

Keysight Technologies

Генераторы сигналов серии PSG
E8257D/67D и E8663D

Руководство
по эксплуатации

Уведомления

Уведомление об авторском праве

© Keysight Technologies, 2011–2017. Согласно законодательству США и международным законам об авторском праве, полное или частичное воспроизведение настоящего документа в любом виде и любыми средствами (включая электронные средства хранения и извлечения данных и перевод на иностранные языки) запрещено без предварительного письменного согласия компании Keysight Technologies.

Артикул руководства
E8251-90353RURU

Редакция

Декабрь 2015 г.

Отпечатано:

Отпечатано в Малайзии

Опубликовано:

Keysight Technologies
Bayan Lepas Free Industrial Zone,
11900 Penang, Malaysia (Малайзия)

Лицензии на технологии Аппаратное и (или) программное обеспечение, описываемое в данном документе, предоставляется по лицензии, и любое его использование или копирование допускается только на условиях такой лицензии.

Декларация о соответствии Декларацию о соответствии данного изделия и других изделий компании Keysight можно загрузить через Интернет. Для этого перейдите по адресу <http://www.keysight.com/go/conformity>. Затем найдите нужную декларацию о соответствии по номеру изделия. Права правительства США Программное обеспечение представляет собой «коммерческое компьютерное программное обеспечение» согласно определению этого термина в Правилах закупок для федеральных нужд FAR 2.101. В соответствии с Правилами закупок для федеральных нужд FAR 12.212 и 27.405-3, а также с Дополнением к Правилам закупок для нужд обороны DFARS 227.7202 правительство США приобретает коммерческое компьютерное программное обеспечение на тех же условиях, на которых это программное обеспечение обычно предоставляется публике. Соответственно, компания Keysight предоставляет Программное обеспечение правительственным заказчикам США на условиях стандартной коммерческой лицензии, закрепленных в лицензионном соглашении с конечным пользователем (EULA), копия которого

доступна по адресу
<http://www.keysight.com/find/sweula>.

Лицензия, определяемая в Лицензионном соглашении с конечным пользователем, представляет собой эксклюзивный набор полномочий, согласно которым правительство США может использовать, модифицировать, распространять или раскрывать Программное обеспечение. Лицензионное соглашение с конечным пользователем не требуют и не позволяют компании Keysight, среди прочего: (1) предоставлять техническую информацию, связанную с коммерческим компьютерным программным обеспечением, или документацию на компьютерное программное обеспечение, которая обычно не предоставляется публике; равно как и (2) отказываться от прав в пользу правительства или так или иначе предоставлять правительству права, за исключением таких прав, которые обычно предоставляются публике, на использование, модификацию, воспроизведение, передачу в свободный доступ, выполнение, отображение или раскрытие коммерческого компьютерного программного обеспечения или документации на коммерческое компьютерное программное обеспечение. Никаких дополнительных требований в отношении правительственных учреждений, помимо предусмотренных в Лицензионном соглашении с конечным пользователем, не предусматривается, кроме случаев, когда требования в отношении таких условий, прав или лицензий прямо установлены для всех поставщиков коммерческого компьютерного программного обеспечения в соответствии с Правилами закупок для федеральных нужд FAR и Дополнением к Правилам закупок для нужд обороны DFARS и специально оговорены в письменной форме в других разделах Лицензионного соглашения с конечным пользователем. Компания Keysight не несет обязанности по обновлению, изменению или иной модификации Программного обеспечения. В отношении технических данных согласно определению этого термина в п. 2.101 Правил FAR и в соответствии с пунктами 12.211 и 27.404.2 Правил FAR, а также с п. 227.7102 Правил DFARS правительство США получает не более чем Ограниченные права согласно определению этого термина в п. 27.401 Правил закупок для федеральных нужд FAR или в п. 227.7103-5 (с) Правил закупок для нужд обороны DFARS, в зависимости от применимости к любым техническим данным.

Гарантия

МАТЕРИАЛЫ В НАСТОЯЩЕМ ДОКУМЕНТЕ ПРЕДОСТАВЛЯЮТСЯ НА УСЛОВИЯХ «КАК ЕСТЬ» И МОГУТ БЫТЬ ИЗМЕНЕНЫ В ПОСЛЕДУЮЩИХ РЕДАКЦИЯХ БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО УВЕДОМЛЕНИЯ. КРОМЕ ТОГО, В РАМКАХ, МАКСИМАЛЬНО ДОПУСКАЕМЫХ ДЕЙСТВУЮЩИМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВОМ, КОМПАНИЯ KEYSIGHT ОТКАЗЫВАЕТСЯ ОТ ЛЮБЫХ ГАРАНТИЙ — ЯВНЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ — В ОТНОШЕНИИ НАСТОЯЩЕГО РУКОВОДСТВА И СОДЕРЖАЩИХСЯ В НЕМ СВЕДЕНИЙ, ВКЛЮЧАЯ, СРЕДИ ПРОЧЕГО, ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ ТОВАРНОГО КАЧЕСТВА И ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ КОНКРЕТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. KEYSIGHT НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ЛЮБЫЕ ОШИБКИ, А ТАКЖЕ СЛУЧАЙНЫЕ ИЛИ ОПОСРЕДОВАННЫЕ УБЫТКИ, СВЯЗАННЫЕ С ДОСТАВКОЙ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЛИ ПРЕДОСТАВЛЕНИЕМ НАСТОЯЩЕГО ДОКУМЕНТА ИЛИ ЛЮБОЙ СОДЕРЖАЩЕЙСЯ В НЕМ ИНФОРМАЦИИ. ПРИ НАЛИЧИИ ОТДЕЛЬНОГО ПИСЬМЕННОГО СОГЛАШЕНИЯ МЕЖДУ KEYSIGHT И ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ, ГАРАНТИЙНЫЕ УСЛОВИЯ КОТОРОГО В ОТНОШЕНИИ ПРОДУКЦИИ, РАССМАТРИВАЕМОЙ В НАСТОЯЩЕМ ДОКУМЕНТЕ, ПРОТИВОРЕЧАТ ПРИВЕДЕННЫМ ЗДЕСЬ УСЛОВИЯМ, ПРЕИМУЩЕСТВЕННУЮ СИЛУ ИМЕЮТ ГАРАНТИЙНЫЕ УСЛОВИЯ ТАКОГО ОТДЕЛЬНОГО СОГЛАШЕНИЯ.

Информация об опасности

ВНИМАНИЕ!

Предупредительная надпись означает опасность. Она призвана привлечь внимание к определенной процедуре, методике и т. п., неправильное выполнение или несоблюдение которой может привести к повреждению устройства или потере важных данных. Прежде чем продолжить работу в зоне предупредительной надписи «ВНИМАНИЕ!» убедитесь, что указанные на ней условия полностью понятны и соблюдены.

ОСТОРОЖНО!

Предупредительная надпись означает опасность. Она призвана привлечь внимание к определенной процедуре, методике и т. п., неправильное выполнение или несоблюдение которой может привести к травмам или смерти. Прежде чем продолжить работу в зоне предупредительной надписи «ОСТОРОЖНО!», убедитесь, что указанные на ней условия полностью понятны и соблюдены.

Содержание

1	Общее описание генераторов сигналов	10
	Модели и отличительные особенности генераторов сигналов	11
	Особенности аналоговых генераторов сигналов E8257D серии PSG	11
	Особенности векторных генераторов сигналов E8267D серии PSG	13
	Особенности аналоговых генераторов сигналов E8663D серии PSG	15
	Опции	16
	Обновление микропрограммного обеспечения	16
	Режимы работы генераторов сигналов	18
	Передняя панель	20
	Дисплей на передней панели	27
	Задняя панель	32
2	Основные операции.....	47
	Применение табличных редакторов	48
	Функциональные клавиши табличного редактора	49
	Изменение табличных элементов в полях данных	49
	Использование заданного пользователем предельного значения выходной ВЧ-мощности (только опции 1EA, 1EU или 521)	49
	Выбор задаваемого пользователем предельного значения ВЧ-мощности	49
	Конфигурирование ВЧ-выхода	51
	Конфигурирование вывода немодулированных ВЧ-сигналов	51
	Конфигурирование вывода ВЧ-сигналов с разверткой/сви핑ованием	54
	Расширение частотного диапазона	65
	Модуляция сигнала	65
	Запуск модуляции заданного формата	65
	Применение заданной модуляции к выходному ВЧ-сигналу	66
	Применение функций сохранения данных	67
	Применение каталога памяти	67
	Применение регистров состояний прибора	68
	Удаление регистров и групп	70
	Функции сохранения в памяти и вызова из памяти у анализатора цепей 8757	70
	Применение функций защиты информации	71
	Описание типов памяти генераторов серии PSG	71
	Удаление конфиденциальных данных из памяти генераторов серии PSG	74
	Применение функции скрытого дисплея	77
	Установка опций	77
	Применение Web-сервера	78
3	Основные операции для векторной модуляции.....	82
	Векторная модуляция	83
	Встроенные генераторы сигналов произвольной формы	83
	Векторная I/Q-модуляция в реальном масштабе времени	84
	Заголовки файлов сигналов произвольной формы (ARB)	84
	Создание заголовка файла для модулирующего сигнала в меню задания формата модуляции	85
	Изменение информации заголовка в меню установки формата модуляции	85
	Занесение в память информации заголовков для последовательности модулирующих сигналов в режиме Dual ARB Player	89
	Изменение и просмотр информации заголовка в режиме Dual ARB Player	89
	Воспроизведение файла модулирующего сигнала, который содержит заголовков	92
	Применение режима Dual ARB Player	92
	Обращение к режиму Dual ARB Player	93
	Создание сегментов модулирующего сигнала	93
	Построение и сохранение в памяти последовательности модулирующих сигналов	95
	Воспроизведение модулирующего сигнала	95

Редактирование последовательности модулирующих сигналов.....	96
Добавление шума в реальном масштабе времени к модулирующему сигналу произвольной формы	96
Сохранение и загрузка сегментов модулирующего сигнала	97
Переименование сегмента модулирующего сигнала	98
Применение маркеров модулирующего сигнала	98
Концепция маркеров модулирующего сигнала	99
Обращение к меню Marker Utilities	102
Просмотр маркеров сегментов модулирующего сигнала	102
Этап 1 – Удаление точек маркеров из сегмента модулирующего сигнала	103
Этап 2 – Установка точек маркеров в сегменте сигнала	104
Этап 3 – Управление маркерами в последовательности модулирующих сигналов (только Dual ARB)	106
Наблюдение импульса маркера	108
Применение функции маркера RF Blanking	108
Установка полярности маркеров	109
Запуск модулирующих сигналов	110
Источник запуска	110
Режим и реакция.....	111
Обращение к параметрам запуска.....	112
Установка полярности внешнего запуска	112
Применение стробированного запуска	113
Применение прогрессивного запуска сегментов	114
Применение амплитудного ограничения модулирующих сигналов	115
Как образуются пики мощности.....	115
Как пики вызывают спектральное уширение.....	117
Как действует амплитудное ограничение.....	118
Конфигурирование кругового амплитудного ограничения.....	120
Конфигурирование прямоугольного амплитудного ограничения.....	120
Применение масштабирования модулирующих сигналов.....	121
Как возникают погрешности от перегрузки ЦАП	121
Как масштабирование устраняет погрешности от перегрузки ЦАП.....	122
Масштабирование файла модулирующего сигнала в энергозависимой памяти	123
Установка смещения полосы частот модулирующих сигналов.....	124
4 Оптимизация рабочих характеристик	125
Применение автоматической регулировки мощности (ALC)	126
Выбор ширины полосы частот контура ALC	126
Как выбрать ширину полосы частот контура ALC	126
Применение внешней регулировки мощности	127
Регулировка мощности с детекторами и ответвителями.....	127
Регулировка мощности с модулем источника миллиметровых волн	129
Создание и применение пользовательской коррекции неравномерности ЧХ	129
Создание таблицы пользовательской коррекции неравномерности ЧХ	130
Применение таблицы пользовательской коррекции неравномерности ЧХ	133
Создание таблицы пользовательской коррекции неравномерности ЧХ с модулем источника миллиметровых волн.....	134
Присоединение оборудования	135
Применение калибровки детектора опции 521 (опция 521).....	139
Подстройка полосы частот генераторов опорной частоты (опция UNR/UNX/UNY)	139
Оптимизация фазового шума и гармоник на частотах ниже 3,2 ГГц (опция UNX)	140
Оптимизация фазового шума на частотах ниже 250 МГц	140
Оптимизация гармоник на частотах ниже 2 ГГц	140
5 Аналоговая модуляция	142
Аналоговые модулирующие сигналы	143
Конфигурирование амплитудной модуляции (опция UNT)	143
Конфигурирование частотной модуляции (опция UNT)	144
Конфигурирование фазовой модуляции (опция UNT)	145
Конфигурирование импульсной модуляции (опция UNU/UNW).....	145

Конфигурирование низкочастотного выхода (опция UNT).....	147
Конфигурирование низкочастотного выхода с внутренним источником модуляции	148
Конфигурирование низкочастотного выхода с генераторами функций в качестве источника.....	148
6 Режим генератора специальных сигналов произвольной формы.....	150
Общие сведения	151
Работа с предустановленными типами модулированных сигналов	151
Работа с пользовательскими наборами параметров (режимами) – только Custom Arb.....	152
Изменение набора параметров модуляции NADC с одной несущей	152
Изменение набора параметров модуляции с несколькими несущими.....	152
Вызов из памяти пользовательского профиля цифровой модуляции.....	153
Работа с фильтрами.....	153
Применение предустановленного фильтра FIR	155
Применение пользовательского фильтра FIR	155
Работа с меню Symbol Rate	160
Установка символьной скорости	160
Восстановление принятой по умолчанию символьной скорости (только режим пользовательской I/Q-модуляции в реальном масштабе времени)	161
Работа с разными типами модуляции	162
Выбор предустановленного типа модуляции.....	162
Применение модуляции пользовательского типа (только в режиме Real Time I/Q)	162
Дифференциальные широкополосные входы I/Q (опция 016).....	166
Несимметричные широкополосные входы I/Q (опция 015 – выпуск прекращен).....	167
Конфигурирование оборудования.....	168
Установка запуска с задержкой относительно внешнего импульса положительной полярности.....	168
7 Режим пользовательской I/Q-модуляции в реальном масштабе времени	169
Общие сведения	170
Работа с предустановленными наборами параметров (режимами).....	170
Выбор предустановленного набора параметров модуляции в реальном масштабе времени	170
Отмена выбора предустановленного набора параметров модуляции в реальном масштабе времени	170
Работа с кодовыми комбинациями данных.....	170
Применение предустановленной кодовой комбинации данных.....	171
Применение пользовательской кодовой комбинации данных	171
Применение подаваемой извне кодовой комбинации данных.....	174
Работа с формами пакетных сигналов	175
Конфигурирование параметров нарастания и спада пакетного сигнала	176
Применение задаваемых пользователем кривых формы пакетных сигналов	176
Конфигурирование оборудования.....	178
Установка входа DATA CLOCK на прием сигналов Normal или Symbol.....	178
Установка BBG DATA CLOCK на External или Internal	179
Подстройка масштабирования I/Q	179
Работа с полярностью фазы.....	179
Работа с дифференциальным кодированием данных.....	179
Принципы дифференциального кодирования	180
Применение дифференциального кодирования сигнала	183
8 GPS-модуляция (Опция 409).....	185
MSGPS в реальном времени	186
Блок-схема генерации сигнала.....	187
Файлы сценариев	187
Загрузка файлов сценариев через веб-интерфейс PSG	188
Загрузка файлов сценариев через FTP (LAN)	188
Сведения об уровне ВЧ-мощности	189
Использование данных NMEA для отслеживания мощности сигнала	189
Генерация сигнала MSGPS в реальном времени	190
Установите несущую частоту и амплитуду	190
Настройка внешнего опорного тактирования.....	191
GPS в реальном времени	192
GPS в реальном времени – Введение.....	192

Блок-схема генерации сигнала.....	192
Режимы данных и структуры субкадров	193
Опорный источник тактирования	194
Синхронизация сигнала на задней панели	195
Пользовательские файлы.....	196
Настройка сигнала GPS в реальном времени	196
Настройка внешнего опорного тактирования.....	198
Проверка чувствительности приемника	199
9 Генератор многотоновых сигналов.....	200
Общие сведения	201
Создание, наблюдение и оптимизация многотоновых сигналов	201
Создание специального многотонного сигнала	202
Наблюдение спектра многотонного сигнала	202
Редактирование таблицы настройки многотонного сигнала	203
Минимизация просачивания несущей	204
Определение отношения пиковой мощности к средней мощности	205
10 Генератор двухтоновых сигналов	207
Общие сведения	208
Создание, наблюдение и изменение параметров двухтоновых сигналов	208
Создание двухтонового сигнала	208
Наблюдение спектра двухтонового сигнала	209
Минимизация просачивания несущей	210
Изменение центрирования двухтонового сигнала	211
11 Генератор аддитивного белого гауссовского шума (AWGN).....	213
Конфигурирование генераторов AWGN	214
Конфигурирование генераторов AWGN в режиме генераторов сигналов произвольной формы ...	214
Конфигурирование генераторов AWGN в режиме I/Q-модуляции в реальном масштабе времени.	214
12 Периферийные устройства	216
Модуль интерфейса цифровых сигналов N5102A.....	217
Синхронизация.....	217
Присоединение источника сигнала синхронизации и объекта измерений	226
Типы данных.....	227
Работа с модулем N5102A в режиме вывода	228
Работа с модулем N5102A в режиме ввода	236
Модули источников миллиметровых волн.....	242
Применение модулей источников миллиметровых волн Keysight.....	243
Другие модули источников миллиметровых волн	245
13 Устранение неполадок.....	247
Проблемы с мощностью сигнала на ВЧ-выходе.....	248
Нет мощности на ВЧ-выходе при воспроизведении файла сигнала (только для E8267D).....	248
Слишком низкая мощность сигнала на ВЧ-выходе	248
Прерывание подачи питания	249
Потеря сигнала при работе со смесителем	249
Потеря сигнала при работе с анализатором спектра.....	250
Настройка режима ALC Off (APU выкл.)	250
Маломощный импульс	251
Настройка режима поиска мощности.....	251
Отсутствие модуляции на высокочастотном выходе	254
Проблемы свипирования	254
Свипирование «зависает»	254
Не выключается режим свипирования	255
Некорректное время задержки свипирования по списку	255
Информация о свипировании по списку не найдена в вызываемом регистре	255
Проблемы с хранением данных	256
Регистры с сохраненными ранее состояниями прибора пусты.....	256
Состояние прибора сохранено, но регистр пуст или содержит неверное состояние	256

Не выключается режим помощи.....	257
Генератор сигналов в режиме блокировки.....	257
Последовательность действий по восстановлению в безопасном режиме.....	257
Сообщения об ошибках.....	258
Файл сообщений об ошибках	259
Формат сообщений об ошибках	259
Типы сообщений об ошибках.....	259
Обращение в офисы продаж и обслуживания компании Keysight.....	260
Возврат генераторов сигналов в Keysight Technologies.....	260

Сокращения и условные обозначения

AC	переменное напряжение, переменный ток
ACP	мощность в соседнем канале
ALC	автоматическая регулировка мощности
AM	амплитудная модуляция
ARB	сигнал произвольной формы
AWG	генератор сигналов произвольной формы
AWGN	аддитивный белый гауссовский шум
BBG	генератор модулирующих сигналов
bps	бит в секунду
CCDF	комплементарная интегральная функция распределения
CPU	центральный процессор
CW	немодулированный (непрерывный) сигнал
dB	децибел (дБ)
dBm	децибел от милливатта (дБм)
DAC	цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП)
DC	постоянное напряжение, постоянный ток
Dual ARB	сдвоенный проигрыватель сигналов произвольной формы
DUT	объект измерений, испытываемое устройство
EFC	электронная регулировка частоты
EVM	модуль вектора погрешности
FFT	быстрое преобразование Фурье
FIR	фильтр с конечной импульсной характеристикой
FM	частотная модуляция
FSK	частотная манипуляция
I-bar	\bar{I} , инверсный сигнал I для I/Q-модуляции
IMD	интермодуляционные искажения
I/Q	синфазно-квадратурная (модуляция)
LAN	локальная сеть
LF	низкая частота, низкочастотный
LO	гетеродин
MSK	манипуляция с минимальным сдвигом
ppm	промилль (одна миллионная доля), $1 \text{ ppm} = 10^{-6}$
PRAM	параметрическое ОЗУ
PSK	фазовая манипуляция
QAM	квадратурная амплитудная модуляция
Q-bar	\bar{Q} , инверсный сигнал Q для I/Q-модуляции
RF	высокая частота, высокочастотный
sps	символ в секунду
ФМ	фазовая модуляция

Обзор документации

Руководство по установке (Installation Guide)

- Указания по мерам безопасности
- Подготовка прибора к работе
- Проверка функционирования
- Нормативная информация

Руководство для пользователя (User's Guide)

- Общее описание генераторов сигналов
- Основные операции
- Основные цифровые операции
- Оптимизация рабочих характеристик
- Аналоговая модуляция
- Режим генераторов специальных сигналов произвольной формы
- Режим специальной I/Q-модуляции в реальном масштабе времени
- Генератор многотоновых сигналов
- Генератор двухтоновых сигналов
- Генератор аддитивного белого гауссовского шума (AWGN)
- Периферийные устройства
- Устранение неполадок

Руководство по программированию (Programming Guide)

- Подготовка к дистанционному управлению
- Применение интерфейсов ввода-вывода
- Примеры программирования
- Программирование системы регистров статуса
- Создание и загрузка файлов данных формы сигнала
- Создание и загрузка файлов пользовательских данных

Справочник по командам SCPI (SCPI Reference)

- Как пользоваться данным справочником
- Система команд
- Команды основных функций
- Аналоговые команды
- Команды цифровой модуляции
- Команды модуля интерфейса цифровых сигналов
- Совместимость команд SCPI

Сервисное руководство (Service Guide)

- Устранение неполадок
- Заменяемые части
- Замена узлов
- Послеремонтные процедуры
- Указания мер безопасности и нормативная информация

Справочник по клавишам (Key Reference)

- Описание функций клавиш

1 Общее описание генераторов сигналов

- «Модели и отличительные особенности генераторов сигналов» на странице 11
- «Опции» на странице 16
- «Обновление микропрограммного обеспечения» на странице 16
- «Режимы работы генераторов сигналов» на странице 18
- «Передняя панель» на странице 20
- «Дисплей на передней панели» на странице 27
- «Задняя панель» на странице 32

В этой главе описаны модели, опции и особенности генераторов сигналов серии PSG Keysight E8257D/67D и E8663D. Описаны также режимы работы, органы управления и соединители на передней и задней панели.

