше -40 дБн (100 МГц~160 МГц)
Коэффициент гармоник	меньше 0.1 % (10 Гц~20 кГц, 0 дБм)
Побочный сигнал (негармонический)	типовое (0 дБм) меньше -65 дБн (до 10 МГц включительно) меньше -65 дБн+6 дБ/октава (свыше 10 МГц)
Фазовый шум	типовое (0 дБм, девиация 10 кГц) не больше минус 115 дБн/Гц (10 МГц)

Характеристики сигналов			
Прямоугольный сигнал			
Длительность фронта/среза	меньше 8 нс (типовое, 1 V _(размах))	меньше 10 нс (типовое, 1 V _(размах))	меньше 12 нс (типовое, 1 V _(размах))
Выброс на фронте/срезе	меньше 3 % (типовое, 1 V _(размах))		
Коэффициент заполнения	от 20.0 до 80.0 % (до 10 МГц включительно) от 40.0 до 60.0 % (10 МГц~40 МГц) 50.0 % (фиксированное, свыше 40 МГц)		
Несимметрия	1 % периода + 5 нс (для меандра)		
Отклонение фазы (среднеквадратическое)	типовое (1 V _(размах)) 2 млн ⁻¹ +500 пс (до 5 МГц включительно) 500 пс (свыше 5 МГц)		
Пилообразный сигнал			
Линейность	не больше 1 % амплитуды (типовое, 1 кГц, 1 V _(размах) , симметрия 100 %)		
Симметрия	от 0 до 100 %		
Импульсный сигнал			
Период	от 25 нс до 1000000 с	от 40 нс до 1000000 с	от 66.7 нс до 1000000 с
Длительность импульса	не меньше 10 нс	не меньше 12 нс	не меньше 18 нс
Длительность фронта/среза	не меньше 5 нс	не меньше 7 нс	не меньше 11 нс
Выброс на фронте/срезе	типовое (1 V _(размах)) меньше 3 %		
Отклонение фазы (среднеквадратическое)	типовое (1 V _(размах)) 2 млн ⁻¹ +500 пс (до 5 МГц включительно) 500 пс (свыше 5 МГц)		
Сигнал произвольной формы			
Количество точек сигнала	16 тыс.		
Вертикальное разрешение	14 бит		
Частота дискретизации	500 МГц		

Минимальная длительность фронта/среза	типичное ($1 V_{(\text{размах})}$) меньше 5 нс		
Отклонение фазы (среднеквадратическое)	типичное ($1 V_{(\text{размах})}$) $2 \text{ млн}^{-1} + 500 \text{ пс}$ (до 5 МГц включительно) 500 пс (свыше 5 МГц)		
Метод интерполяции	выключена, линейная		
Метод редактирования	поточечное, блоками		
Генератор гармоник			
Порядок гармоник	до 16		
Тип гармоник	четные, нечетные, все, установка пользователя		
Амплитуда гармоник	устанавливается для всех гармоник		
Фаза гармоник	устанавливается для всех гармоник		
Выходные характеристики			
Амплитуда (нагрузка 50 Ом)			
Диапазон	от $1 \text{ мВ}_{(\text{размах})}$ до $10 V_{(\text{размах})}$ ($\leq 20 \text{ МГц}$) от $1 \text{ мВ}_{(\text{размах})}$ до $5 V_{(\text{размах})}$ ($\leq 60 \text{ МГц}$) от $1 \text{ мВ}_{(\text{размах})}$ до $2.5 V_{(\text{размах})}$ ($\leq 120 \text{ МГц}$) от $1 \text{ мВ}_{(\text{размах})}$ до $1 V_{(\text{размах})}$ ($\leq 160 \text{ МГц}$)	от $1 \text{ мВ}_{(\text{размах})}$ до $10 V_{(\text{размах})}$ ($\leq 20 \text{ МГц}$) от $1 \text{ мВ}_{(\text{размах})}$ до $5 V_{(\text{размах})}$ ($\leq 60 \text{ МГц}$) от $1 \text{ мВ}_{(\text{размах})}$ до $2.5 V_{(\text{размах})}$ ($\leq 100 \text{ МГц}$)	от $1 \text{ мВ}_{(\text{размах})}$ до $10 V_{(\text{размах})}$ ($\leq 20 \text{ МГц}$) от $1 \text{ мВ}_{(\text{размах})}$ до $5 V_{(\text{размах})}$ ($\leq 60 \text{ МГц}$)
Погрешность	типичное (синус 1 кГц, смещение 0 В, больше $10 \text{ мВ}_{(\text{размах})}$, режим Auto) $\pm 1 \%$ от установки $\pm 2 \text{ мВ}_{(\text{размах})}$		
Неравномерность амплитудной характеристики (типичное, относительно 100 кГц, $1.25 V_{(\text{размах})}$ синус, 50 Ом)	$\pm 0.1 \text{ дБ}$ ($\leq 10 \text{ МГц}$) $\pm 0.2 \text{ дБ}$ ($\leq 60 \text{ МГц}$) $\pm 0.4 \text{ дБ}$ ($\leq 100 \text{ МГц}$) $\pm 0.8 \text{ дБ}$ ($\leq 160 \text{ МГц}$)	$\pm 0.1 \text{ дБ}$ ($\leq 10 \text{ МГц}$) $\pm 0.2 \text{ дБ}$ ($\leq 60 \text{ МГц}$) $\pm 0.4 \text{ дБ}$ ($\leq 100 \text{ МГц}$)	$\pm 0.1 \text{ дБ}$ ($\leq 10 \text{ МГц}$) $\pm 0.2 \text{ дБ}$ ($\leq 60 \text{ МГц}$)
Единицы	$V_{(\text{размах})}$, $V_{(\text{СКЗ})}$, дБм		
Разрешение	1 мВ или 3 бита		
Постоянное смещение (нагрузка 50 Ом)			
Диапазон	$\pm 5 V_{(\text{амплитуда перем.} + \text{ пост.})}$		
Погрешность	1 % от установки + 5 мВ + 0.5 % от амплитуды		
Выход сигнала			
Импеданс	50 Ом (типичное)		
Защита	защита от короткого замыкания, автоматическое отключение выхода при перегрузке		