ПРИМЕЧАНИЕ

За дополнительной информацией о генераторах серии PSG обращайтесь на сайт компании Keysight: <http://www.keysight.com/find/psg> где можно найти бюллетени технических данных, указания по конфигурированию, рекомендации по применению, ответы на часто задаваемые вопросы, техническую поддержку, программное обеспечение и т. д.

Модели и отличительные особенности генераторов сигналов

Таблица 1-1. Модели генераторов сигналов серии PSG показывает выпускаемые нами модели генераторов сигналов серии PSG и опции частотных диапазонов.

Таблица 1-1. Модели генераторов сигналов серии PSG

Модель	Опции частотных диапазонов
E8257D серии PSG Аналоговые генераторы сигналов	250 кГц – 20 ГГц (опция 520)
	10 МГц – 20 ГГц (опция 521)
	250 кГц – 31,8 ГГц (опция 532)
	250 кГц – 40 ГГц (опция 540)
	250 кГц – 50 ГГц (опция 559)
	250 кГц – 67 ГГц (опция 567) ^{а)}
E8267D серии PSG Векторные генераторы сигналов	250 кГц – 10,3 ГГц (опция HFA)
	250 кГц – 13 ГГц (опция 513)
	250 кГц – 20 ГГц (опция 520)
	250 кГц – 31,8 ГГц (опция 532)
	250 кГц – 44 ГГц (опция 544)
E8663D серии PSG Аналоговые генераторы сигналов	100 кГц – 3,2 ГГц (опция 503)
	100 кГц – 9 ГГц (опция 509)

а) Приборы с опцией 567 работоспособны также в диапазоне 67–70 ГГц, однако их характеристики в этом диапазоне не нормируются.

Особенности аналоговых генераторов сигналов E8257D серии PSG

Генераторы E8257D серии PSG характеризуются следующим набором стандартных возможностей:

- Интерфейс модуля источника, который совместим с модулями источников миллиметровых волн Keysight серии 83550 для расширения частотного диапазона до 110 ГГц, модулями миллиметрового диапазона Oleson Microwave Labs (OML) для расширения частотного диапазона до 325 ГГц, модулями миллиметрового диапазона Virginia Diodes (VDI) для расширения частотного диапазона до 1,1 ТГц;
- Режимы включения и выключения автоматической регулировки мощности (ALC); возможна калибровка мощности при выключенной системе ALC даже без поиска мощности;
- Выход немодулированных (CW) сигналов от 250 (100) кГц до максимальной рабочей частоты (в зависимости от опции);
- Внешняя регулировка мощности с диодным детектором;
- Частотное разрешение до 0,001 Гц;
- Развертка частоты и амплитуды (ступенчатая и по списку) с несколькими источниками запуска;
- Оптимизированное отношение сигнал/шум;
- Генератор опорной частоты 10 МГц с внешним выходом;
- Интерфейсы ввода-вывода RS-232, GPIB и 10Base-T LAN;
- Пользовательская коррекция неравномерности частотной характеристики;
- Защита от перегорания аттенюатора (с опцией 521 приборы, имеющие опцию 1E1).

Генератор E8257D серии PSG обеспечивает также следующие дополнительные возможности:

ПРИМЕЧАНИЕ

Для обеспечения аналоговой развертки частоты и для оптимизации скалярных измерений с разверткой частоты с помощью скалярного анализатора 8757D генератор E8257D должен быть оснащен опцией 007 (аналоговая линейная развертка).

Опция 007 – аналоговая линейная развертка.

Опция 008 – съемный компактный флэш-модуль 8 Гбайт (приборы с префиксом серийного номера \geq US4928/SG4929/MY4928).

Опция 521 – сверхвысокая мощность в диапазоне 0,1–20 ГГц.

Опция 1E1 – ступенчатый аттенюатор.

Опция 1EA (выпуск прекращен) – высокая выходная мощность.

Опция 1ED – выходной гнездовой ВЧ-соединитель типа N. Для опций 520 или 521.

Опция 1EH – пониженные нелинейные искажения ниже 2 ГГц.

Опция 1EU – высокая выходная мощность.

Опция 1EM – переносит все соединители с передней панели на заднюю панель.

Опция 1SM – сканирующая модуляция, обеспечивает улучшенные рабочие характеристики в режиме экспоненциальной (логарифмической) амплитудной модуляции.

Опция UK6 – коммерческий сертификат калибровки и данные испытаний.

Опция 1A7 – сертификат калибровки, соответствующий стандарту ISO 17025, с данными испытаний.

Опция UNR (выпуск прекращен) – улучшенные характеристики фазового шума.

Опция UNX – сверхнизкий фазовый шум.

Опция UNY – улучшенные характеристики по сверхнизкому фазовому шуму.

Опция HNY – модифицированная версия улучшения фазового шума (приблизительно соответствует среднему между опциями UNX и UNY уровню фазовых шумов). Для опций 520, 532, 540.

Опция HY2 – улучшенные характеристики по сверхнизкому фазовому шуму (уровень 2).

Опция H1G – вход и выход внешнего опорного сигнала 1 ГГц.

Опция H1S – дополнительный вход 1 ГГц для повышения фазовой стабильности.

Опция HCC – соединители для обеспечения когерентности по фазе на частотах свыше 250 МГц.

Опция H1K – расширение нижней частотной границы до 100 кГц.

Опция UNT – амплитудная, частотная, фазовая модуляция и выход LF.

- * Амплитудная модуляция без обратной связи и с обратной связью.
- * DC-синтезированная частотная модуляция с частотой модуляции до 10 МГц; максимальная девиация частоты зависит от несущей частоты.
- * Входы внешней модуляции для AM, FM и ФМ.
- * Конфигурации одновременной модуляции (исключения: FM с ФМ и линейная AM с экспоненциальной AM).
- * Сдвоенный генератор функций со следующими особенностями:
 - 50-омный низкочастотный выход, амплитуда 0–3 Впик, сигнал подается на выход LF;
 - выбор формы сигналов: синусоида, сдвоенная синусоида, синусоида с разверткой частоты, треугольная форма, положительный пилообразный сигнал, отрицательный пилообразный сигнал, сигнал прямоугольной формы, белый шум, гауссовский шум и постоянное напряжение (DC);
 - регулируемая частота модулирующего сигнала для аналоговой модуляции;
 - выбор запуска по списку и режимов ступенчатой развертки: периодический запуск, однократный запуск, запуск по шине (дистанционный) и внешний запуск.

Опция UNU – импульсная модуляция.

- * Внутренний генератор импульсов.
- * Входы внешней модуляции.
- * Выбор режима формирования импульсов: внутренний меандр, внутренний периодический запуск, внутренний ждущий запуск, внутренний дублет, внутреннее стробирование и внешний импульс; внутренний ждущий запуск, внутренний дублет и внутреннее стробирование требуют внешнего источника запуска.
- * Регулируемая частота повторения импульсов.
- * Регулируемый период повторения импульсов.
- * Регулируемая длительность импульсов (мин. 150 нс).
- * Регулируемая задержка импульсов.
- * Возможность выбора положительного или отрицательного импульса внешнего запуска.

Опция UNW – модуляция короткими импульсами.

- * Генерирует короткие импульсы в рабочем диапазоне (минимальная длительность от 20 нс) частот генераторов серии PSG.
- * Обеспечивает все функциональные возможности опции UNU
- * Опция HNS – модифицированная модуляция короткими импульсами (на частотах ниже 31,8 ГГц обеспечивает характеристики опции UNW, выше 31,8 ГГц – опции UNU). Для опций 540, 550, 567.

Особенности векторных генераторов сигналов E8267D серии PSG

Генераторы E8267D серии PSG обеспечивают такой же набор стандартных возможностей, как и генераторы E8257D серии PSG, а также следующие возможности:

- внутренний I/Q-модулятор;
- входы внешних аналоговых сигналов I/Q;
- несимметричный и дифференциальный выходы аналоговых сигналов I/Q;
- высокая выходная мощность (как у E8257D с опциями);
- ступенчатый аттенюатор (дополнительный у E8257D).

Генератор E8267D серии PSG обладает следующими дополнительными возможностями:

Опция 003 – возможность соединения цифровых выходов серии PSG с модулем интерфейса цифровых сигналов N5102A.

Опция 004 – возможность соединения цифровых выходов серии PSG с модулем интерфейса цифровых сигналов N5102A.

Опция 005 (выпуск прекращен) – внутренний жесткий диск 6 Гбайт (приборы с префиксом серийного номера < US4829/SG4829/MY4829).

Опция 007 – аналоговая линейная развертка.

Опция 1E1 – ступенчатый аттенюатор.

Опция 1EA (выпуск прекращен) – высокая выходная мощность.

Опция 1ED – выходной гнездовой ВЧ-соединитель типа N. Для опций 513 или 520.

Опция 1EH – пониженные нелинейные искажения ниже 2 ГГц.

Опция 1EU – высокая выходная мощность.

Опция 1EM – переносит все соединители с передней панели на заднюю панель.

Опция UK6 – коммерческий сертификат калибровки и данные испытаний.

Опция 1A7 – сертификат калибровки, соответствующий стандарту ISO 17025, с данными испытаний.

Опция UNR (выпуск прекращен) – улучшенные характеристики фазового шума.

Опция UNX – сверхнизкий фазовый шум.

Опция UNY – улучшенные характеристики по сверхнизкому фазовому шуму.

Опция H1G – вход и выход внешнего опорного сигнала 1 ГГц.

Опция H1S – дополнительный вход 1 ГГц для повышения фазовой стабильности.

Опция HCC – соединители для обеспечения когерентности по фазе на частотах свыше 250 МГц.

Опция UNT – амплитудная, частотная, фазовая модуляция и выход LF.

- * Амплитудная модуляция без обратной связи и с обратной связью.
- * DC-синтезированная частотная модуляция с частотой модуляции до 10 МГц; максимальная девиация частоты зависит от несущей частоты.
- * Входы внешней модуляции для AM, FM и ФМ.
- * Конфигурации одновременной модуляции (исключения: FM с ФМ и линейная AM с экспоненциальной AM).
- * Сдвоенный генератор функций со следующими особенностями:
 - 50-омный низкочастотный выход, амплитуда 0–3 Впик, сигнал подается на выход LF;
 - выбор формы сигналов: синусоида, сдвоенная синусоида, синусоида с разверткой частоты, треугольная форма, положительный пилообразный сигнал, отрицательный пилообразный сигнал, сигнал прямоугольной формы, белый шум, гауссовский шум и постоянное напряжение (DC);
 - регулируемая частота модулирующего сигнала для аналоговой модуляции;
 - выбор запуска по списку и режимов ступенчатой развертки: периодический запуск, однократный запуск, запуск по шине (дистанционный) и внешний запуск.

Опция UNU – импульсная модуляция.

- * Внутренний генератор импульсов.
- * Входы внешней модуляции.
- * Выбор режима формирования импульсов: внутренний меандр, внутренний периодический запуск, внутренний ждущий запуск, внутренний дублет, внутреннее стробирование и внешний импульс; внутренний ждущий запуск, внутренний дублет и внутреннее стробирование требуют внешнего источника запуска.
- * Регулируемая частота повторения импульсов.
- * Регулируемый период повторения импульсов.
- * Регулируемая длительность импульсов (мин. 150 нс).
- * Регулируемая задержка импульсов.

Возможность выбора положительного или отрицательного импульса внешнего запуска.

Опция UNW – модуляция короткими импульсами.

- * Генерирует короткие импульсы (минимальная длительность до 20 нс) в рабочем диапазоне частот генераторов серии PSG.
- * Обеспечивает все функциональные возможности опции UNU

Опция HNS – модифицированная модуляция короткими импульсами (на частотах ниже 31,8 ГГц обеспечивает характеристики опции UNW, выше 31,8 ГГц – опции UNU). Для опции 540.

Опция 009 – съемный компактный флэш-модуль (приборы с префиксом серийного номера \geq US4829/ SG4829/MY4829).

Опция 015 (выпуск прекращен) – несимметричные широкополосные входы внешних сигналов I/Q.

Опция 016 – дифференциальные широкополосные входы внешних сигналов I/Q.

Опция HBQ – дифференциальные входы внешних сигналов I/Q с ограниченной полосой.

Опция HBR – дифференциальные входы внешних сигналов I/Q с полосой 1,6 ГГц (только для опции HFA).

Опция H18 – широкополосная модуляция на частотах ниже 3,2 ГГц.

Опция 403 – калиброванный шум, генератор шума (AWGN).

Опция 601 (выпуск прекращен) – внутренний генератор модулирующих сигналов с памятью 8 Мвыб.

Опция 602 – внутренний генератор модулирующих сигналов с памятью 64 Мвыб.

Опция SP1 – поддержка ПО Signal Studio для внесения джиттера.

Опция SP2 – динамическое управление последовательностями секвенсора.

Особенности аналоговых генераторов сигналов E8663D серии PSG

Генераторы E8663D серии PSG характеризуются следующим набором стандартных возможностей:

- Режимы включения и выключения автоматической регулировки мощности (ALC); возможна калибровка мощности при выключенной системе ALC даже без поиска мощности.
- Выход немодулированных (CW) сигналов от 250 кГц до максимальной рабочей частоты (в зависимости от опции).
- Внешняя регулировка мощности с диодным детектором.
- Частотное разрешение до 0,001 Гц.
- Развертка частоты и амплитуды (ступенчатая и по списку) с несколькими источниками запуска.
- Оптимизированное отношение сигнал/шум.
- Генератор опорной частоты 10 МГц с внешним выходом.
- Интерфейсы ввода-вывода RS-232, GPIB и 10Base-T LAN.
- Пользовательская коррекция неравномерности частотной характеристики.
- Импульсная модуляция:
 - внутренний генератор импульсов;
 - входы внешних сигналов модуляции;
 - выбор режима формирования импульсов: внутренний меандр, внутренний периодический запуск, внутренний ждущий запуск, внутренний дублет, внутреннее стробирование и внешний импульс; внутренний ждущий запуск, внутренний дублет и внутренне стробирование требует внешнего источника запуска;
 - регулируемая частота повторения импульсов;
 - регулируемый период повторения импульсов;
 - регулируемая длительность импульсов (мин. 150 нс);
 - регулируемая задержка импульсов;
 - возможность выбора положительного или отрицательного импульса внешнего запуска. Генератор E8663D серии PSG обеспечивает также следующие дополнительные возможности.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для обеспечения аналоговой развертки частоты и для оптимизации скалярных измерений с разверткой частоты с помощью скалярного анализатора 8757D генератор E8663D должен быть оснащен опцией 007 (аналоговая линейная развертка).

Опция 007 – аналоговая линейная развертка.

Опция 008 – съемный компактный флэш-модуль 8 Гбайт (приборы с префиксом серийного номера \geq US4928/SG4929/MY4928).

Опция 521 – сверхвысокая мощность в диапазоне 0,1–3,2 ГГц (с опцией 503) или 0,1–9 ГГц (с опцией 509).

Опция 1E1 – ступенчатый аттенюатор.

Опция 1EA (выпуск прекращен) – высокая выходная мощность.

Опция 1ED – выходной гнездовой ВЧ-соединитель типа N.

Опция 1EH – пониженные нелинейные искажения ниже 2 ГГц.

Опция 1EU – высокая выходная мощность.

Опция 1EM – переносит все соединители с передней панели на заднюю панель.

Опция 1EZ – увеличенная продолжительность поддержки.

Опция 1SM – обеспечивает улучшенные рабочие характеристики в режиме экспоненциальной (логарифмической) амплитудной модуляции.

Опция UK6 – коммерческий сертификат калибровки и данные испытаний.

Опция 1A7 – сертификат калибровки, соответствующий стандарту ISO 17025, с данными испытаний.

Опция UNX – сверхнизкий фазовый шум.

Опция UNY – улучшенные характеристики по сверхнизкому фазовому шуму.

Опция H1S – дополнительный вход 1 ГГц для повышения фазовой стабильности.

Опция HCC – соединители для обеспечения когерентности по фазе на частотах свыше 250 МГц.

Опция UNT – амплитудная, частотная, фазовая модуляция и выход LF.

* Амплитудная модуляция без обратной связи и с обратной связью.

* DC-синтезированная частотная модуляция с частотой модуляции до 10 МГц; максимальная девиация частоты зависит от несущей частоты.

* Входы внешней модуляции для AM, FM и ФМ.

* Конфигурации одновременной модуляции (исключения: FM с ФМ и линейная AM с экспоненциальной AM).

* Сдвоенный генератор функций со следующими особенностями:

- 50-омный низкочастотный выход, амплитуда 0–3 Впик, сигнал подается на выход LF.
- выбор формы сигналов: синусоида, сдвоенная синусоида, синусоида с разверткой частоты, треугольная форма, положительный пилообразный сигнал, отрицательный пилообразный сигнал, сигнал прямоугольной формы, белый шум, гауссовский шум и постоянное напряжение (DC);
- регулируемая частота модулирующего сигнала для аналоговой модуляции;
- выбор запуска по списку и режимов ступенчатой развертки: периодический запуск, однократный запуск, запуск по шине (дистанционный) и внешний запуск.

Опция UNW – модуляция короткими импульсами.

* Генерирует короткие импульсы (минимальная длительность 20 нс) в рабочем диапазоне частот генераторов PSG.

Опции

Генераторы серии PSG имеют аппаратные, программные и микропрограммные опции. Список опций приведен в документе *технических данных (Data Sheet)*. За дополнительной информацией обращайтесь на наш сайт <http://www.keysight.com/find/psg>, где вы можете выбрать интересующую вас модель генераторов серии PSG и перейти на закладку **Options**.

Обновление микропрограммного обеспечения

Вы можете обновлять микропрограммное обеспечение (firmware) в вашем генераторе всякий раз при появлении новой микропрограммной версии. Новые микропрограммные версии, которые можно загрузить с сайта компании Keysight, могут содержать возможности и функции, которых не было в предыдущих версиях.

Чтобы выяснить, имеются ли новые версии микропрограммного обеспечения для генераторов сигналов, посетите интернет-страницу Центра обновления микропрограммного обеспечения генераторов сигналов <http://www.keysight.com/find/upgradeassistant> или позвоните по телефону, номер которого вы можете найти на странице <http://www.keysight.com/find/assist>.

Как обновить микропрограммное обеспечение

Ниже описано, как загрузить новую версию микропрограммного обеспечения для вашего генератора серии PSG с использованием соединения LAN и компьютера. За дополнительной информацией о требованиях к оборудованию и альтернативных методах загрузки микропрограммного обеспечения (например, с использованием интерфейса GPIB) обращайтесь к документу *Firmware Upgrade Guide* на странице: <http://www.keysight.com/find/upgradeassistant>.

1. Запишите IP-адрес вашего генератора сигналов. Чтобы посмотреть IP-адрес на генераторах серии PSG, нажмите клавиши **Utility > GPIB/RS-232 LAN > LAN Setup**.
2. Воспользуйтесь интернет-браузером, чтобы зайти на страницу: <http://www.keysight.com/find/upgradeassistant>.
3. Прокрутите страницу вниз до таблицы «Documents and Downloads» и щелкните мышью ссылку в столбце «Latest Firmware Revision» для генераторов E8257D/67D или E8663D серии PSG.
4. В окне File Download выберите **Run**.
5. В окне Welcome нажмите кнопку **Next** и следуйте инструкциям на экране. Файлы микропрограммного обеспечения загружаются в компьютер.
6. В таблице «Documents and Downloads» щелкните мышью ссылку в столбце для генераторов E8257D/67D или E8663D серии PSG, чтобы загрузить утилиту PSG/ESG Upgrade Assistant.
7. В окне File Download выберите **Run**.
8. В окне Welcome нажмите кнопку **OK** и следуйте инструкциям на экране.
9. В ответ на предложение создать ярлык на Рабочем столе нажмите кнопку **Yes**.
10. Как только загрузится утилита, закройте интернет-браузер и сделайте двойной щелчок мышью на значке **PSG/ESG Upgrade Assistant** на Рабочем столе компьютера.
11. В окне утилиты Upgrade Assistant установите тип соединения, которым вы хотите воспользоваться для загрузки микропрограммы, и параметры выбранного вами типа соединения. Для соединения LAN введите IP-адрес прибора, который вы записали в пункте 1.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если задействован протокол динамической конфигурации хоста (DHCP) для серии PSG, сеть назначит прибору IP-адрес при его включении. По этой причине, когда задействован протокол DHCP, IP-адрес может оказываться различным при каждом включении прибора. Однако DHCP *не влияет* на имя хоста (hostname).

12. Нажмите кнопку **Browse** и сделайте двойной щелчок мышью на обозначении микропрограммной версии, чтобы обновить микропрограммное обеспечение вашего генератора сигналов.
13. В окне Upgrade Assistant нажмите кнопку **Next**.
14. Как только будет проверено соединение с прибором, нажмите кнопку **Next** и следуйте предложениям на экране.

ПРИМЕЧАНИЕ

После того, как начнется загрузка, ее невозможно будет прекратить. Когда появится сообщение User Attention, вы должны *сначала* выключить прибор и снова включить его, *затем* нажать кнопку OK.

Когда завершится процесс обновления микропрограммного обеспечения, в окне Upgrade Assistant появится сводка.

15. Нажмите кнопку **OK** и закройте окно Upgrade Assistant.

Режимы работы генераторов сигналов

В зависимости от модели и установленных опций генераторы сигналов серии PSG обеспечивают до четырех режимов работы: формирование немодулированных сигналов (CW), сигналов со свипированием по частоте и амплитуде, сигналов с аналоговой модуляцией и сигналов с цифровой модуляцией.

Формирование немодулированных сигналов

В этом режиме выводится непрерывный немодулированный сигнал с заданными значениями частоты и уровня мощности. Немодулированный сигнал могут генерировать генераторы E8257D, E8267D и E8663D.

Формирование сигналов со свипированием по частоте и амплитуде

В этом режиме выводится сигнал с разверткой частоты в определенном диапазоне и/или с разверткой уровня мощности в определенном диапазоне. Генераторы E8257D, E8267D и E8663D обеспечивают ступенчатую свипирование и свипирование по списку. Опция 007 добавляет функцию линейного свипирования.

Аналоговая модуляция

В этом режиме производится модуляция ВЧ-сигнала аналоговым сигналом. Реализуемые типы модуляции зависят от установленных опций.

Опция UNT обеспечивает амплитудную, частотную и фазовую модуляцию. Некоторые типы модуляции можно использовать совместно. Опции UNU и UNW обеспечивают возможность стандартной импульсной модуляции и модуляции короткими импульсами, соответственно. Опция UNU входит в комплект стандартного оснащения генераторов E8663D.

Опция 1SM обеспечивает усовершенствованный режим экспоненциальной (логарифмической) амплитудной модуляции.

Цифровая модуляция

В этом режиме генераторы сигналов осуществляют модуляцию ВЧ-сигнала либо в соответствии с внутренними сигналами квадратур I/Q в реальном масштабе времени, либо по внешним сигналам квадратур I/Q. I/Q-модуляция возможна только у генераторов E2867D. Внутренние генераторы модулирующих сигналов (опция 601/602) добавляют следующие форматы цифровой модуляции:

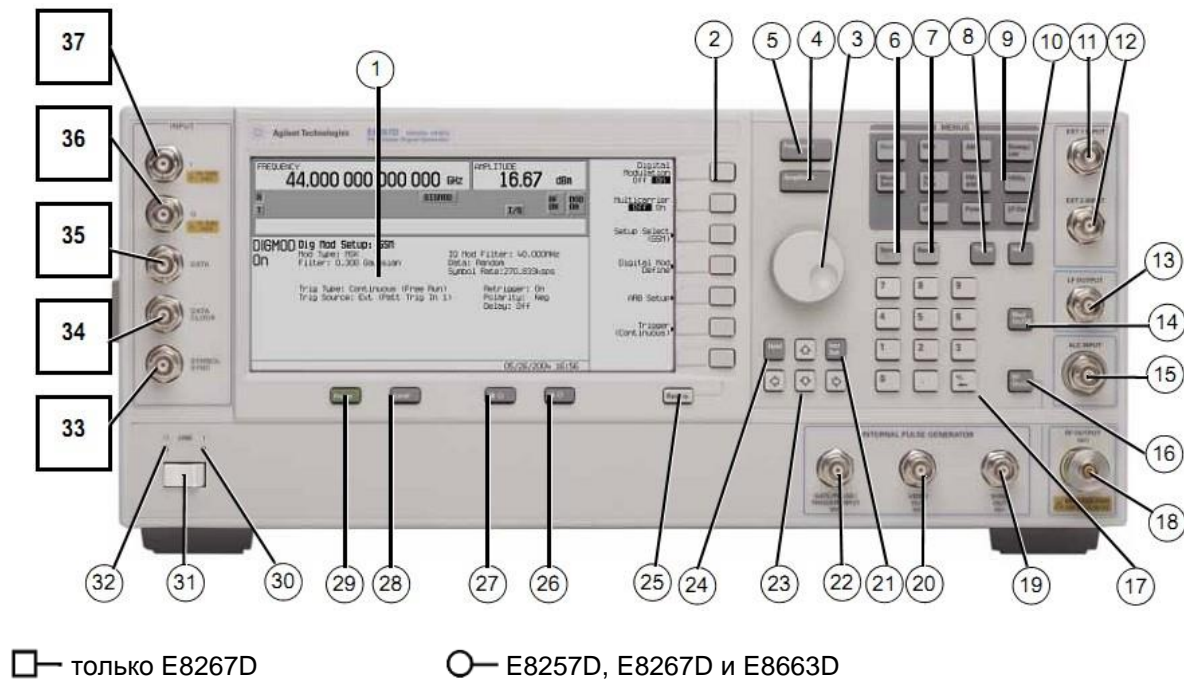
- В режиме *генератора специальных сигналов произвольной формы (Custom Arb Waveform Generator)* может формироваться несущая, модулированная одним сигналом, или несколько модулированных несущих. Каждый модулирующий сигнал должен быть рассчитан и сформирован, прежде чем он сможет выводиться; этот сигнал генерируется внутренними генераторами модулирующих сигналов. После того, как будет создана форма сигнала, эти данные можно будет занести в память и вызывать из памяти, что обеспечивает периодическое воспроизведение тестовых сигналов. За дополнительной информацией обращайтесь к [главе 6 «Режим генераторов специальных сигналов произвольной формы» 150 странице.](#)
- В режиме *специальной I/Q-модуляции в реальном масштабе времени (Custom Real Time Baseband I/Q)* формируется одна несущая, но ее можно модулировать данными реального времени, которые обеспечивают управление в реальном масштабе времени всеми параметрами, которые влияют на сигнал. Генерируемый сигнал одной несущей может быть модифицирован путем применения различных комбинаций данных, фильтров, значений скорости передачи символов, типов модуляции и форм пакетных сигналов. За дополнительной информацией обращайтесь к [главе 7 «Режим специальной I/Q-модуляции в реальном масштабе» на 169 странице.](#)
- В режиме *двухтоновой (Two Tone)* модуляции формируются два отдельных немодулированных сигнала (или тона) с разными частотами. Регу-

лируется частотное разнесение этих сигналов и их амплитуды. За дополнительной информацией обращайтесь к [главе 10 «Генератор двухтоновых сигналов» на 207 странице](#).

- В режиме *многотоновой (Multitone)* модуляции формируется до 64 непрерывных сигналов (или тонов). Как и в режиме двухтоновой модуляции, здесь регулируется частотное разнесение этих сигналов и их амплитуды. За дополнительной информацией обращайтесь к [главе 9 «Генератор многотоновых сигналов» на 200 странице](#).
- Режим *Dual ARB (сдвоенный проигрыватель сигналов произвольной формы)* используется для управления последовательностью воспроизведения фрагментов сигналов waveform, записанных в память ARB внутреннего генератора модулирующих сигналов. Эти сигналы могут генерироваться внутренним генератором модулирующих сигналов с использованием режима *специального генератора сигналов произвольной формы* или загружаться в память ARB через интерфейс дистанционного управления. За дополнительной информацией обращайтесь к [разделу «Применение режима DUAL ARB Player» на 92 странице](#).

Передняя панель

В этом разделе описаны все элементы на передней панели генераторов серии PSG. **Рисунок 1-1** изображает переднюю панель генераторов E8267D, которая содержит все элементы, которые имеются у генераторов E8257D и E8663D.



□ — только E8267D

○ — E8257D, E8267D и E8663D

Рисунок 1-1. Стандартная передняя панель генераторов E8267D

- | | | | |
|----|--|----|--|
| 1 | Дисплей | 28 | Клавиша Local |
| 2 | Функциональные клавиши | 29 | Клавиша Preset |
| 3 | Поворотная ручка | 30 | Светодиодный индикатор включения питания |
| 4 | Клавиша Amplitude | 31 | Клавиша LINE (сеть) |
| 5 | Клавиша Frequency | 32 | Светодиодный индикатор дежурного режима |
| 6 | Клавиша Save | 33 | Соединитель SYMBOL SYNC |
| 7 | Клавиша Recall | 34 | Соединитель DATA CLOCK |
| 8 | Клавиша Trigger | 35 | Соединитель DATA |
| 9 | Клавиши MENUS | 36 | Соединитель Q Input |
| 10 | Клавиша Help | 37 | Соединитель I Input |
| 11 | Соединитель EXT 1 INPUT | | |
| 12 | Соединитель EXT 2 INPUT | | |
| 13 | Соединитель LF OUTPUT | | |
| 14 | Клавиша Mod On/Off | | |
| 15 | Соединитель ALC INPUT | | |
| 16 | Клавиша RF On/Off | | |
| 17 | Цифровая клавиатура | | |
| 18 | Соединитель RF OUTPUT | | |
| 19 | Соединитель SYNC OUT | | |
| 20 | Соединитель VIDEO OUT | | |
| 21 | Клавиша Incr Set | | |
| 22 | Соединитель GATE/PULSE/ TRIGGER INPUT | | |
| 23 | Клавиши со стрелками | | |
| 24 | Клавиша Hold | | |
| 25 | Клавиша Return | | |
| 26 | Клавиша уменьшения контраста | | |
| 27 | Клавиша увеличения контраста | | |

1 Дисплей

Жидкокристаллический экран отображает информацию о текущей функции (индикаторы состояния, установки значений частоты и амплитуды, а также сообщения об ошибках). Вдоль правой кромки экрана отображаются наименования (метки) функциональных клавиш. Более подробное описание дисплея приведено в разделе «Дисплей на передней панели» на странице 27.

2 Функциональные клавиши

Функциональные клавиши активизируют функцию, которая отображается слева от каждой клавиши.

3 Поворотная ручка

Этой ручкой пользуются для увеличения и уменьшения численного значения, для изменения выделенной цифры или символа, а также для перемещения по спискам и выбора пунктов в строке.

4 Клавиша Amplitude

При нажатии этой клавиши активной функцией становится амплитуда. Вы можете изменять амплитуду выходного сигнала или пользоваться меню для конфигурирования таких амплитудных атрибутов, как поиск мощности, пользовательская коррекция неравномерности ЧХ и режим регулировки мощности.

5 Клавиша Frequency

При нажатии этой клавиши активной функцией становится частота. Вы можете изменять частоту выходного сигнала или пользоваться меню для конфигурирования таких частотных атрибутов, как множитель частоты, отстройка и опорная частота.

6 Клавиша Save

ВНИМАНИЕ!

Аппаратная клавиша **Save** не сохраняет в памяти табличные конфигурации, например, список развертки, многотоновые данные или ARB.

При нажатии этой клавиши появляется меню вариантов выбора, позволяющее вам сохранять данные в регистре состояний прибора. Регистр состояний прибора представляет собой участок памяти, разбитой на 10 групп (с номерами от 0 до 9), каждая из которых содержит 100 регистров (с номерами от 00 до 99). Он используется для сохранения в памяти и вызова из памяти установок частоты, амплитуды и модуляции.

Аппаратная клавиша **Save** обеспечивает быструю альтернативу изменению конфигурации прибора через переднюю панель или с помощью команд SCPI при переключении различных вариантов конфигурации сигналов. После того, как в память будет занесено состояние прибора (т. е. набор его параметров), с помощью клавиши **Recall** можно будет вызвать все установки частоты, амплитуды и модуляции. За дополнительной информацией по сохранению и вызову состояний прибора обращайтесь к разделу «Применение регистров состояний прибора» на странице 68.

7 Клавиша Recall

Эта клавиша служит для восстановления состояния прибора, занесенного в регистр памяти. Чтобы вызвать из памяти интересующее вас состояние прибора, нажмите клавишу **Recall** и введите номер нужной группы и номер регистра. Чтобы сохранить состояние прибора в памяти, пользуйтесь аппаратной клавишей **Save**. За дополнительной информацией по сохранению и вызову состояний прибора обращайтесь к разделу «Применение регистров состояний прибора» на странице 68.

8 Клавиша Trigger

Эта клавиша инициирует событие немедленного запуска для такой функции, как свипирование по списку, а также ступенчатое или линейное свипирование. Прежде, чем можно будет пользоваться этой клавишей для инициации события запуска, необходимо установить режим запуска на **Trigger Key**.

Например, нажмите клавишу **Sweep/List**, затем функциональные клавиши в одной из следующих последовательностей:

- **More (1 of 2) > Sweep Trigger > Trigger Key**
- **More (1 of 2) > Point Trigger > Trigger Key**

9 Клавиши MENUS

Эти клавиши открывают меню функциональных клавиш для конфигурирования различных функций. За дополнительной информацией обращайтесь к документу *Keysight PSG Signal Generators Key Reference (Справочник по клавишам)*.

Таблица 1-2. Аппаратные клавиши в группе **MENUS**

Аналоговые генераторы E8257D и E8663D	Векторный генератор E8267D	
AM	Mode	FM/ФМ
Sweep/List	Mux	Utility
FM/ФМ	AM	I/Q
Utility	Sweep/List	Pulse
Pulse	Mode Setup	LF Out
LF Out	Aux Fctn	

ПРИМЕЧАНИЕ

Некоторые меню являются дополнительными (в зависимости от опций). См. описание опций в [разделе «Опции» на странице 16](#).

10 Клавиша Help

При нажатии этой клавиши на экране появляется краткое описание аппаратной или функциональной клавиши и (в большинстве случаев) листинг соответствующих команд дистанционного управления SCPI. Здесь возможны два режима действия справочной системы – однократный (Single) и непрерывный (Cont). В состоянии заводской установки параметров по умолчанию действует однократный режим. Чтобы переключиться с одного режима на другой, следует нажать клавиши **Utility > Instrument Info / Help Mode > Help Mode Single Cont**.

- В режиме однократного вызова справочной информации при нажатии следующей клавиши появляется пояснительный текст, но функция этой клавиши не вводится в действие. При последующем нажатии любой клавиши происходит выход из режима справки и активизация функции этой клавиши.
- В режиме непрерывного вызова справочной информации пояснительный текст появляется на экране для каждой следующей нажатой клавиши, пока вы снова не нажмете клавишу **Help** или не переключитесь в режим однократного вызова справочной информации. Кроме того, каждая клавиша в этом режиме остается активной, т. е. выполняется ее функция (за исключением клавиши **Preset**).

11 Соединитель EXT 1 INPUT

На этот гнездовой соединитель BNC (он задействован у генераторов E8663D или у генераторов E8257D/67D с опциями UNT, UNU либо UNW) подается сигнал ± 1 Впик для амплитудной, частотной или фазовой модуляции. Для этих видов модуляции сигнал ± 1 Впик формирует указанную глубину модуляции или девиацию частоты и фазы. Когда для AM, FM и ФМ выбраны входы со связью по переменной составляющей, и пиковое значение входного напряжения отличается от 1 Впик больше, чем на 3 %, на дисплее загораются вспомогательные индикаторы **HI/LO**. Здесь можно выбрать входной импеданс 50 Ом или 600 Ом, а предельно допустимый уровень сигнала (уровень повреждения) составляет 5 Вэфф или 10 Впик. У генераторов сигналов с опцией 1EM этот соединитель расположен на задней панели.

12 Соединитель EXT 2 INPUT

На этот гнездовой соединитель BNC (он задействован у генераторов E8663D или у генераторов E8257D/67D с опциями UNT, UNU либо UNW) подается сигнал ± 1 Впик для амплитудной, частотной или фазовой модуляции. Для этих видов модуляции сигнал ± 1 Впик формирует указанную глубину модуляции или девиацию частоты или фазы. Когда для AM, FM и ФМ выбраны входы со связью по переменной составляющей, и пиковое значение входного напряжения отличается от 1 Впик больше, чем на 3 %, на дисплее загораются вспомогательные индикаторы **HI/LO**.

Здесь можно выбрать входной импеданс 50 Ом или 600 Ом, а предельно допустимый уровень сигнала (уровень повреждения) составляет 5 Вэфф или 10 Впик. У генераторов сигналов с опцией 1EM этот соединитель расположен на задней панели.

13 Соединитель LF OUTPUT

На этот выходной гнездовой соединитель BNC (он задействован у генераторов E8663D или у генераторов E8257D/67D с опцией UNT) выводятся сигналы модуляции, которые генерируются генератором функций низкочастотного (LF) источника. Этот выход рассчитан на подачу сигнала с номинальным напряжением 3 Впик на нагрузку 50 Ом. У генераторов сигналов с опцией 1EM этот соединитель расположен на задней панели.

14 Клавиша Mod On/Off

Эта аппаратная клавиша (E8663D, E8267D и E8257D с опциями UNT, UNU или UNW) служит для включения и выключения всех активных форматов модуляции (AM, FM, ФМ, Pulse или I/Q) выходного сигнала несущей, который выводится через соединитель RF OUTPUT. Эта клавиша не настраивает и не вводит в действие формат AM, FM, ФМ, Pulse или I/Q; каждый формат модуляции должен быть настроен и активизирован (например, **AM > AM On**). В противном случае выходной сигнал несущей не подвергается модуляции при нажатии клавиши **Mod On/Off**. Вспомогательный индикатор **MOD ON/OFF** на дисплее указывает, включены или выключены активные форматы модуляции с помощью клавиши **Mod On/Off**.


15 Соединитель ALC INPUT

Этот входной гнездовой соединитель BNC используется для подачи отрицательного напряжения с внешнего детектора регулировки мощности. Сюда подается напряжение от -0,2 мВ до -0,5 В. Номинальный входной импеданс равен 120 кОм; предельно допустимое входное напряжение (уровень повреждения) составляет ± 15 В. У генераторов сигналов с опцией 1EM этот соединитель расположен на задней панели.

16 Клавиша RF On/Off

Эта клавиша является переключателем поочередного действия и используется для включения и выключения ВЧ-сигнала на выходном соединителе RF OUTPUT. Несмотря на то, что вы можете настроить и ввести в действие различные установки частоты, мощности и модуляции, выходной ВЧ-или СВЧ-сигнал не подается на соединитель RF OUTPUT, пока вы не установите на On клавишу **RF On/Off**. Вспомогательный индикатор **RF On/Off** на дисплее указывает, включена ли подача ВЧ-сигнала на выходной соединитель.

17 Цифровая клавиатура

Цифровая клавиатура содержит клавиши от **0** до **9**, клавишу десятичной точки и клавишу возврата () **(←)**. Эта клавиша позволяет вам удалять ошибочно введенный символ и задавать положительное либо отрицательное значение. При задании отрицательного численного значения необходимо ввести знак «-» до ввода численного значения.

18 Соединитель RF OUTPUT

Этот соединитель служит для вывода ВЧ-и СВЧ-сигналов. Номинальный выходной импеданс равен 50 Ом. Максимально допустимый уровень обратной мощности (уровень повреждения) соответствует 0 В постоянного тока, 0,5 Вт (номинальное значение). У генераторов сигналов с опцией 1EM этот соединитель расположен на задней панели. Тип соединителя зависит от опции частотного диапазона.