Характеристики модуляции	
Тип модуляции	AM, FM, PM, ASK, FSK, PSK, BPSK, QPSK, 3FSK, 4FSK, OSK, PWM
Амплитудная модуляция (AM)	
Форма сигнала несущей	синус, прямоугольный, пилообразный, шум, произвольной формы (кроме DC)
Источник	внутренний/внешний
Модулирующий сигнал	синус, прямоугольный, пилообразный, шум, произвольной формы
Коэффициент модуляции	от 0 до 120 %
Диапазон частоты модуляции	2 мГц~50 кГц
Частотная модуляция (FM)	
Форма сигнала несущей	синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	внутренний/внешний
Модулирующий сигнал	синус, прямоугольный, пилообразный, шум, произвольной формы
Диапазон частоты модуляции	2 мГц~50 кГц
Фазовая модуляция (PM)	
Форма сигнала несущей	синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	внутренний/внешний
Модулирующий сигнал	синус, прямоугольный, пилообразный, шум, произвольной формы
Диапазон фазы	от 0 до 360°
Диапазон частоты модуляции	2 мГц~50 кГц
Амплитудная манипуляция (ASK)	
Форма сигнала несущей	синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	внутренний/внешний
Модулирующий сигнал	меандр
Частота переключения	2 мГц~1 МГц
Частотная манипуляция (FSK)	
Форма сигнала несущей	синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	внутренний/внешний
Модулирующий сигнал	меандр
Частота переключения	2 мГц~1 МГц
Трехпозиционная частотная манипуляция (3FSK)	
Форма сигнала несущей	синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	внутренний
Модулирующий сигнал	меандр
Частота переключения	2 мГц~1 МГц