19 Соединитель SYNC OUT

Этот выходной гнездовой соединитель BNC (он задействован у генераторов E8663D или у генераторов E8257D/67D с опциями UNU либо UNW) служит для вывода, синхронизирующего TTL-совместимого импульсного сигнала с номинальной длительностью 50 нс во время внутренней модуляции и импульсной модуляции в ждущем режиме запуска. Номинальный импеданс указанного тракта составляет 50 Ом. У генераторов сигналов с опцией 1EM этот соединитель расположен на задней панели.

20 Соединитель VIDEO OUT

Этот выходной гнездовой соединитель BNC (он задействован у генераторов E8663D или у генераторов E8257D/67D с опциями UNU либо UNW) служит для вывода TTL-совместимого импульсного сигнала, который сопровождает выходную огибающую во всех импульсных режимах. Номинальный импеданс указанного тракта составляет 50 Ом. У генераторов сигналов с опцией 1EM этот соединитель расположен на задней панели.

21 Клавиша Incr Set

Эта аппаратная клавиша позволяет вам установить значение ступенчатого приращения у активной в данный момент функции. Значение приращения активной функции индицируется в активной области ввода на дисплее. Для изменения значения приращения пользуйтесь цифровой клавиатурой, клавишами со стрелками или поворотной ручкой.

22 Соединитель GATE/PULSE/TRIGGER INPUT

На этот входной гнездовой соединитель BNC (он задействован у генераторов E8663D или у генераторов E8257D/67D с опциями UNU либо UNW) подается внешний импульсный сигнал для использования в качестве импульсного входа или входа запуска. При импульсной модуляции уровень «ВКЛ.» составляет +1 В, а уровень «ВЫКЛ.» = 0 В (порог запуска 0,5 В с гистерезисом 10 %, поэтому переключение в состояние «ВКЛ.» должно происходить при уровне 0,6 В, а переключение в состояние «ВЫКЛ.» при уровне 0,4 В). Предельно допустимый уровень (уровень повреждения) составляет ± 5 Вэфф или 10 Впик. Номинальный входной импеданс составляет 50 Ом. У генераторов сигналов с опцией 1EM этот соединитель расположен на задней панели.

23 Клавиши со стрелками

Клавиши со стрелками [↑] [↓] [←] [→] используются для увеличения и уменьшения численного значения, для перемещения по спискам на экране и для выбора пунктов в строке списка. Отдельные цифры и символы можно выделять с помощью клавиш [←] и [→]. После выделения цифры или символа можно изменять это значение с помощью клавиш [↑] и [↓].

24 Клавиша Hold

Нажатие этой клавиши очищает область наименований функциональных клавиш и текстовые области на дисплее. После нажатия этой клавиши не действуют функциональные клавиши, клавиши со стрелками, поворотная ручка, цифровая клавиатура и клавиша **Incr Set**.

25 Клавиша Return

При нажатии этой клавиши появляется предыдущее меню функциональных клавиш. Это позволяет вам возвращаться через систему меню до первого выбранного вами меню.

26 Клавиша уменьшения контраста

Нажатие этой клавиши приводит к снижению контрастности фона экрана.

27 Клавиша увеличения контраста

Нажатие этой клавиши приводит к повышению контрастности фона экрана.

28 Клавиша Local

Нажатие этой клавиши отменяет дистанционное управление и возвращает генератор сигналов в режим управления с передней панели.

29 Клавиша Preset

Нажатие этой клавиши устанавливает генератор сигналов в известное состояние (заводская или пользовательская установка параметров).

30 Светодиодный индикатор включения питания

Этот зеленый светодиод светится, когда выключатель питания генератора сигналов установлен в положение «ВКЛ.».

31 Клавиша LINE (сеть)

В положении «ВКЛ.» эта клавиша включает полное сетевое питание генераторов сигналов, а в положении «дежурный режим» выводит из действия все функции генераторов сигналов. В дежурном режиме генератор остается подключенным к электросети; при этом подается питание на некоторые внутренние схемы.

32 Светодиодный индикатор дежурного режима

Свечение этого желтого светодиода указывает на то, что генератор сигналов установлен в дежурный режим.

33 Соединитель SYMBOL SYNC

На этот входной гнездовой соединитель BNC подается CMOS-совместимый внешний сигнал символьной синхронизации для применения с внутренним генератором модулирующих сигналов (опция 601/602). Он рассчитан на сигнал двоичной синхронизации CMOS 3,3 В (который является также TTL-совместимым). Сигнал SYMBOL SYNC может возникать один раз на каждый символ или представлять собой импульс однобитовой длительности, который используется для синхронизации первого бита у первого символа. Максимальная частота сигнала синхронизации составляет 50 МГц. Предельно допустимые уровни (уровни повреждения) составляют $> +5,5$ В и $< -0,5$ В. Номинальный входной импеданс не нормируется. Символьную синхронизацию можно применять в двух режимах:

- При использовании этого сигнала для символьной синхронизации в сочетании с синхронизацией данных он должен иметь высокий уровень в течение первого бита данных символа. Сигнал должен быть действительным во время отрицательного перепада сигнала синхронизации данных; он может представлять собой одиночный импульс или последовательность импульсов.
- При использовании этого сигнала в качестве собственно символьной синхронизации отрицательный фронт сигнала CMOS используется для тактирования сигнала DATA.

У генераторов сигналов с опцией 1EM этот соединитель расположен на задней панели.

34 Соединитель DATA CLOCK

На этот входной гнездовой соединитель BNC подается внешний CMOS-совместимый внешний сигнал синхронизации последовательных данных для применения с внутренним генератором модулирующих сигналов (опция 601/602). Он рассчитан на сигнал двоичной синхронизации CMOS 3,3 В (который является также TTL-совместимым), где положительный фронт совпадает с начальным битом данных. Отрицательный фронт используется для синхронизации сигналов DATA и SYMBOL SYNC. Максимальная частота сигнала синхронизации составляет 50 МГц. Предельно допустимые уровни (уровни повреждения) составляют $> +5,5$ В и $< -0,5$ В. Номинальный

входной импеданс не нормируется. У генераторов сигналов с опцией 1EM этот соединитель расположен на задней панели.

35 Соединитель DATA

На этот входной гнездовой соединитель BNC (только опции 601/602) подается внешний CMOS- совместимый входной сигнал последовательных данных для цифровой модуляции. Он рассчитан на сигнал CMOS 3,3 В (который является также TTL-совместимым), причем высокий уровень CMOS является уровнем лог. 1, а низкий уровень CMOS – уровнем лог. 0. Данные должны быть действительны на отрицательных фронтах сигнала синхронизации данных (нормальный режим) или на отрицательных фронтах сигнала символьной синхронизации (символьный режим). Предельно допустимые уровни (уровни повреждения) составляют $> +5,5$ В и $< -0,5$ В. Номинальный входной импеданс не нормируется. У генераторов сигналов с опцией 1EM этот соединитель расположен на задней панели.

36 Соединитель Q INPUT

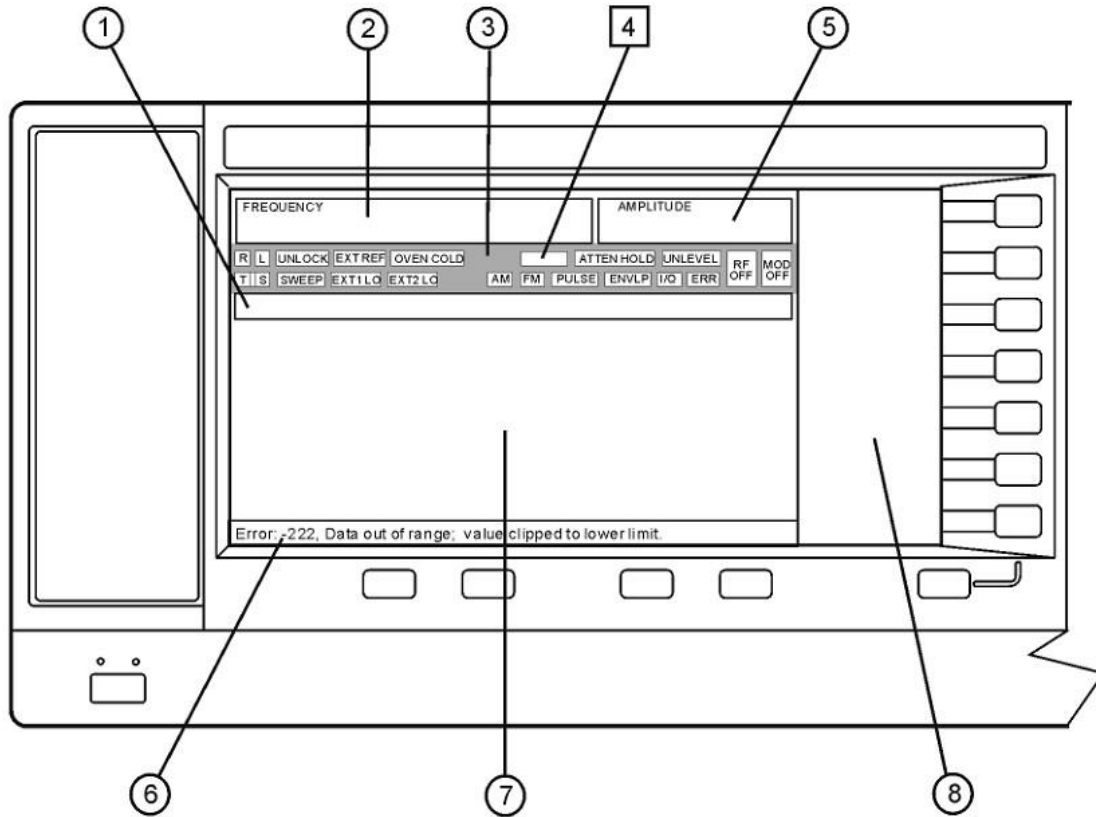
На этот входной гнездовой соединитель BNC (только E8267D) подается квадратурная составляющая (Q) внешнего аналогового сигнала синфазно-квадратурной (I/Q) модуляции. Синфазная составляющая (I) подается на вход I INPUT. Уровень сигнала равен $\sqrt{I^2+Q^2} = 0,5$ Вэфф для калиброванного выходного уровня. Номинальный входной импеданс составляет 50 Ом или 600 Ом. Предельно допустимый уровень (уровень повреждения) составляет 1 Вэфф или 10 Впик. Чтобы активизировать сигналы, подаваемые на входные соединители I INPUT и Q INPUT, следует нажать клавиши **Mux > I/Q Source 1** или **I/Q Source 2**, затем выбрать **Ext 50 Ohm** или **Ext 600 Ohm**. У генераторов сигналов с опцией 1EM этот соединитель расположен на задней панели.

37 Соединитель I INPUT

На этот входной гнездовой соединитель BNC (только E8267D) подается синфазная составляющая (I) внешнего аналогового сигнала синфазно-квадратурной (I/Q) модуляции. Квадратурная составляющая (Q) подается на вход Q INPUT. Уровень сигнала равен $\sqrt{I^2+Q^2} = 0,5$ Вэфф для калиброванного выходного уровня. Номинальный входной импеданс составляет 50 Ом или 600 Ом. Предельно допустимый уровень (уровень повреждения) составляет 1 Вэфф или 10 Впик. Чтобы активизировать сигналы, подаваемые на входные соединители I INPUT и Q INPUT, следует нажать клавиши **Mux > I/Q Source 1** или **I/Q Source 2**, затем выбрать **Ext 50 Ohm** или **Ext 600 Ohm**. У генераторов сигналов с опцией 1EM этот соединитель расположен на задней панели.

Дисплей на передней панели

Рисунок 1-2 изображает различные области отображения на дисплее генераторов серии PSG. В этом разделе описаны все эти области.



□ — только E8267D

○ — E8257D, E8267D и E8663D

Рисунок 1-2. Структура дисплея

- | | | | |
|---|---|---|--|
| 1 | Область активной функции | 5 | Область индикации амплитуды |
| 2 | Область индикации частоты | 6 | Область отображения сообщений об ошибках |
| 3 | Вспомогательные индикаторы | 7 | Текстовая область |
| 4 | Вспомогательные индикаторы цифровой модуляции | 8 | Область наименований функциональных клавиш |

1. Область активной функции

В этой области отображается функция, которая является активной в данный момент. Например, если активной функцией является частота, то здесь индицируется текущая установка частоты. Если с активной функцией связано некоторое значение приращения, то оно также индицируется в этой области.

2. Область индикации частоты

В этой секции дисплея индицируется текущая установка частоты. В этой области отображаются также индикаторы, когда применяется отстройка частоты или множитель частоты, когда включен режим формирования опорной частоты или задействован модуль источника.

3. Вспомогательные индикаторы

Вспомогательные индикаторы отображают состояние некоторых функций генераторов сигналов и индицируют состояния ошибок. Одна позиция вспомогательного индикатора может использоваться несколькими функциями. Это не создает проблем, поскольку одновременно может быть активной только одна из функций, которые делят между собой одну и ту же позицию вспомогательного индикатора.

FM	Этот вспомогательный индикатор (только опция UNT) появляется, когда включена фазовая модуляция. Когда включена частотная модуляция, то вместо этого индикатора появляется индикатор FM .
ALC OFF	Этот вспомогательный индикатор появляется, когда выключена схема автоматической регулировки мощности (ALC). На месте этого индикатора появляется индикатор UNLEVEL , когда включена схема ALC, но не поддерживается выходной уровень.
AM	Этот вспомогательный индикатор (только опция UNT) появляется, когда включена амплитуда модуляции.
ARMED	Этот вспомогательный индикатор появляется, когда инициализирована развертка и генератор сигналов ожидает событие запуска развертки.
ATTEN HOLD	Этот вспомогательный индикатор (только E8267D, E8257D или E8663D с опцией 1E1) появляется, когда включена функция удержания установки аттенюатора. Когда включена эта функция, удерживается текущая установка аттенюатора.
DIG BUS	Этот вспомогательный индикатор (только опции 003/004) появляется, когда активна цифровая шина и не остыл внутренний термостатированный генератор опорной частоты (в противном случае на этом месте появляется вспомогательный индикатор OVEN COLD).
ENVLP	Этот вспомогательный индикатор появляется, если существует состояние пакетного сигнала, например, когда маркер 2 установлен на разрешение подавления выходного ВЧ-сигнала в формате Dual ARB.
ERR	Этот вспомогательный индикатор появляется, когда в очереди ошибок есть сообщение об ошибке. Он не гаснет, пока вы не просмотрите все сообщения об ошибках или не очистите очередь ошибок. Чтобы вывести на экран сообщения об ошибках, следует нажать клавиши Utility > Error Info .
EXT	Этот вспомогательный индикатор появляется, когда включена внешняя регулировка мощности.
EXT1 LO/HI	Этот вспомогательный индикатор (E8663D или только опции UNT, UNU или UNW) появляется как EXT1 LO или как EXT1 HI , когда пиковое значение переменного напряжения сигнала на входе EXT 1 INPUT составляет < 0,97 В или > 1,03 В, соответственно.

EXT2 LO/HI	Этот вспомогательный индикатор (E8663D или только опции UNT, UNU или UNW) появляется как EXT2 LO или как EXT2 HI , когда пиковое значение переменного напряжения сигнала на входе EXT 2 INPUT составляет < 0,97 В или > 1,03 В, соответственно.
EXT REF	Этот вспомогательный индикатор появляется, когда подается внешний сигнал опорной частоты.
FM	Этот вспомогательный индикатор (только опция UNT) появляется, когда включена частотная модуляция. Когда включена фазовая модуляция, то вместо этого индикатора появляется индикатор ФМ.
I/Q	Этот вспомогательный индикатор (только E8267D) появляется, когда включена синфазно-квадратурная (I/Q) модуляция.
L	Этот вспомогательный индикатор появляется, когда генератор сигналов находится в режиме приемника (listener) и принимает информацию или команды через интерфейс RS-232, GPIB или VXI-11 LAN.
MOD ON/OFF	Этот вспомогательный индикатор (E8267D и E8257D с опциями UNT, UNU либо UNW, или E8663D) указывает, включены или выключены активные форматы модуляции. Нажатие клавиши Mod On/Off включает или выключает все активные форматы модуляции (AM, FM, ФМ, Pulse или I/Q) выходного сигнала несущей, который выводится через соединитель RF OUTPUT. Эта клавиша не настраивает и не вводит в действие формат AM, FM, ФМ, Pulse или I/Q; каждый формат модуляции должен быть настроен и активизирован (например, AM > AM On). В противном случае выходной сигнал несущей не подвергается модуляции при нажатии клавиши Mod On/Off .
OVEN COLD	Этот вспомогательный индикатор (только опция UNR/UNX/UNY) появляется, когда температура внутреннего термостатированного генератора опорной частоты снизится ниже приемлемого уровня. Когда светится этот индикатор, ухудшается точность воспроизведения частоты. Это состояние может возникать в течение нескольких минут после присоединения генераторов сигналов к электросети.
PULSE	Этот вспомогательный индикатор (E8267D и E8257D с опциями UNT, UNU либо UNW, или E8663D) появляется, когда включена импульсная модуляция.
R	Этот вспомогательный индикатор появляется, когда генератор сигналов находится в режиме дистанционного управления через интерфейс GPIB, RS-232 или VXI-11/Sockets LAN (TELNET не активизирует этот индикатор). Когда светится вспомогательный индикатор R , не действуют клавиши на передней панели, за исключением клавиши Local и выключателя питания. За информацией о дистанционном управлении обращайтесь к <i>Руководству по программированию (Keysight PSG Signal Generators Programming Guide)</i> .
RF ON/OFF	Этот вспомогательный индикатор указывает, подается ли (RF ON) или не подается (RF OFF) ВЧ- или СВЧ-сигнал на выходной соединитель RF OUTPUT. На дисплее постоянно отображается этот индикатор в том или ином состоянии.
S	Этот вспомогательный индикатор появляется, когда генератор сигналов подал запрос на обслуживание (SRQ) через интерфейс RS-232, GPIB или VXI-11 LAN.
SWEEP	Этот вспомогательный индикатор появляется, когда генератор сигналов находится в режиме развертки по списку, ступенчатой развертки или линейной развертки, развертка реализуется только с опцией 007). Свипирование по списку

активируется, когда осуществляется переключение генератора сигналов от пункта к пункту в списке (список проходит в возрастающем или в убывающем порядке). Этот список может содержать значения частоты или уровня мощности, или того и другого. Ступенчатая развертка активируется, когда заданы начальное и конечное значение, а также размер ступеньки (частоты или уровня мощности). Тогда генератор формирует сигналы, которые начинаются с начального значения и получают приращение, равное размеру ступеньки, пока не будет достигнуто конечное значение. Линейное свипирование (только опция 007) активируется, когда задано начальное значение и конечное значение (частоты или уровня мощности). Тогда генератор формирует сигналы, которые начинаются с начального значения и непрерывно изменяются, пока не будет достигнуто конечное значение.

UNLEVEL

Этот вспомогательный индикатор появляется, когда генератору не удается поддерживать надлежащий уровень выходного сигнала. Появление этого индикатора не обязательно служит признаком неисправности прибора. Такие состояния могут возникать и при нормальной работе генератора. Когда выключена схема регулировки уровня ALC, в этой позиции появляется вспомогательный индикатор **ALC OFF**.

UNLOCK

Этот вспомогательный индикатор появляется, когда одна из схем фазовой синхронизации окажется неспособной поддерживать фазовую синхронизацию. Чтобы определить эту схему, посмотрите сообщения об ошибках.

T

Этот вспомогательный индикатор появляется, когда генератор сигналов находится в режиме передатчика (talker) и передает информацию через интерфейс GPIB, RS-232 или VXI-11 LAN.

4. Вспомогательные индикаторы цифровой модуляции

В этом месте появляются все индикаторы цифровой модуляции (только E8267D с опцией 601/602). Эти индикаторы появляются только тогда, когда задействована модуляция, причем одновременно может быть задействован только один вид цифровой модуляции.

ARB	Сдвоенный генератор сигналов произвольной формы
CUSTOM	Специальная I/Q-модуляция в реальном масштабе времени
DIGMOD	Специальный генератор сигналов произвольной формы
M-TONE	Двухтоновый генератор
T-TONE	Многотоновый генератор

5. Область индикации амплитуды

В этой секции дисплея индицируется текущая установка выходной мощности. В этой области также отображаются индикаторы, когда используется амплитудное смещение, включен режим опорной амплитуды, задействован режим внешней регулировки мощности, включен модуль источника и когда задействована пользовательская коррекция неравномерности ЧХ.

6. Область отображения сообщений об ошибках

В этой области отображаются сокращенные сообщения об ошибках. При возникновении нескольких ошибок отображается только последнее сообщение. Чтобы посмотреть все зарегистрированные сообщения об ошибках, следует нажать клавиши **Utility > Error Info**.

7. Текстовая область

Текстовая область дисплея:

- отображает информацию о состоянии генераторов сигналов, например, состояние модуляции, списки развертки и каталоги файлов;
- отображает таблицы;
- позволяет вам выполнять операции по управлению информацией, по вводу данных, а также по отображению и удалению файлов.

8. Область наименований функциональных клавиш

В этой области отображаются наименования (метки) функциональных клавиш, расположенных справа от каждой метки. Метка функциональной клавиши может изменяться в зависимости от выбранной функции.

Задняя панель

В этом разделе описаны все компоненты, расположенные на задней панели генераторов серии PSG. На четырех последовательных рисунках показана вид стандартной задней панели и задней панели опции 1EM у генераторов сигналов E8267D, E8257D и E8663D. (Опция 1EM переносит на заднюю панель все соединители с передней панели).

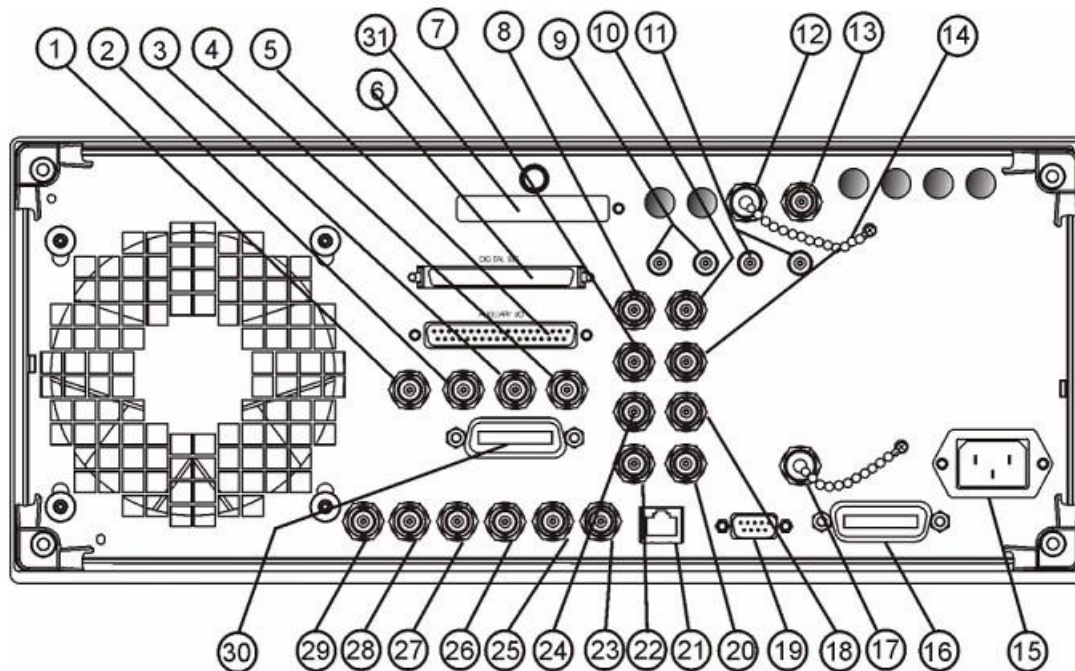


Рисунок 1-3. Стандартная задняя панель генераторов сигналов E8267D

- | | | | |
|----|---|----|--|
| 1 | Соединитель EVENT 1 | 17 | Соединитель 10 MHz EFC |
| 2 | Соединитель EVENT 2 | 18 | Соединитель ALC HOLD
(префиксы серийного номера \geq US4722/MY4722) |
| 3 | Соединитель PATTERN TRIG IN | 19 | Соединитель вспомогательного интерфейса |
| 4 | Соединитель BURST GATE IN | 20 | Соединитель 10 MHz IN |
| 5 | Соединитель AUXILIARY I/O | 21 | Соединитель LAN |
| 6 | Соединитель DIGITAL BUS | 22 | Соединитель 10 MHz OUT |
| 7 | Соединитель Q OUT | 23 | Соединитель STOP SWEEP OUT |
| 8 | Соединитель I OUT | 24 | Соединитель BASEBAND GEN CLK IN |
| 9 | Широкополосные входы I | 25 | Соединитель Z-AXIS BLANK/MKRS |
| 10 | Соединитель I-bar OUT | 26 | Соединитель SWEEP OUT |
| 11 | Широкополосные входы Q | 27 | Соединитель TRIGGER OUT |
| 12 | Соединитель CON CARRIER
(префиксы серийного номера \geq US4646/MY4646) | 28 | Соединитель TRIGGER IN |
| 13 | Соединитель 1 GHz REF OUT
(префиксы серийного номера \geq US4646/MY4646) | 29 | Соединитель SOURCE SETTLED |
| 14 | Соединитель Q-bar OUT | 30 | Интерфейс модуля источника |
| 15 | Гнездо для сетевого кабеля | 44 | Флэш-накопитель
(префиксы серийного номера
\geq US4829/SG4829/MY4829 (E8267D)
и \geq US4928/SG4928/MY4928 (E8257D)) |
| 16 | Соединитель GPIB | | |

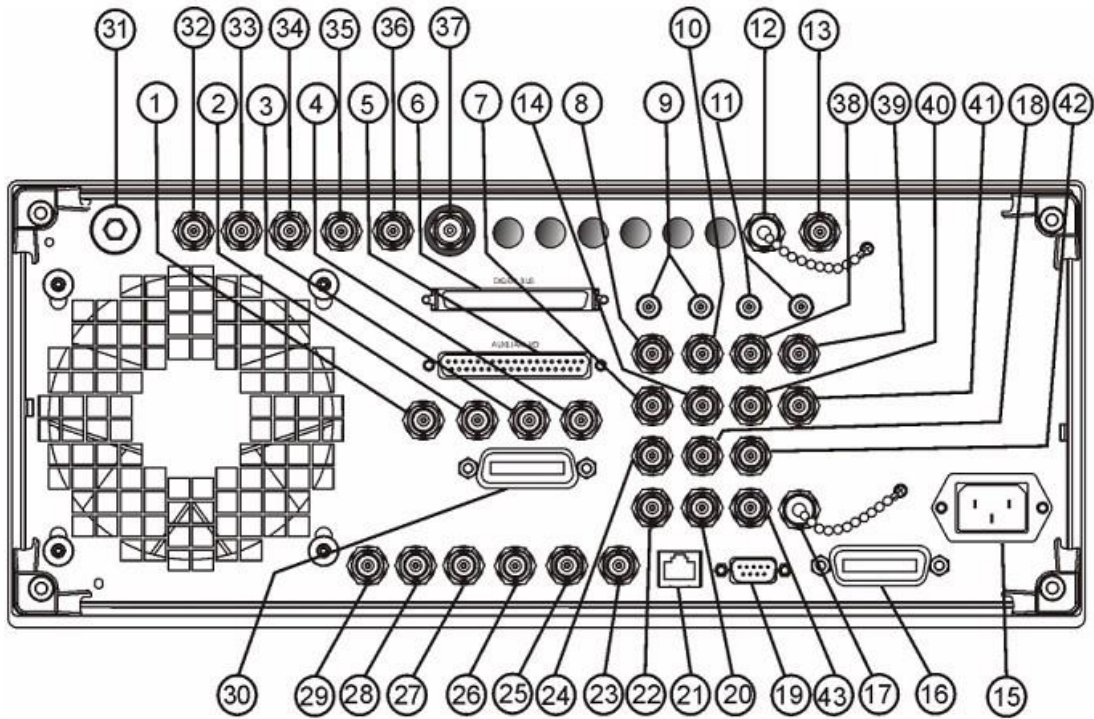


Рисунок 1-4. Задняя панель генераторов сигналов E8267D, опция 1EM

- | | | | |
|----|---|----|--|
| 1 | Соединитель EVENT 1 | 23 | Соединитель STOP SWEEP OUT |
| 2 | Соединитель EVENT 2 | 24 | Соединитель BASEBAND GEN CLK IN |
| 3 | Соединитель PATTERN TRIG IN | 25 | Соединитель Z-AXIS BLANK/MKRS |
| 4 | Соединитель BURST GATE IN | 26 | Соединитель SWEEP OUT |
| 5 | Соединитель AUXILIARY I/O | 27 | Соединитель TRIGGER OUT |
| 6 | Соединитель DIGITAL BUS | 28 | Соединитель TRIGGER IN |
| 7 | Соединитель Q OUT | 29 | Соединитель SOURCE SETTLED |
| 8 | Соединитель I OUT | 30 | Интерфейс модуля источника |
| 9 | Широкополосные входы I | 31 | Соединитель RF OUT |
| 10 | Соединитель I-bar OUT | 32 | Соединитель EXT 1 |
| 11 | Широкополосные входы Q | 33 | Соединитель EXT 2 |
| 12 | Соединитель CON CARRIER
(префиксы серийного номера \geq US4646/MY4646) | 34 | Соединитель PULSE SYNC OUT |
| 13 | Соединитель 1 GHz REF OUT
(префиксы серийного номера \geq US4646/MY4646) | 35 | Соединитель PULSE VIDEO OUT |
| 14 | Соединитель Q-bar OUT | 36 | Соединитель PULSE/TRIG GATE INPUT |
| 15 | Гнездо для сетевого кабеля | 37 | Соединитель ALC INPUT |
| 16 | Соединитель GPIB | 38 | Соединитель DATA CLOCK |
| 17 | Соединитель 10 MHz EFC | 39 | Соединитель I IN |
| 18 | Соединитель ALC HOLD
(префиксы серийного номера \geq US4722/MY4722) | 40 | Соединитель SYMBOL SYNC |
| 19 | Соединитель вспомогательного интерфейса | 41 | Соединитель Q IN |
| 20 | Соединитель 10 MHz IN | 42 | Соединитель DATA |
| 21 | Соединитель LAN | 43 | Соединитель LF OUT |
| 22 | Соединитель 10 MHz OUT | 44 | Флэш-накопитель
(префиксы серийного номера
\geq US4829/SG4829/MY4829 (E8267D)
и \geq US4928/SG4928/MY4928 (E8257D)) |

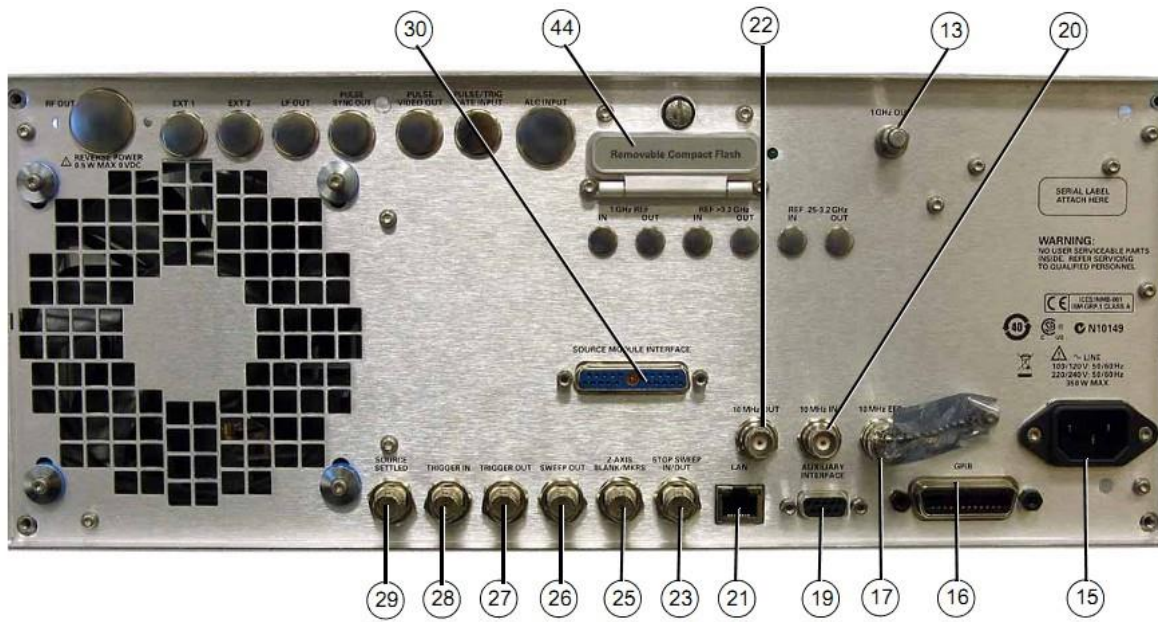


Рисунок 1-5. Стандартная задняя панель генераторов сигналов E8257D и E8663D

- | | | | |
|----|--|----|-------------------------------|
| 5 | Соединитель AUXILIARY I/O | 21 | Соединитель LAN |
| 12 | Соединитель COH CARRIER
(префиксы серийного номера ≥ US4646/MY4646) | 22 | Соединитель 10 MHz OUT |
| 13 | Соединитель 1 GHz REF OUT
(префиксы серийного номера ≥ US4646/MY4646) | 23 | Соединитель STOP SWEEP OUT |
| 15 | Гнездо для сетевого кабеля | 25 | Соединитель Z-AXIS BLANK/MKRS |
| 16 | Соединитель GPIB | 26 | Соединитель SWEEP OUT |
| 17 | Соединитель 10 MHz EFC | 27 | Соединитель TRIGGER OUT |
| 19 | Соединитель вспомогательного
интерфейса | 28 | Соединитель TRIGGER IN |
| 20 | Соединитель 10 MHz IN | 29 | Соединитель SOURCE SETTLED |
| | | 30 | Интерфейс модуля источника |

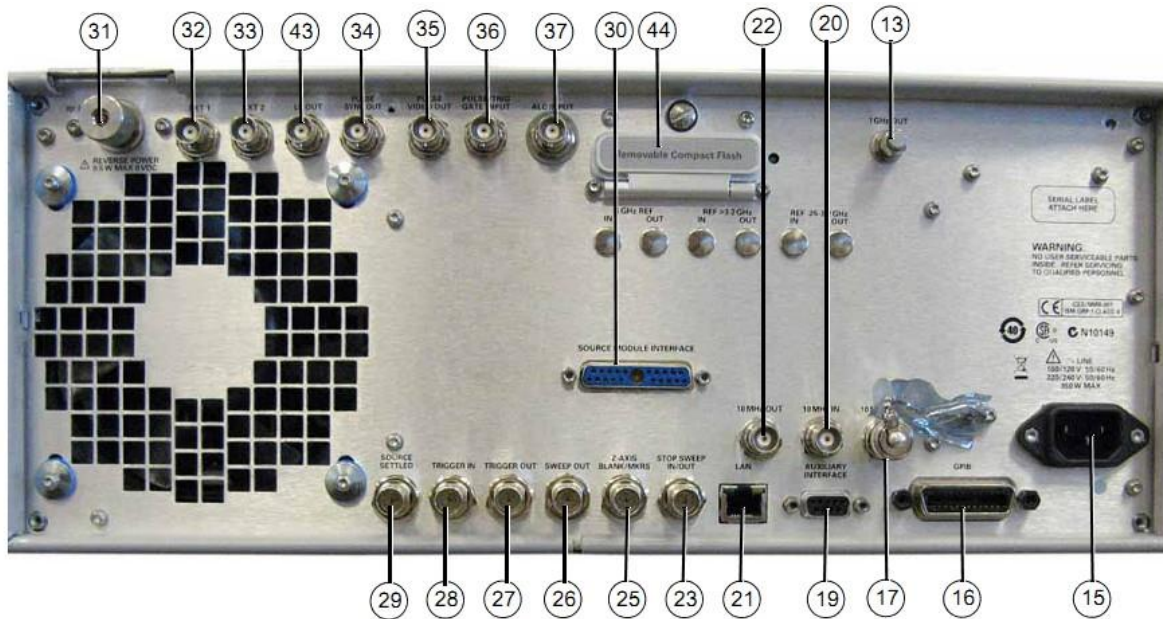


Рисунок 1-6. Задняя панель генераторов сигналов E8257D и E8663D, опция 1EM

- | | | | |
|----|--|----|-----------------------------------|
| 5 | Соединитель AUXILIARY I/O | 26 | Соединитель SWEEP OUT |
| 12 | Соединитель COH CARRIER
(префиксы серийного номера ≥ US4646/MY4646) | 27 | Соединитель TRIGGER OUT |
| 13 | Соединитель 1 GHz REF OUT
(префиксы серийного номера ≥ US4646/MY4646) | 28 | Соединитель TRIGGER IN |
| 15 | Гнездо для сетевого кабеля | 29 | Соединитель SOURCE SETTLED |
| 16 | Соединитель GPIB | 31 | Соединитель RF OUT |
| 17 | Соединитель 10 MHz EFC | 32 | Соединитель EXT 1 |
| 19 | Соединитель вспомогательного интерфейса | 33 | Соединитель EXT 2 |
| 20 | Соединитель 10 MHz IN | 34 | Соединитель PULSE SYNC OUT |
| 21 | Соединитель LAN | 35 | Соединитель PULSE VIDEO OUT |
| 22 | Соединитель 10 MHz OUT | 36 | Соединитель PULSE/TRIG GATE INPUT |
| 23 | Соединитель STOP SWEEP | 37 | Соединитель ALC INPUT |
| 25 | Соединитель Z-AXIS BLANK/MKRS | 43 | Соединитель LF OUT |

Соединитель EVENT 1

Этот гнездовой соединитель BNC используется с внутренним генератором модулирующих сигналов (опция 601/602). Этот соединитель не задействован у генераторов сигналов без опции 601/602.

В режиме модуляции в реальном масштабе времени соединитель EVENT 1 выводит импульс синхронизации кодовой комбинации или кадра для запуска или стробирования внешнего оборудования. Его можно установить на начало сигнала в начале кодовой комбинации, кадра или таймслота и регулировать в пределах \pm одного таймслота с однобитовым разрешением.

В режиме генераторов сигналов произвольной формы соединитель EVENT 1 выводит синхронизирующий сигнал, формируемый по маркеру 1. Маркер (высокий уровень CMOS 3,3 В для положительной и отрицательной полярности) выводится на соединитель EVENT 1 всякий раз, когда включается маркер 1 на форме сигнала.

Предельно допустимые уровни обратного напряжения (уровни повреждения) на этом соединителе составляют $> +8$ В и < -4 В. Номинальный выходной импеданс не нормируется.

Соединитель EVENT 2

Этот гнездовой соединитель BNC используется с внутренним генератором модулирующих сигналов (опция 601/602). Этот соединитель не задействован у генераторов сигналов без опции 601/602.

В режиме модуляции в реальном масштабе времени соединитель EVENT 2 выводит сигнал разблокировки данных для стробирования внешнего оборудования. Это применимо, когда внешние данные тактируются по генерируемому внутри таймслотам. Данные разблокируются низким уровнем сигнала.

В режиме генераторов сигналов произвольной формы соединитель EVENT 2 выводит синхронизирующий сигнал, формируемый по маркеру 2. Маркер (высокий уровень CMOS 3,3 В для положительной и отрицательной полярности) выводится на соединитель EVENT 2 всякий раз, когда включается маркер 2 на форме сигнала.

Предельно допустимые уровни обратного напряжения (уровни повреждения) на этом соединителе составляют $> +8$ В и < -4 В. Номинальный выходной импеданс не нормируется.

Соединитель PATTERN TRIG IN

Этот гнездовой соединитель BNC используется с внутренним генератором модулирующих сигналов (опция 601/602). Этот соединитель не задействован у генераторов сигналов без опции 601/602.

На этот соединитель подается сигнал, который запускает внутренний генератор кодовой комбинации или кадров для начала вывода однократной кодовой комбинации. Минимальная длительность импульсов 100 нс. Предельно допустимые уровни сигнала (уровни повреждения) составляют $> +5,5$ В и $< -0,5$ В. Номинальный входной импеданс не нормируется.

Соединитель BURST GATE IN

Этот гнездовой соединитель BNC используется с внутренним генератором модулирующих сигналов (опция 601/602). Этот соединитель не задействован у генераторов сигналов без опции 601/602.

На этот соединитель подается 3-вольтовый сигнал CMOS для стробирования пакетного выходного сигнала. Пакетное стробирование применяется, когда вы подаете внешние данные и информацию тактирования.

Входной сигнал должен быть синхронизирован с входом внешних данных, которые выводятся во время пакета. Огибающая пакета выходного сигнала и модулированные данные задерживаются внутри и заново синхронизируются. Входной сигнал должен иметь высокий уровень CMOS для нормального вывода пакета ВЧ-мощности или немодулированной ВЧ-мощности. Низкий уровень CMOS выключает выход ВЧ-сигнала. Предельно допустимые уровни сигнала (уровни повреждения) составляют $> +5,5$ В и $< -0,5$ В. Номинальный входной импеданс не нормируется.

Соединитель AUXILIARY I/O

Этот гнездовой 37-контактный соединитель задействован только у приборов с внутренним генератором модулирующих сигналов (опция 601/602). Этот соединитель не задействован у генераторов сигналов без опции 601/602. Этот соединитель обеспечивает доступ к входам и выходам, описанным на следующем рисунке.