Четырехпозиционная частотная манипуляция (4FSK)	
Форма сигнала несущей	синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	внутренний
Модулирующий сигнал	меандр
Частота переключения	2 МГц~1 МГц
Фазовая манипуляция (PSK)	
Форма сигнала несущей	синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	внутренний/внешний
Модулирующий сигнал	меандр
Частота переключения	2 МГц~1 МГц
Двоичная фазовая манипуляция (BPSK)	
Форма сигнала несущей	синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	внутренний
Модулирующий сигнал	меандр
Частота переключения	2 МГц~1 МГц
Квадратурная фазовая манипуляция (QPSK)	
Форма сигнала несущей	синус, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)
Источник	внутренний
Модулирующий сигнал	меандр
Частота переключения	2 МГц~1 МГц
Манипуляция колебания (OSK)	
Форма сигнала несущей	синус
Источник	внутренний/внешний
Период колебаний	8 нс~200 с
Частота переключения	2 МГц~1 МГц
Широтно-импульсная модуляция (PWM)	
Форма сигнала несущей	импульсный
Источник	внутренний/внешний
Модулирующий сигнал	синус, прямоугольный, пилообразный, шум, произвольной формы
Девияция скважности	от 0 до 100 % длительности импульса
Частота модуляции	2 МГц~50 кГц
Вход [Mod/FSK/Trig]	
Диапазон напряжения	от 75 мВ _(среднеквадратическое) до ±2.5 В _(переменное+постоянное)
Полоса сигнала	5 МГц
Импеданс входа	100 Ом

Характеристики генерации пачки			
Форма сигнала несущей	синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный, шум, произвольной формы (кроме DC)		
Частота несущей	от 2 МГц до 100 МГц	от 2 МГц до 100 МГц	от 2 МГц до 60 МГц
Число периодов в пачке	от 1 до 1'000'000 или бесконечное		
Старт/Стоп фаза	от 0° до 360°		
Внутренний период	от 2 мкс до 500 с		
Источник стробирования	внешний запуск		
Источник запуска	внутренний, внешний или вручную		
Задержка запуска	от 0 нс до 85 с		
Характеристики свип-генератора			
Форма сигнала несущей	синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, произвольной формы (кроме DC)		
Тип развертки	линейная, логарифмическая или ступенчатая		
Направление	увеличение или снижение частоты		
Начальная/конечная частота	от 1 мкГц до 160 МГц	от 1 мкГц до 100 МГц	от 1 мкГц до 60 МГц
Длительность развертки	от 1 мс до 300 с		
Время фиксации/возврата	от 0 мс до 300 с		
Источник запуска	внутренний, внешний или вручную		
Функция маркера	перепад от высокого к низкому уровню при достижении разверткой заданной частоты		
Характеристики частотомера			
Функции измерения	частота, период, длительность импульса/паузы между импульсами, коэффициент заполнения		
Разрешение для частоты	6 разрядов/с (время счета = 1 с)		
Диапазон частоты	1 мкГц~200 МГц		
Диапазон периода	от 5 нс до 16 дней		
Диапазон напряжения и чувствительность (сигнал без модуляции)			
Открытый вход (DC)	диапазон смещения (DC)	±1.5 В(постоянное)	входной аттенюатор выключен
	1 мкГц~100 МГц	50 мВ _(СКЗ) ~±2.5 В _(перем.+пост.)	
100 МГц~200 МГц	100 мВ _(СКЗ) ~±2.5 В _(перем.+пост.)		
Закрытый вход (AC)	1 мкГц~100 МГц	50 мВ _(СКЗ) ~±2.5 В _(перем.+пост.)	
	100 МГц~200 МГц	100 мВ _(СКЗ) ~±2.5 В _(размах)	
Измерение длительности импульса и коэффициента заполнения			
Диапазон частоты/амплитуды	1 мкГц~5 МГц	50 мВ(СКЗ)~±2.5 В(перем.+пост.)	открытый вход (DC); входной аттенюатор
Длительность импульса	минимум	не меньше 20 нс	
	разрешение	2 нс	

Коэффициент заполнения	диапазон отображения	0~100 %	выключен
Вход частотомера			
Входной диапазон	напряжение активизации защиты	$\pm 7 V_{(\text{перем.}+\text{пост.})}$ (аттенюатор выключен)	импеданс 1 МОм
		$\pm 70 V_{(\text{перем.}+\text{пост.})}$ (аттенюатор включен)	
		$5 V_{(\text{среднеквадратическое})}$	импеданс 50 Ом
Регулировка входа	аттенюатор	включен: "×10"; выключен: "×1"	
	импеданс	50 Ом; 1 МОм	
	связь входа	закрытый вход (AC) открытый вход (DC)	
	ФНЧ	ON: полоса пропускания 250 кГц; OFF: полоса пропускания 225 МГц	
Вход запуска	диапазон напряжения	от минус 2.5 до плюс 2.5 В	
	диапазон чувствительности	от 0 % (гистерезис 140 мВ) до 100 % (гистерезис 2 мВ)	
Время счета	GateTime1	1.310 мс	
	GateTime2	10.48 мс	
	GateTime3	166.7 мс	
	GateTime4	1.342 с	
	GateTime5	10.73 с	
	GateTime6	больше 10 с	
Характеристики запуска			
Вход запуска			
Уровень	TTL-совместимый		
Наклон	фронт или срез (выбираемый)		
Длительность импульса	больше 50 нс		
Задержка запуска	свип: меньше 100 нс (типовое) пачка: меньше 300 нс (типовое)		
Выход запуска			
Уровень	TTL-совместимый		
Длительность импульса	больше 60 нс (типовое)		
Макс. частота	1 МГц		
Вход/выход тактового сигнала 10 МГц [10MHz In/Out]			
Сдвиг фазы			
Диапазон	от 0 до 360°		
Разрешение	0.03°		
Вход внешнего тактового сигнала			
Частота	10 МГц ± 50 Гц		