EVENT 3 используется с внутренним генератором модулирующих сигналов. В режиме генератора сигналов произвольной формы этот контактный вывод служит в качестве выхода синхронизирующего сигнала, генерируемого маркером 3. Маркер (высокий уровень CMOS 3,3 В для положительной и отрицательной полярности) выводится на этот контактный вывод, когда включается маркер 3 на форме сигнала. Предельно допустимые уровни обратного напряжения (уровни повреждения) на этом контактном выводе составляют $> +8$ В и < -4 В.

EVENT 4 – используется с внутренним генератором модулирующих сигналов. В режиме генератора сигналов произвольной формы этот контактный вывод служит в качестве выхода синхронизирующего сигнала, генерируемого маркером 4. Маркер (высокий уровень CMOS 3,3 В для положительной и отрицательной полярности) выводится на этот контактный вывод, когда включается маркер 3 waveform-сигнала. Предельно допустимые уровни обратного напряжения (уровни повреждения) на этом контактном выводе составляют $> +8$ В и < -4 В.

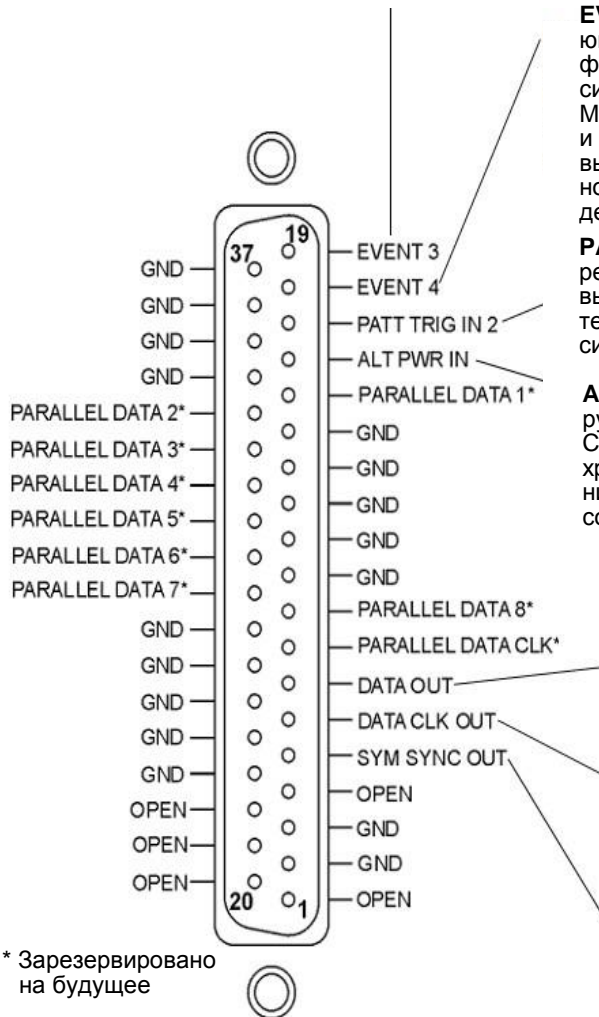
PATT TRIG IN 2 – принимает сигнал, который запускает внутренний генератор кодовой комбинации или кадров для начала вывода однократной кодовой комбинации. Минимальная длительность импульсов 100 нс. Предельно допустимые уровни сигнала (уровни повреждения) составляют $> +5,5$ В и $< -0,5$ В.

ALT PWR IN – используется с внутренним генератором модулирующих сигналов. Этот контактный вывод принимает сигнал CMOS для синхронизации внешних данных и переключения хронирования сигнала мощности. Предельно допустимые уровни сигнала (уровни повреждения) на этом контактном выводе составляют $> +8$ В и < -4 В.

DATA OUT – используется с внутренним генератором модулирующих сигналов. Этот контактный вывод выводит данные (CMOS) от внутреннего генератора данных или от внешнего сигнала на входе данных.

DATA CLK OUT – используется с внутренним генератором модулирующих сигналов. Выводит сигнал CMOS битовой синхронизации для синхронизации последовательных данных.

SYM SYNC OUT – используется с внутренним генератором модулирующих сигналов. Выводит сигнал CMOS символической синхронизации, длительность которого равна периоду сигнала синхронизации данных.



* Зарезервировано на будущее

Рисунок 1-7. Соединитель AUXILIARY I/O (37-контактный гнездовой)

Соединитель DIGITAL BUS (цифровая шина)

Это фирменная цифровая шина, которая применяется с изделиями Keysight Baseband Studio, которые требуют применения генераторов E8267D с опциями 003/004 и 601/602. Этот соединитель не задействован для общего применения. Сигналы присутствуют только тогда, когда установлена опция Baseband Studio.

За дополнительной информацией обращайтесь на сайт

<http://www.keysight.com/find/basebandstudio>.

На дисплее появляется вспомогательный индикатор **DIG BUS**, когда активна цифровая шина и не остыл внутренний термостатированный генератор опорной частоты, поскольку в том же месте может появиться вспомогательный индикатор **OVEN COLD**.

Соединитель Q OUT

Этот гнездовой соединитель BNC (только E8267D) используется с внутренним генератором модулирующих сигналов (опция 601/602) для вывода аналогового сигнала квадратурной составляющей I/Q-модуляции. У генераторов сигналов без опции 601/602 этот соединитель используется для вывода сигнала квадратурной составляющей внешней I/Q-модуляции, который подается на соединитель Q INPUT. Номинальный выходной импеданс соединителя Q OUT составляет 50 Ом со связью по постоянной составляющей.

Соединитель I OUT

Этот гнездовой соединитель BNC (только E8267D) используется с внутренним генератором модулирующих сигналов (опция 601/602) для вывода аналогового сигнала синфазной составляющей I/Q-модуляции. У генераторов сигналов без опции 601/602 этот соединитель используется для вывода сигнала синфазной составляющей внешней I/Q-модуляции, который подается на соединитель I INPUT. Номинальный выходной импеданс соединителя I OUT составляет 50 Ом со связью по постоянной составляющей.

Широкополосные входы I

Эти гнездовые соединители SMA **I IN (+)** и **I-bar (-)** (только опция 016) используются с внешними широкополосными дифференциальными входными сигналами I/Q. Они позволяют принять сигналы внешней модуляции и служат широкополосными аналоговыми входами для I/Q-модулятора в диапазоне 3,3–44 ГГц (частотный диапазон зависит от опции). Этот вход не калиброван. Рекомендуемый уровень входной мощности составляет -1 дБм с входным напряжением ± 1 В постоянного тока. Номинальный входной импеданс у этого соединителя равен 50 Ом.

Генератор сигналов использует преобразование частоты вниз в частотном диапазоне 20–28,5 ГГц (опции 532 и 544), которое реверсирует фазовое соотношение сигналов I и Q. Микропрограммное обеспечение генераторов сигналов компенсирует это для генерируемых внутри сигналов I/Q. Однако для широкополосных внешних входных сигналов I/Q компенсация не действует, и входы I и Q на задней панели следует реверсировать для поддержания правильных фазовых соотношений в этом частотном диапазоне.

За дополнительной информацией обращайтесь к *Бюллетеню технических данных (Data Sheet)* и к описанию преобразователя частоты A37 в *Сервисном руководстве (Keysight PSG Signal Generators Service Guide)*.

У приборов с опцией 015 (выпуск прекращен) используется несимметричный широкополосный вход I с соединителем BNC. Рекомендуемый уровень мощности на этом соединителе составляет 0 дБм.

Соединитель I-bar OUT

Этот гнездовой соединитель BNC (только E8267D) используется с внутренним генератором модулирующих сигналов (опция 601/602) для вывода инверсного (противофазного) сигнала аналоговой синфазной составляющей I/Q-модуляции. У генераторов сигналов без опции 601/602 этот соединитель используется для вывода инверсного сигнала синфазной составляющей внешней I/Q-модуляции, который подается на соединитель I INPUT.

Выход I-bar OUT используется в сочетании с выходом I OUT для получения балансного возбуждения модуляции. Балансными являются сигналы, действующие в отдельных проводах, симметричные относительно земли и сдвинутые по фазе на 180°. Номинальный выходной импеданс соединителя I-bar OUT составляет 50 Ом со связью по постоянной составляющей.

Широкополосные входы Q

Эти гнездовые соединители SMA Q IN (+) и Q-bar (-) (только опция 016) используются с внешними широкополосными дифференциальными входными сигналами I/Q. Они позволяют принять сигналы внешней модуляции и служат широкополосными аналоговыми входами для I/Q-модулятора в диапазоне 3,3–44 ГГц (частотный диапазон зависит от опции). Этот вход не калиброван. Рекомендуемый уровень входной мощности составляет -1 дБм с входным напряжением ± 1 В постоянного тока. Номинальный входной импеданс у этого соединителя равен 50 Ом.

Генератор сигналов использует преобразование частоты вниз в частотном диапазоне 20–28,5 ГГц (опции 532 и 544), которое реверсирует фазовое соотношение сигналов I и Q. Микропрограммное обеспечение генераторов сигналов компенсирует это для генерируемых внутри сигналов I/Q.

Однако для широкополосных внешних входных сигналов I/Q компенсация не действует, и входы I и Q на задней панели следует реверсировать для поддержания правильных фазовых соотношений в этом частотном диапазоне. За дополнительной информацией обращайтесь к *Бюллетеню технических данных (Data Sheet)* и к описанию преобразователя частоты A37 в *Сервисном руководстве (Keysight PSG Signal Generators Service Guide)*.

У приборов с опцией 015 (выпуск прекращен) используется несимметричный широкополосный вход Q с соединителем BNC. Рекомендуемый уровень мощности на этом соединителе составляет 0 дБм.

Соединитель COH CARRIER (префиксы серийного номера \geq US4646/ MY4646)

Этот гнездовой соединитель SMA (только опция UNT) выводит ВЧ-сигнал, когерентный по фазе с несущей генераторов сигналов. Этот соединитель когерентной несущей выводит ВЧ-сигнал, который не модулируется с помощью амплитудной, импульсной или I/Q-модуляции, но модулируется по частоте или фазе (когда включена частотная или фазовая модуляция).

Номинальное значение выходной мощности равно 0 дБм. Частота выходного сигнала находится в диапазоне от 249,99900001 МГц до 3,2 ГГц; этот выход не используется при выходной частоте $> 3,2$ ГГц. Если частота выходного ВЧ-сигнала находится ниже 249,99900001 МГц, то сигнал на данном выходе имеет частоту:

Частота когерентной несущей = $(1E9 - \text{частота выходного ВЧ-сигнала})$ [Гц]

Предельно допустимые уровни (уровни повреждения) составляют 20 В постоянного тока и 13 дБм обратной ВЧ-мощности. Номинальный выходной импеданс этого соединителя составляет 50 Ом.

Соединитель 1 GHz REF OUT (префиксы серийного номера \geq US4646/MY4646)

Этот гнездовой соединитель SMA (только опция UNX) выводит сигнал частотой 1 ГГц, частота которого в 100 раз превышает частоту внутреннего или внешнего источника опорной частоты 10 МГц. Номинальный уровень выходного сигнала равен 7 дБм. Номинальный выходной импеданс равен 50 Ом. Когда этот выход не используется, к нему должна быть присоединена согласованная нагрузка 50 Ом.

Соединитель Q-bar OUT

Этот гнездовой соединитель BNC (только E8267D) используется с внутренним генератором модулирующих сигналов (опция 601/602) для вывода инверсного (противофазного) сигнала аналоговой квадратурной составляющей I/Q-модуляции. У генераторов сигналов без опции 601/602 этот соединитель можно использовать для вывода инверсного сигнала квадратурной

составляющей внешней I/Q-модуляции, который подается на соединитель Q INPUT.

Выход Q-bar OUT используется в сочетании с выходом Q OUT для получения балансного возбуждения модуляции. Балансными являются сигналы, действующие в отдельных проводах, симметричные относительно земли и сдвинутые по фазе на 180°. Номинальный выходной импеданс соединителя Q-bar OUT составляет 50 Ом со связью по постоянной составляющей.

Гнездо для сетевого кабеля

Это гнездо служит для присоединения трехпроводного сетевого кабеля, который прилагается к генераторам сигналов.

Соединитель GPIB

Интерфейс GPIB позволяет взаимодействовать с другими устройствами, совместимыми со стандартом IEEE 488.2.

Соединитель 10 MHz EFC

На этот гнездовой входной соединитель BNC (только опции UNB/UNX/UNY) подается внешнее напряжение в диапазоне -5 В – +5 В для электронной регулировки частоты (EFC) внутреннего генератора опорной частоты 10 МГц. Это напряжение используется для подстройки частоты генераторов в окрестности центральной частоты. Чувствительность генераторов к управляющему напряжению составляет примерно -0,0025 ppm/V. Номинальный входной импеданс > 1 МОм. Когда этот вход не используется, он должен быть закорочен прилагаемой заглушкой для обеспечения стабильности рабочей частоты.

Соединитель ALC HOLD

(префиксы серийного номера ≥ US4722/ MY4722)

Этот гнездовой соединитель BNC (только E8267D) служит TTL-совместимым входом, который управляет действием автоматической регулировки мощности (ALC) с сигнальными посылками квадратур I/Q от генераторов сигналов произвольной формы (AWG). Высокий уровень сигнала на этом входе позволяет системе ALC отслеживать ВЧ-сигнал и поддерживать постоянный уровень выходного ВЧ-сигнала при изменении входных сигналов I/Q. Низкий уровень сигнала на этом входе позволяет системе ALC зафиксироваться на короткое время (менее одной секунды) и не отслеживать ВЧ-сигнал. При возбуждении внешних входов I/Q от внешних генераторов сигналов произвольной формы, подающего квадратурный модуляционный сигнал, линия ALC Hold должна управляться с выхода маркера от генераторов AWG, который выводит высокий уровень сигнала, когда информационный сигнал передается по линиям квадратур с необходимой мощностью, или низкий уровень, когда информационный сигнал не передается с заданной мощностью.

Предельно допустимые уровни (уровни повреждения) составляют > 5,5 В и < -0,5 В.

Соединитель вспомогательного интерфейса

Этот 9-контактный гнездовой субминиатюрный соединитель типа D является последовательным портом RS-232, который можно использовать для последовательной связи и синхронизации источников Master-Slave.

Таблица 1-3. Соединитель вспомогательного интерфейса

Конт.	Описание сигналов	Сигналы
1	Не подключен (по умолчанию) Обратный ход развертки (режим Master-Slave)	
2	Прием данных	RECV
3	Передача данных	XMIT
4	+5 В (по умолчанию) Останов развертки (режим Master-Slave)	
5	Земля, 0 В	
6	Не подключен	
7	Готовность к передаче	RTS
8	Готовность к приему	CTS
9	Не подключен	

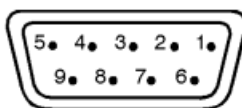


Рисунок 1-8

Соединитель 10 MHz IN

Этот гнездовой соединитель BNC принимает внешний сигнал опорной частоты с уровнем > -3 дБм. Опорная частота должна быть равной 1 МГц, 2 МГц, 2,5 МГц, 5 МГц или 10 МГц ± 1 ppm. Прибор определяет наличие действительного сигнала опорной частоты на этом соединителе и автоматически переключается с внутреннего генератора опорной частоты на внешний.

Для опции UNR/UNX/UNY или у приборов с префиксами серийного номера $> US4805/MY4805$ этот соединитель принимает сигнал с номинальным входным уровнем 5 ± 5 дБм. Внешняя опорная частота должна быть равна 10 МГц ± 1 ppm.

Номинальный входной импеданс 50 Ом, предельно допустимый уровень (уровень повреждения) ≥ 10 дБм.

Соединитель LAN

Интерфейс LAN обеспечивает связь через локальную сеть Ethernet с кабелем LAN 10Base-T. Желтый светодиод на этом соединителе светится в процессе обмена данными (передача/прием). Зеленый светодиод светится при наличии задержки в передаче данных или в отсутствие передачи данных.

Соединитель 10 MHz OUT

Этот гнездовой соединитель BNC выводит сигнал опорной частоты с номинальным уровнем $> +4$ дБм и имеет выходной импеданс 50 Ом. Точность определяется применяемым источником опорной частоты.

Соединитель STOP SWEEP IN/OUT

Этот гнездовой соединитель BNC (только опция 007) обеспечивает TTL-совместимый входной и выходной сигнал в схеме с открытым коллектором, который используется во время линейной развертки. Он выводит низкий уровень (номинально 0 В) во время обратного хода развертки и интервалов перекрытия диапазонов. Он выводит высокий уровень (номинально +5 В) во время прямого хода развертки. Развертка/сви́пирование останавливается, когда этот входной-выходной соединитель замыкается с общим проводом («землей») извне. При работе в качестве входа номинальный импеданс этого соединителя не превышает 10 Ом. При работе в качестве выхода номинальный импеданс составляет около 4,2 кОм.

Соединитель BASEBAND GEN CLK IN

Этот гнездовой соединитель BNC принимает синусоидальный или прямоугольный входной сигнал тактирования PECL в частотном диапазоне от 200 МГц до 400 МГц, обеспечивающий частоту дискретизации от 50 Мвыб/с до 100 Мвыб/с. Рекомендуемый уровень входного сигнала составляет примерно 1 В_{пик} для сигнала прямоугольной формы и 1–6 дБм для синусоидального сигнала. Это позволяет генераторам модулирующих сигналов от нескольких источников сигналов работать вне общей синхронизации.

Соединитель Z-AXIS BLANK/MKRS

Этот гнездовой соединитель BNC (только опция 007) выводит номинальный уровень +5 В во время обратного хода развертки и интервалов переключения диапазонов при ступенчатой развертке, развертке по списку или линейной развертке. Во время линейной развертки этот соединитель выводит номинальный уровень -5 В, когда частота ВЧ-сигнала совпадает с частотой маркера и включен режим маркера яркости. Этот сигнал снимается с выхода операционного усилителя, поэтому импеданс нагрузки должен быть не ниже 5 кОм. Это соединение обычно применяется для связи со скалярным анализатором цепей Keysight 8757D.

Соединитель SWEEP OUT

Этот гнездовой соединитель BNC выводит напряжение, пропорциональное развертке ВЧ-мощности или частоты в диапазоне от 0 В в начале развертки до +10 В (номинально) в конце развертки, независимо от размаха развертки (генераторы при этом функционируют в режиме свипирования).

Номинальный выходной импеданс не превышает 1 Ом, что позволяет работать на нагрузку 2 кОм.

При подключении к анализатору цепей Keysight Technologies 8757D он генерирует выбираемое количество импульсов с периодом 1 мс и амплитудой 10 В (номинально) в ходе линейной (аналоговой) развертки. Количество импульсов можно задать в интервале от 101 до 1601 путем дистанционного управления через анализатор 8757D.

Соединитель TRIGGER OUT

Этот гнездовой соединитель BNC в режиме ступенчатой развертки или развертки по списку выводит сигнал TTL, который имеет высокий уровень в начале последовательности пауз или при ожидании запуска в режиме ручного управления разверткой. Этот сигнал имеет низкий уровень по истечении паузы (выдержки) или при приеме сигнала запуска. В режиме линейной развертки этот выход формирует 1601 импульс длительностью 1 мкс (номинально) с равными интервалами между импульсами в ходе развертки. При использовании выхода LF Out на выходе формируется импульс длительностью 2 мкс в начале развертки LF. Номинальный импеданс у этого соединителя не превышает 10 Ом.

Соединитель TRIGGER IN

Этот гнездовой соединитель BNC принимает сигнал CMOS 3,3 В, который используется для поточечного запуска в режиме ручного управления разверткой или в режиме внешнего запуска развертки при низкочастотной модуляции (выход LF) либо аналоговой модуляции (AM, FM, ФМ). Запуск может производиться по положительному или по отрицательному фронту начала сигнала. Предельно допустимые уровни (уровни повреждения) составляют ≤ -4 В или $\geq +10$ В. Номинальный входной импеданс этого соединителя составляет около 4,2 кОм.

Соединитель SOURCE SETTLED

Этот гнездовой соединитель BNC выводит 3-вольтовый CMOS сигнал запуска, отмечающий момент завершения процесса установления нового значения частоты или уровня мощности. Высокий уровень сигнала означает, что процесс установления источника еще не завершился. Низкий уровень сигнала означает, что процесс установления источника уже завершился. Номинальный выходной импеданс этого соединителя не превышает 10 Ом.

Интерфейс модуля источника

Этот интерфейс используется для присоединения к совместимым модулям источников миллиметровых волн Keysight Technologies серии 83550.

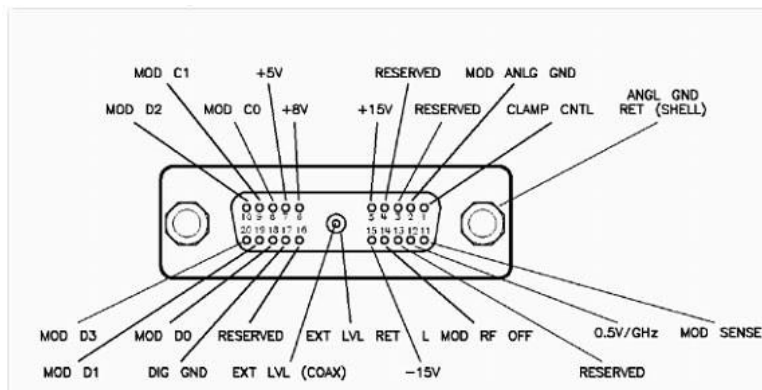


Рисунок 1-9. Сигналы интерфейса у соединителя модуля источника

Ниже поясняются обозначения контактов этого соединителя.

MOD D0	Линия данных № 0 модуля источника. Сигналы MOD D0 – MOD D3 являются линиями шины данных двунаправленной модуля источника миллиметровых волн.
MOD D1	Линия данных № 1.
MOD D2	Линия данных № 2.
MOD D3	Линия данных № 3.
MOD C0	Линия управления № 0 модуля источника. Сигналы MOD C0 и MOD C1 являются линиями управления для считывания данных с модуля источника миллиметровых волн и для записи данных в модуль источника.
MOD C1	Линия управления № 1.
CLAMP CNTL	Управление фиксацией модуля источника (не используется).
MOD SENSE	Измерительная линия модуля источника. Модуль источника подает в эту линию ток 1 мА для индикации собственного присутствия. Напряжение этого сигнала всегда равно нулю.
L MOD RF OFF	Низкий уровень = ВЧ ВЫКЛ. Выключен ВЧ-сигнал модуля источника.
EXT LEV RET	Возвратная линия внешней регулировки мощности модуля источника.
EXT LEV	Вход внешней регулировки мощности модуля источника, от модуля источника миллиметровых волн.
0.5V/GHz	Внутреннее управление 0,5 В/ГГц к модулю источника миллиметровых волн.
-15V	Напряжение питания -14,25 В – -15,90 В.
+15V	Напряжение питания +14,25 В – +16,40 В.
+8V	Напряжение питания +7,75 В – +8,25 В.
+5V	Напряжение питания +4,75 В – +5,45 В.
DIG GND	Цифровая «земля».
MOD ANLG GND	Аналоговая «земля» модуля источника.
ANLG GND RET	Возвратный провод аналоговой «земли».

Соединитель RF OUT

Этот соединитель служит для вывода ВЧ и СВЧ-сигналов. Номинальный входной импеданс равен 50 Ом. Предельно допустимый уровень обратной мощности (уровень повреждения) соответствует 0 В постоянного тока, 0,5 Вт (номинальное значение). У генераторов сигналов с опцией 1EM этот соединитель расположен на задней панели. Тип соединителя зависит от опции частотного диапазона.

Соединитель EXT 1

На этот гнездовой соединитель BNC (он задействован только с опциями UNT, UNU либо UNW) подается сигнал ± 1 В_{пик} для амплитудной, частотной или фазовой модуляции. Для этих видов модуляции сигнал ± 1 В_{пик} формирует заданную глубину модуляции или девиацию частоты и фазы. Когда для AM, FM и ФМ выбраны входы со связью по переменной составляющей, и пиковое значение входного напряжения отличается от 1 В_{пик} больше, чем на 3 %, на дисплее загораются вспомогательные индикаторы **HI/LO**. Здесь можно выбрать входной импеданс 50 Ом или 600 Ом, а предельно допустимый уровень сигнала (уровень повреждения) составляет 5 В_{эфф} или 10 В_{пик}. У генераторов сигналов без опции 1EM этот соединитель расположен на передней панели.

Соединитель EXT 2

На этот гнездовой соединитель BNC (он задействован только с опциями UNT, UNU либо UNW) подается сигнал ± 1 В_{пик} для амплитудной, частотной или фазовой модуляции. Для этих видов модуляции сигнал ± 1 В_{пик} формирует заданную глубину модуляции или девиацию частоты и фазы. Когда для AM, FM и ФМ выбраны входы со связью по переменной составляющей, и пиковое значение входного напряжения отличается от 1 В_{пик} больше, чем на 3 %, на дисплее загораются вспомогательные индикаторы **HI/LO**. Здесь можно выбрать входной импеданс 50 Ом или 600 Ом, а предельно допустимый уровень сигнала (уровень повреждения) составляет 5 В_{эфф} или 10 В_{пик}. У генераторов сигналов без опции 1EM этот соединитель расположен на передней панели.

Соединитель PULSE SYNC OUT

Этот выходной гнездовой соединитель BNC (он задействован только с опциями UNU либо UNW) служит для вывода синхронизирующего TTL-совместимого импульсного сигнала с номинальной длительностью 50 нс во время внутренней модуляции и импульсной модуляции в ждущем режиме запуска. Номинальный импеданс источника составляет 50 Ом. У генераторов сигналов без опции 1EM этот соединитель расположен на передней панели.

Соединитель PULSE VIDEO OUT

Этот выходной гнездовой соединитель BNC (он задействован только с опциями UNU либо UNW) служит для вывода TTL-совместимого импульсного сигнала, который сопровождает выходную огибающую во всех импульсных режимах. Номинальный импеданс источника составляет 50 Ом. У генераторов сигналов без опции 1EM этот соединитель расположен на передней панели.

Соединитель PULSE/TRIG GATE INPUT

На этот входной гнездовой соединитель BNC (он задействован только с опциями UNU либо UNW) подается внешний импульсный сигнал для использования в качестве импульсного входа или входа запуска. При импульсной модуляции уровень «ВКЛ.» составляет +1 В, а уровень «ВЫКЛ.» = 0 В (порог запуска 0,5 В с гистерезисом 10 %, поэтому переключение в состояние «ВКЛ.» должно происходить при уровне 0,6 В, а переключение в состояние «ВЫКЛ.» – при уровне 0,4 В). Предельно допустимый уровень (уровень повреждения) составляет ± 5 В_{эфф} или 10 В_{пик}. Номинальный входной импеданс составляет 50 Ом. У генераторов сигналов без опции 1EM этот соединитель расположен на передней панели.

Соединитель ALC INPUT

Этот входной гнездовой соединитель BNC используется для подачи отрицательного напряжения с внешнего детектора регулировки мощности. Сюда подается напряжение $-0,2 \text{ мВ} - -0,5 \text{ В}$. Номинальный входной импеданс равен 120 кОм ; предельно допустимое входное напряжение (уровень повреждения) составляет $\pm 15 \text{ В}$. У генераторов сигналов без опции 1EM этот соединитель расположен на передней панели.

Соединитель DATA CLOCK

На этот входной гнездовой соединитель BNC (только E8267D) подается внешний CMOS-совместимый внешний сигнал синхронизации последовательных данных для применения с внутренним генератором модулирующих сигналов (опция 601/602). Он рассчитан на сигнал двоичной синхронизации CMOS $3,3 \text{ В}$ (который является также TTL-совместимым), где положительный фронт совпадает с начальным битом данных. Отрицательный фронт используется для синхронизации сигналов DATA и SYMBOL SYNC. Максимальная частота сигнала синхронизации составляет 50 МГц . Предельно допустимые уровни (уровни повреждения) составляют $> +5,5 \text{ В}$ и $< -0,5 \text{ В}$. Номинальный входной импеданс не нормируется. У генераторов сигналов без опции 1EM этот соединитель расположен на задней панели.

Соединитель I IN

На этот входной гнездовой соединитель BNC (только E8267D) подается синфазная составляющая (I) внешнего аналогового сигнала синфазно-квадратурной (I/Q) модуляции. Квадратурная составляющая (Q) подается на вход Q IN.

Уровень сигнала равен $\sqrt{I^2 + Q^2} = 0,5 \text{ Вэфф}$ для калиброванного выходного уровня. Номинальный входной импеданс составляет 50 Ом или 600 Ом . Предельно допустимый уровень (уровень повреждения) составляет 1 Вэфф или 10 Впик . Чтобы активизировать сигналы, подаваемые на входные соединители I IN и Q IN, следует нажать клавиши **Mux > I/Q Source 1** или **I/Q Source 2**, затем выбрать **Ext 50 Ohm** или **Ext 600 Ohm**. У генераторов сигналов без опции 1EM этот соединитель расположен на передней панели.

Соединитель SYMBOL SYNC

На этот входной гнездовой соединитель BNC подается CMOS-совместимый внешний сигнал символьной синхронизации для применения с внутренним генератором модулирующих сигналов (опция 601/602). Он рассчитан на сигнал двоичной синхронизации CMOS $3,3 \text{ В}$ (который является также TTL-совместимым). Сигнал SYMBOL SYNC может возникать один раз на каждый символ или представлять собой импульс однобитовой длительности, который используется для синхронизации первого бита у первого символа. Максимальная частота сигнала синхронизации составляет 50 МГц . Предельно допустимые уровни (уровни повреждения) составляют $> +5,5 \text{ В}$ и $< -0,5 \text{ В}$. Номинальный входной импеданс не нормируется. Символьную синхронизацию можно применять в двух режимах:

- При использовании этого сигнала для символьной синхронизации в сочетании с синхронизацией данных он должен иметь высокий уровень в течение первого бита данных символа. Сигнал должен быть действительным во время отрицательного перепада сигнала синхронизации данных; он может представлять собой одиночный импульс или последовательность импульсов.
- При использовании этого сигнала в качестве собственно символьной синхронизации отрицательный фронт сигнала CMOS используется для тактирования сигнала DATA.

У генераторов сигналов без опции 1EM этот соединитель расположен на передней панели.

Соединитель Q IN

На этот входной гнездовой соединитель BNC (только E8267D) подается квадратурная составляющая (Q) внешнего аналогового сигнала синфазно-

квадратурной (I/Q) модуляции. Синфазная составляющая (I) подается на вход I IN.

Уровень сигнала равен $\sqrt{I^2+Q^2} = 0,5$ Вэфф для калиброванного выходного уровня. Номинальный входной импеданс составляет 50 Ом или 600 Ом. Предельно допустимый уровень (уровень повреждения) составляет 1 Вэфф или 10 Впик. Чтобы активизировать сигналы, подаваемые на входные соединители I IN и Q IN, следует нажать клавиши **Mux > I/Q Source 1** или **I/Q Source 2**, затем выбрать **Ext 50 Ohm** или **Ext 600 Ohm**. У генераторов сигналов без опции 1EM этот соединитель расположен на передней панели.

Соединитель DATA

На этот входной гнездовой соединитель BNC (только опции 601/602) подается внешний CMOS-совместимый входной сигнал последовательных данных для цифровой модуляции. Он рассчитан на сигнал CMOS 3,3 В (который является также TTL-совместимым), причем высокий уровень CMOS является уровнем лог. 1, а низкий уровень CMOS – уровнем лог. 0. Данные должны быть действительны на отрицательных фронтах сигнала синхронизации данных (нормальный режим) или на отрицательных фронтах сигнала символьной синхронизации (символьный режим). Предельно допустимые уровни (уровни повреждения) составляют $> +5,5$ В и $< -0,5$ В. Номинальный входной импеданс не нормируется. У генераторов сигналов без опции 1EM этот соединитель расположен на передней панели.

Соединитель LF OUT

На этот выходной гнездовой соединитель BNC (он задействован только с опцией UNT) подаются сигналы модуляции, которые генерируются генератором функций низкочастотного (LF) источника. Этот выход рассчитан на подачу сигнала с номинальным напряжением 3 Впик на нагрузку 50 Ом. У генераторов сигналов без опции 1EM этот соединитель расположен на передней панели.

Флэш-накопитель

(префиксы сер. номера \geq US4829/SG4829/MY4829 (E8267D) и \geq US4928/SG4928/MY4928 (E8257D))

Съемный компактный флэш-накопитель нельзя устанавливать и вынимать без выключения питания прибора. Обязательно выключайте питание прибора при установке и снятии флэш-накопителя. Применяйте только флэш-карты, поставляемые или сертифицированные компанией Keysight Technologies.

Этот флэш-накопитель (только опции 008 и 009) сохраняет данные на съемную флэш-карту. Память размером 8 Гбайт обеспечивает возможность сохранения пользовательских файлов данных, в том числе данные калибровки равномерности ЧХ, калибровку IQ, наборы параметров состояния прибора, данные формы сигналов (включая заголовок и данные маркеров), определения модуляции и списки развертки (**Таблица 2-5**. Память на флэш-накопителе (опции 008^{a)} и 009^{b)})).

2 Основные операции

В этой главе описаны операции, общие для всех генераторов сигналов Keysight серии PSG.

- «Применение табличных редакторов» на странице 48
- «Использование заданного пользователем предельного значения выходной ВЧ-мощности (только опции 1EA, 1EU или 521)» на странице 49
- «Конфигурирование ВЧ-выхода» на странице 51
- «Расширение частотного диапазона» на странице 65
- «Применение функций сохранения данных» на странице 67
- «Применение функций защиты информации» на странице 71
- «Установка опций» на странице 77
- «Применение Web-сервера» на странице 78

Применение табличных редакторов

Табличные редакторы упрощают выполнение таких задач конфигурирования, как конфигурирование развертки/сweepирования по списку. В этом разделе приведена информация, призванная ознакомить вас с основными функциональными возможностями табличных редакторов на примере табличного редактора List Mode Values.

Нажмите клавиши **Preset > Sweep/List > Configure List Sweep**.

На экране появляется табличный редактор List Mode Values, как показано на рисунке.

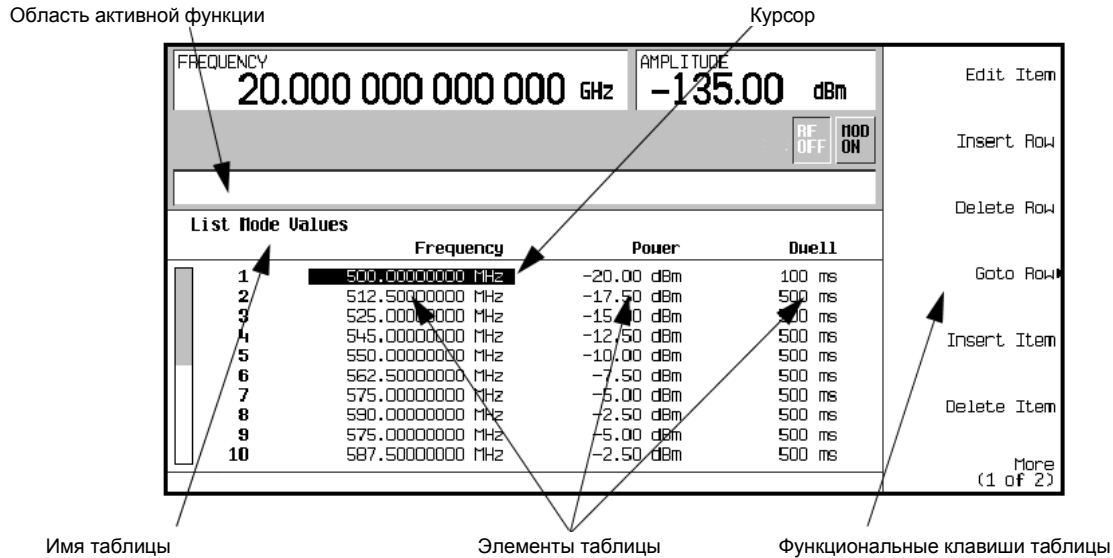


Рисунок 2-1

Область активной функции	Отображает активный элемент таблицы, когда редактируется его значение.
Курсор	Полоса выделения определенных элементов таблицы для выбора и редактирования.
Функциональные клавиши таблицы	Служат для выбора элементов таблицы, предустановки табличных значений и изменения табличных структур.
Элементы таблицы	Численные значения, упорядоченные в пронумерованных строках и столбцах, снабженных заголовками. Столбцы таблицы называются также полями данных. Например, столбец под заголовком Frequency называется полем данных частоты.

Функциональные клавиши табличного редактора

Перечисленные ниже функциональные клавиши табличного редактора используются для загрузки, навигации, изменения и занесения в память значений элементов таблицы.

Edit Item	Служит для отображения выбранного элемента в области активной функции экрана и занесения в память значений пунктов таблицы.
Insert Row	Служит для вставки идентичной строки элементов таблицы над выбранной в данный момент строкой.
Delete Row	Служит для удаления выбранной в данный момент строки таблицы.
Goto Row	Открывает меню функциональных клавиш (Enter , Goto Top Row , Goto Middle Row , Goto Bottom Row , Page Up и Page Down), которое используется для быстрого перемещения по элементам таблицы.
Insert Item	Служит для вставки идентичного элемента в новой строке под выбранным в данный момент пунктом.
Delete Item	Служит для удаления выбранного в данный момент элемента.
Page Up и Page Down	Служит для вывода на экран элементов таблицы, выходящих за пределы отображаемой на экране части таблицы из 10 строк.
More (1 of 2)	Служит для обращения к функциональным клавишам Load/Store и другим сопутствующим функциональным клавишам.
Load/Store	Открывает меню функциональных клавиш (Load From Selected File , Store To File , Delete File , Goto Row , Page Up и Page Down), которое используется для загрузки табличных элементов из файла в каталоге памяти или для сохранения текущих табличных элементов в виде файла в каталоге памяти.

Изменение табличных элементов в полях данных

1. Откройте табличный редактор List Mode Values (**Рисунок 2-1**), если он еще не отображается на экране. Нажмите клавиши **Preset > Sweep/ List > Configure List Sweep**.
2. С помощью поворотной ручки или клавиш со стрелками поместите курсор на нужный элемент. На рисунке 2-1 выделен первый элемент в поле данных Frequency (**Рисунок 2-1**).
3. Нажмите функциональную клавишу **Edit Item**.
4. Чтобы изменить значение параметра, пользуйтесь поворотной ручкой, клавишами со стрелками или цифровой клавиатурой.
5. Нажмите функциональную клавишу **Enter**. Теперь в таблице отображается измененный элемент.

Использование заданного пользователем предельного значения выходной ВЧ-мощности (только опции 1EA, 1EU или 521)

ПРИМЕЧАНИЕ

Если у прибора E8257D с опцией 1EA или у прибора E8267D не появляются функциональные клавиши установки предельного значения выходной ВЧ-мощности несмотря на то, что в прибор загружена новейшая микропрограмма, тогда требуется комплект модернизации выходной платы ALC, чтобы задействовать эту функцию. Обращайтесь к *Сервисному руководству (Service Guide)*.

Выбор задаваемого пользователем предельного значения ВЧ-мощности

Для защиты внешних компонентов и приборов от повреждения можно применять задаваемое пользователем ограничение предельного значения ВЧ-мощности (см.

Рисунок 2-2). По умолчанию принята заводская установка этого значения на 25 дБм; при этом недоступна функциональная клавиша подстройки предельного значения выходной ВЧ-мощности. Предустановка прибора сбрасывает это значение до 25 дБм и отменяет любые заданные пользователем предельные значения. Другими словами, заданные пользователем предельные значения выходной ВЧ-мощности не являются постоянными.

Если требуется постоянное фиксированное ограничение выходной ВЧ-мощности, то рекомендуется применять пользовательскую предустановку настроек прибора. Пользуйтесь функциональной клавишей «Save User Preset» под меню функциональных клавиш **Utility > Power On/Preset** или воспользуйтесь функциональными клавишами сохранения регистра состояний прибора (см. [раздел «Применение регистров состояний прибора» на странице 68](#)).

ПРИМЕЧАНИЕ

В режиме внутренней регулировки мощности, когда заданная амплитуда находится в пределах ± 1 дБм от предельного значения выходной ВЧ-мощности, это предельное значение отображается жирным шрифтом на экране информации состояния частоты и амплитуды. Когда пользователь пытается установить амплитуду, превышающую это предельное значение, прибор автоматически ограничивает значение амплитуды с выводом сообщения «Value clipped to maximum user defined RF Output Limit».

При превышении предельного значения выходной мощности, когда прибор находится в режиме внутренней регулировки мощности, появляется предупредительное сообщение «UNLEVEL». Когда отображается это сообщение, выходная ВЧ-мощность ограничивается на заданном предельном уровне, что обеспечивает защиту подключенных к генераторам устройств.

Ограничение выходной ВЧ-мощности можно применять с внешним детектором ALC, подключенным к генераторам серии PSG. Когда прибор находится в режиме внешней регулировки мощности, на экране не появляется никаких указаний или предупреждений, однако мощность ограничивается, если она превышает допуски ± 1 дБм от предельного значения.