Уровень	от 250 мВ _(размах) до 5 В _(размах)
Время блокировки	меньше 2 с
Импеданс	1 кОм, закрытый вход (АС) , типовое
Выход тактового сигнала 10 МГц	
Частота	10 МГц ± 50 Гц
Уровень	3.3 В _(размах)
Импеданс	50 кОм, закрытый вход (АС) , типовое
Выход синхронизации	
Уровень	TTL-совместимый
Импеданс	50 Ом, типовое
Общие технические характеристики	
Питание	
Напряжение	100~240 В (45~440 Гц)
Потребляемая мощность	меньше 50 Вт
Предохранитель	250 В, 2 А, тип Т
Дисплей	
Тип	7 дюймов, ЖК TFT
Число точек	800 (горизонталь) x 480 (вертикаль)
Количество цветов	16 млн.
Условия эксплуатации и хранения	
Температура эксплуатации	от 10 до 40 °С
Температура хранения	от минус 20 до 60 °С
Охлаждение	принудительное, вентилятор
Относительная влажность	до 35°С: не больше 90 % от 35 до 40°С не больше 60 %
Высота	эксплуатация: меньше 3000 м хранение и транспортировка: меньше 15'000 м
Механические характеристики	
Размеры (Ш x В x Д)	313 × 160.7 × 116.74 мм
Масса	без упаковки 3.2 кг в упаковке 4.5 кг
Интерфейсы	
USB-хост (2), USB-прибор, LAN	
Защита IP	
IP2X	
Рекомендуемый межкалибровочный интервал	
1 год	

Глава 14 ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Принадлежности и дополнительное оборудование

	Описание	Обозначение
Модель	DG4162 (160 МГц, двухканальный)	DG4162
	DG4102 (100 МГц, двухканальный)	DG4102
	DG4062 (60 МГц, двухканальный)	DG4062
Стандартные принадлежности	Кабель питания	-
	Кабель USB	CB-USB
	Кабель BNC (1 м)	CB-BNC-BNC-1
	Руководство по быстрому вводу в эксплуатацию (печатная копия)	-
	Диск CD (Руководство по эксплуатации и программное обеспечение)	-
Дополнительные принадлежности	Аттенюатор 40 дБ	ATT-40dB
	Набор для монтажа в приборную стойку	RMK-DG-4

Примечание: для заказа любых принадлежностей обратитесь к региональному дистрибьютору **RIGOL**.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Гарантийные обязательства

Компания **RIGOL** в течение гарантийного периода ручается за отсутствие дефектов изготовления или материалов у основной продукции и принадлежностей.

Если будет доказано наличие дефектов в указанный период, компания **RIGOL** гарантирует бесплатную замену или ремонт дефектного изделия. С полным текстом гарантийного обязательства можно ознакомиться на официальном веб-сайте **RIGOL** или в гарантийном талоне. При необходимости ремонта или для получения полного текста гарантийного обязательства обратитесь в ближайшее торговое или сервисное представительство компании **RIGOL**.

Компания **RIGOL** не берет на себя каких-либо гарантийных обязательств, кроме описанных в этой выдержке или в полном тексте гарантийного обязательства. Компания **RIGOL** не берет на себя каких-либо обязательств, связанных с товарным спросом или пригодностью изделий для специфических целей. Ни в коем случае компания **RIGOL** не несет ответственность за косвенные, случайные или являющиеся результатом предыдущих убытки.