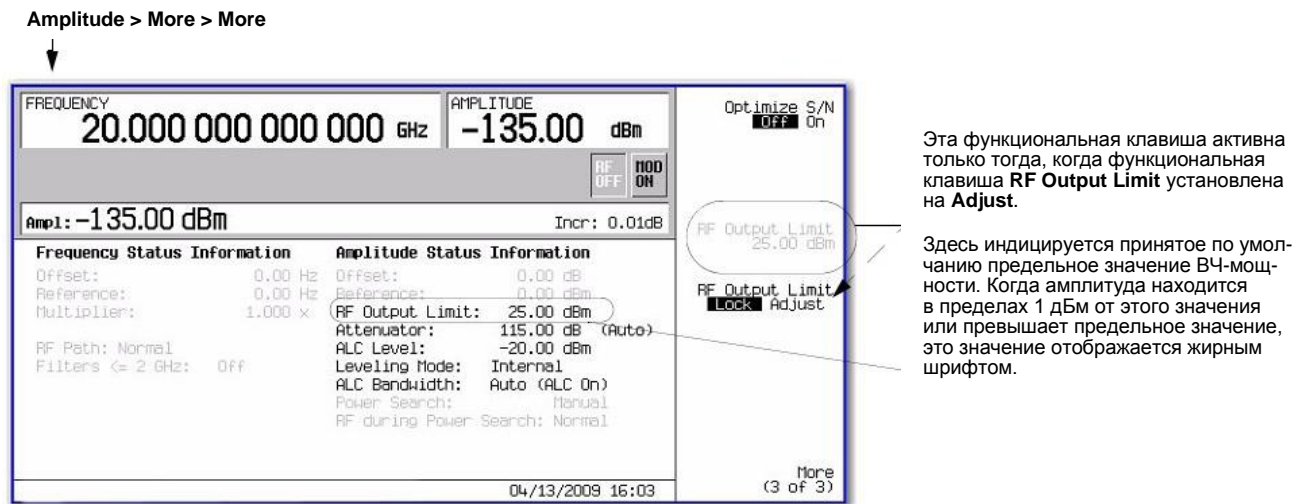


Рисунок 2-2. Меню функциональных клавиш пользовательского ограничения выходной ВЧ-мощности

Команды SCPI:

Чтобы разрешить изменение предельного значения выходной ВЧ-мощности:

Команда SCPI: [:SOURce]:POWER:LIMit[:MAX]:ADJust <ON|OFF|1|0>

Команда SCPI: [:SOURce]:POWER:LIMit[:MAX]:ADJust?

Чтобы изменить предельное значение выходной ВЧ-мощности:

Команда SCPI: [:SOURce]:POWER:LIMit[:MAX] <ampl>

Команда SCPI: [:SOURce]:POWER:LIMit[:MAX]?

В следующем примере показано, как задействовать ограничение выходной ВЧ-мощности и изменить предельное значение на 20 дБм.

1. Чтобы разрешить изменение предельного значения выходной ВЧ-мощности нажмите клавиши **Amplitude > More > More > RF Output Limit Lock Adjust** на Adjust.
2. Чтобы изменить предельное значение выходной ВЧ-мощности нажмите клавиши **RF Output Limit > 20 dBm**.
По умолчанию заблокировано текущее генерирование мощности и элементы, позволяющие изменять численное значение, чтобы исключить возможность случайного изменения предельного значения выходной ВЧ-мощности. Нажмите клавиши [\leftarrow] [\Rightarrow], чтобы выбрать цифру и задействовать текущее генерирование мощности, или введите значение уровня в дБм с клавиатуры. Минимальное значение, которое можно установить, равно 15 дБм. Максимальным значением является нерегулируемая мощность генератора. Чтобы определить погрешность установки, обращайтесь к *Бюллетеню технических данных (Data Sheet)*.
3. Чтобы предотвратить возможность случайного изменения предельного значения выходной ВЧ-мощности, нажмите функциональную клавишу **RF Output Limit Lock Adjust** на Lock.

Конфигурирование ВЧ-выхода

В этом разделе описано, как сконфигурировать вывод немодулированных ВЧ-сигналов и ВЧ-сигналов с разверткой/сви핑ом (см. раздел «Конфигурирование вывода немодулированных ВЧ-сигналов» на странице 51). Здесь описано также применение модуля источника миллиметровых волн для расширения частотного диапазона генераторов сигналов (см. раздел «Расширение частотного диапазона» на странице 65).

Конфигурирование вывода немодулированных ВЧ-сигналов

Ниже описаны процедуры установки следующих параметров:

- установка частоты выходного ВЧ-сигнала (страница 51);
- установка опорного значения частоты и отстройки частоты (страница 52);
- установка фильтра нижних частот (опции 1EH и 521) (страница 53);
- установка амплитуды выходного ВЧ-сигнала (страница 53);
- установка опорного значения амплитуды и смещения амплитуды (страница 53);
- установка оптимизации отношения сигнал/шум (страница 54).

Установка частоты выходного ВЧ-сигнала

В этом примере показано, как установить частоту выходного ВЧ-сигнала на 700 МГц и изменять это значение вверх и вниз с дискретностью 1 МГц.

1. Нажмите клавишу **Preset**, чтобы вернуть генераторы сигналов в состояние заводской установки параметров.

ПРИМЕЧАНИЕ

Вы можете изменить состояние заводской предустановки параметров генераторов сигналов на состояние пользовательской установки параметров. Однако в этих примерах используется состояние заводской установки параметров (установите на Normal функциональную клавишу **Preset Normal User** в меню Utility).

2. Обратите внимание на область **FREQUENCY** на дисплее (в верхнем левом углу). Здесь индицируется максимальное значение частоты, соответствующее техническим характеристикам генераторов сигналов.
3. Нажмите клавишу **RF On/Off**.
Прежде чем появится ВЧ-сигнал на соединителе RF OUTPUT, необходимо нажать клавишу **RF On/Off**. Вспомогательный индикатор на дисплее изменится с **RF OFF** на **RF ON**. На выходной соединитель RF OUTPUT должен подаваться сигнал с максимальной нормированной частотой (при минимальном уровне мощности).
4. Нажмите клавиши **Frequency > 700 > MHz**.

Значение 700 МГц должно появиться в области **FREQUENCY** дисплея, а также в области активной функции.

5. Нажмите клавиши **Frequency > Incr Set > 1 MHz**.

Это приводит к установке значения дискрета изменения частоты, равному 1 МГц.

6. Нажмите клавишу [\uparrow].

Каждое нажатие клавиши [\uparrow] увеличивает частоту на значение дискрета, установленное вами с помощью клавиши **Incr Set**. Значение приращения индицируется в области активной функции.

7. Каждое нажатие клавиши [\downarrow] уменьшает частоту на заданное вами значение дискрета. Поупражняйтесь в ступенчатом изменении частоты в ту или иную сторону.

Вы можете также регулировать частоту выходного ВЧ-сигнала с помощью поворотной ручки. Пока частота является активной функцией (индицируется в области активной функции), вы можете увеличивать и уменьшать частоту поворотной ручкой.

8. Воспользуйтесь поворотной ручкой, чтобы снова установить частоту на 700 МГц.

Установка опорного значения частоты и отстройки частоты

Ниже описана процедура установки опорного значения выходной частоты, относительно которого будут отсчитываться все остальные установки частоты. Когда установлено опорное значение частоты, на дисплее индицируется показание **0.00 Hz** (разность между аппаратной частотой выходного сигнала генератора и опорным значением частоты). Несмотря на изменение индикации на дисплее, реальная частота выходного сигнала генератора остается равной 700 МГц, как было установлено вами в пункте 8 предыдущей процедуры. Всякие дальнейшие изменения частоты индицируются как изменения относительно 0 Гц.

Функция установки опорного значения частоты не является активной функцией. После того, как будет установлено опорное значение частоты, всякое изменение установки частоты индицируется на дисплее генератора сигналов в виде показания частоты. Рассмотрим следующий пример.

1. Нажмите клавишу **Preset**, чтобы вернуть генератор сигналов в состояние заводской установки параметров.

2. Установите опорное значение частоты на 700 МГц.

Нажмите клавиши **Frequency > 700 > MHz > More (1 of 3) > Freq Ref Set**.

Это вводит в действие режим установки опорного значения частоты, устанавливает частоту выходного сигнала (700 МГц) в качестве опорного значения и переключает на **On** функциональную клавишу **Freq Ref**. В области **FREQUENCY** индицируется показание **0.000 Hz**. Это показание представляет собой разность между аппаратной частотой выходного сигнала генератора и значением опорной частоты. Реальная частота выходного сигнала генератора остается равной 700 МГц. (Если переключить на **Off** функциональную клавишу **Freq Ref**, то на дисплее будет индицироваться реальная частота 700 МГц). На дисплее появляется вспомогательный индикатор **REF** и функциональная клавиша **Freq Ref Off On** переключается на **On**.

3. Включите выход ВЧ-сигнала: нажмите клавишу **RF On/Off**.

Вспомогательный индикатор на дисплее изменяется с **RF OFF** на **RF ON**. Частота ВЧ-сигнала на выходном соединителе **RF OUTPUT** равна 700 МГц.

4. Установите значение дискрета изменения частоты на 1 МГц. Для этого нажмите клавиши **Frequency > Incr Set > 1 > MHz**.

5. Нажмите клавишу [\uparrow], чтобы увеличить выходную частоту на 1 МГц.

Индикация в области **FREQUENCY** изменяется на **1.000 000 000 MHz**, что означает разность между аппаратной частотой выходного ВЧ-сигнала (700 МГц + 1 МГц) и опорным значением частоты (700 МГц). Частота ВЧ-сигнала на выходном соединителе **RF OUTPUT** переключается на 701 МГц.

- Введите отстройку частоты 1 МГц. Для этого нажмите клавиши **More (1 of 3) > Freq Offset > 1 > MHz**.

В области **FREQUENCY** индицируется показание **2.000 000 000 MHz**. Это показание представляет собой разность между аппаратной частотой выходного ВЧ-сигнала (701 МГц) и опорным значением частоты (700 МГц) плюс отстройка (1 МГц). Частота сигнала на выходном соединителе RF OUTPUT остается равной 701 МГц.

Установка фильтра нижних частот (опции 1EH и 521)

ВНИМАНИЕ!

Опция 1EH может привести к снижению мощности на частотах ниже 2 ГГц. Пользуйтесь опцией 1EH, когда желательно снижение нелинейных искажений, несмотря на снижение мощности на частотах ниже 2 ГГц. За подробностями обращайтесь к *Бюллетеню технических данных (Data Sheet)*.

- Нажмите клавишу **Preset**.
По умолчанию Off.
- Нажмите клавиши **Frequency > More > More**.
- Нажмите на On функциональную клавишу **Low Pass Filter below 2 GHz**.

Установка амплитуды выходного ВЧ-сигнала

- Нажмите клавишу **Preset**, чтобы вернуть генератор сигналов в состояние заводской установки параметров.
В области **AMPLITUDE** дисплея индицируется минимальный уровень мощности генераторов сигналов. Это обычная предустановка амплитуды выходного ВЧ-сигнала.
- Включите выход ВЧ-сигнала. Для этого нажмите клавишу **RF On/Off**.
Вспомогательный индикатор на дисплее изменяется на **RF ON**. На выходной соединитель RF OUTPUT подается сигнал с минимальным уровнем мощности.
- Переключите амплитуду на -20 дБм. Для этого нажмите клавиши **Amplitude > -20 > dBm**.

Новое значение выходной мощности индицируется в области **AMPLITUDE** и в области активной функции. Амплитуда останется активной функцией, пока вы не нажмете клавишу другой функции. Вы можете также изменять значение амплитуды с помощью поворотной ручки или клавиш [↶] [↷].

Установка опорного значения амплитуды и смещения амплитуды

Ниже описана процедура установки опорного значения выходной мощности, относительно которого будут отсчитываться все остальные амплитудные параметры. Когда установлено опорное значение амплитуды, на дисплее первоначально индицируется показание **0 dB** (разность между аппаратной мощностью выходного сигнала и опорным значением мощности). Несмотря на изменение индикации на дисплее, выходная мощность *не изменяется*. Всякие дальнейшие изменения мощности индицируются как изменения относительно уровня 0 дБ.

- Нажмите клавишу **Preset**.
- Установите амплитуду на -20 дБм. Для этого нажмите клавиши **Amplitude > -20 > dBm**.
- Включите режим установки опорного значения амплитуды и установите в качестве опорного значения текущее значение выходной мощности -20 дБм. Нажмите клавиши **More (1 of 2) > Ampl Ref Set**.

В области **AMPLITUDE** индицируется показание **0.00 dB**, представляющее собой разность между аппаратной мощностью выходного сигнала (-20 дБм) и значением опорной мощности (-20 дБм). На дисплее появляется вспомогательный индикатор **REF**, и функциональная клавиша **Ampl Ref Off On** переключается на On.

- Включите выход ВЧ-сигнала: нажмите клавишу **RF On/Off**.
Вспомогательный индикатор на дисплее изменяется с **RF OFF** на **RF ON**.
Мощность на выходном соединителе RF OUTPUT равна -20 дБм.

5. Установите значение дискрета изменения амплитуды на 10 дБ. Для этого нажмите клавиши **Incr Set > 10 > dB**.
6. Нажмите клавишу [6], чтобы увеличить выходную мощность на 10 дБ. Индикация в области **AMPLITUDE** изменяется на **10.00 dB**, что означает разность между аппаратной выходной мощностью (-20 дБм + 10 дБм) и значением опорной мощности (-20 дБм). Мощность на выходном соединителе RF OUTPUT переключается на -10 дБм.
7. Введите смещение 10 дБ. Для этого нажмите клавиши **Ampl Offset > 10 > dB**. В области **AMPLITUDE** индицируется показание **20.00 dB**, представляющее собой разность между аппаратной выходной мощностью (-10 дБм) и значением опорной мощности (-20 дБм) плюс смещение (10 дБ). Появляется вспомогательный индикатор **OFFS**. Мощность на выходном соединителе RF OUTPUT остается равной -10 дБм.

Установка оптимизации отношения сигнал/шум

Установка на **On** функциональной клавиши **Optimize S/N Off On** оптимизирует установку аттенюатора и контура регулировки уровня ALC на достижение оптимального отношения сигнал/шум. Это не изменяет установку выходной ВЧ-мощности.

ПРИМЕЧАНИЕ

Этот режим взаимно исключает применение функции удержания установки аттенюатора (Atten Hold) и любого типа модуляции. Если попытаться задействовать функцию Atten Hold или модуляцию в режиме оптимизации отношения сигнал/шум, то появится сообщение об ошибке (конфликт установок параметров).

1. Нажмите клавишу **Preset**. По умолчанию Off.
2. Нажмите клавиши **Amplitude > More > More > Optimize S/N Off On**.
3. Установите **Optimize S/N** на On.

Конфигурирование вывода ВЧ-сигналов с разверткой/сви핑ом

Генератор сигналов серии PSG располагает тремя типами сви핑а: ступенчатая развертка, развертка по списку и линейная развертка (опция 007).

Процесс сви핑а отображается при помощи активного индикатора на дисплее. Если длительность развертки превышает одну секунду, то индикатор продвигается в соответствии с частотным интервалом каждого сегмента. Для каждого сегмента в диапазоне развертки индикатор отображает полный сегмент, затем производится развертка. При длительности развертки менее одной секунды продвигается активный индикатор, производится развертка, затем отображение прогресса полностью обновляется.

ПРИМЕЧАНИЕ

Данные развертки по списку невозможно сохранить вместе с набором параметров состояния прибора, однако *можно* сохранить в каталоге памяти. За указаниями по сохранению данных развертки по списку обращайтесь к [разделу «Применение каталога памяти» на странице 67](#). Во время развертки выходного сигнала генератора выводятся из действия области дисплея **FREQUENCY** и **AMPLITUDE** в зависимости от параметра, подвергаемого развертке.

Ступенчатая развертка ([см. страницу 55](#)) и линейная развертка ([см. страницу 58](#)) обеспечивают линейный характер изменения начального и конечного значений частоты и/или амплитуды, в то время как развертка по списку позволяет вам составить список, состоящий из произвольных значений частоты, амплитуды и длительности выдержки, и производить развертку выходного ВЧ-сигнала согласно этому списку.

Пример развертки по списку использует точки, созданные по образцу ступенчатой развертки в качестве основы для новой развертки по списку.

Линейная развертка ([см. страницу 58](#)) происходит быстрее, чем ступенчатая развертка или развертка по списку. Она предназначена для работы со скалярными анализаторами цепей, в том числе 8757D/58D.

У генераторов сигналов имеется функциональная клавиша включения-выключения обратного хода развертки **Sweep Retrace Off On**, которая позволяет сконфигурировать вам поведение отдельного цикла развертки. Когда обратный ход развертки установлен на On, выполняется обратный ход развертки к первой точке. Когда обратный ход развертки установлен на Off, развертка останавливается и остается на последней точке развертки.

Активизация скалярной импульсной последовательности в конфигурациях развертки

Если ваша система развертки использует скалярный анализатор цепей и детектор DC, то генераторы серии PSG должны модулировать подвергаемый развертке сигнал меандром с частотой 27 кГц, который называется также скалярной импульсной последовательностью. Эта импульсная модуляция необходима, чтобы детектор DC правильно детектировал подвергаемый развертке сигнал. Если генераторы серии PSG управляются анализатором 8757D через соединение GPIB, то скалярная импульсная последовательность автоматически включается, когда на анализаторе 8757D выбрано детектирование DC. При применении любого другого скалярного анализатора вы должны включать ручную скалярную импульсную последовательность с использованием одной из следующих последовательностей нажатия клавиш:

Нажмите клавиши **Sweep > Configure Ramp/Step Sweep > More > Scalar Pulse Off On** на On.

или

Нажмите клавиши **Pulse > Pulse Source > Scalar > Pulse Off On** на On.

Применение ступенчатой развертки

Ступенчатая развертка обеспечивает линейный ход от начальной до конечной частоты и/или амплитуды. Вы можете переключать направление развертки вверх или вниз. Когда функциональная клавиша **Sweep Direction Down Up** установлена на Up, производится развертка от начального значения амплитуды или частоты до конечного значения амплитуды или частоты. При установке на Down производится развертка от конечного значения амплитуды или частоты до начального значения амплитуды или частоты.

Когда задействована ступенчатая развертка выходного ВЧ-сигнала, она производится на основе заданных вами значений начальной и конечной частоты и амплитуды, количества равномерно распределенных во времени точек (ступеней), на которых задерживается развертка, и длительности выдержки в каждой точке. Длительность выдержки представляет собой минимальную длительность временного интервала с момента установления переходного процесса, в течение которого генератор должен оставаться в текущем состоянии. Частота, амплитуда или частота и амплитуда выходного ВЧ-сигнала в процессе развертки от начальной частоты и амплитуды до конечной частоты и амплитуды с одинаковой выдержкой в каждой точке определяется значением функциональной клавиши **# Points**.

Конфигурирование однократной ступенчатой развертки

В этом примере показано, как сконфигурировать ступенчатую развертку с девятью равномерно распределенными точками со следующими параметрами:

- частотный диапазон от 500 до 600 МГц;
- амплитуда от -20 до 0 дБм;
- длительность выдержки 500 мс в каждой точке.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавишу **Sweep/List**.
Открывается меню функциональных клавиш развертки.
3. Нажмите клавишу **Sweep Repeat Single Cont**.
Это переключает развертку с периодической на однократную.
4. Нажмите клавишу **Configure Step Sweep**.
5. Нажмите клавиши **Freq Start > 500 > MHz**.
Это устанавливает начальную частоту ступенчатой развертки на 500 МГц.

6. Нажмите клавиши **Freq Stop > 600 > MHz**.
Это устанавливает конечную частоту ступенчатой развертки на 600 МГц.
7. Нажмите клавиши **Amp Start > -20 > dBm**.
Это устанавливает уровень сигнала для начала ступенчатой развертки
8. Нажмите клавиши **Amp Stop > 0 > dBm**.
Это устанавливает уровень сигнала для конца ступенчатой развертки.
9. Нажмите клавиши **# Points > 9 > Enter**.
Этот пункт устанавливает на 9 количество точек ступенчатой развертки.
10. Нажмите клавиши **Step Dwell > 500 > msec**.
Это устанавливает на 500 мс длительность выдержки в каждой точке.
11. Нажмите клавиши **Return > Sweep > Freq & Ampl**.
Этот пункт устанавливает режим свипирования как по частоте, так и по амплитуде. Выбор этой функциональной клавиши возвращает вас в предыдущее меню и включает функцию развертки.
12. Нажмите клавишу **RF On/Off**.
Вспомогательный индикатор на дисплее изменяется с **RF OFF** на **RF ON**.
13. Нажмите клавишу **Single Sweep**.
Выполняется однократное свипирование выходного ВЧ-сигнала по частоте и амплитуде в соответствии с установленными параметрами ступенчатой развертки. На дисплее появляется вспомогательный индикатор **SWEEP** на время длительности развертки; продвижение развертки индицируется прогресс-индикатором. Для прекращения развертки в процессе ее развития можно воспользоваться функциональной клавишей **Single Sweep**. Чтобы снова увидеть развертку частоты, нажмите функциональную клавишу **Single Sweep** для запуска развертки.

Конфигурирование периодической ступенчатой развертки

Нажмите функциональную клавишу **Sweep Repeat Single Cont**.

Это переключает развертку с однократной на периодическую. Теперь на выходной соединитель RF OUTPUT выводится ВЧ-сигнал с периодической ступенчатой разверткой частоты и амплитуды согласно установке параметров ступенчатой развертки (по заданному закону свипирования). На дисплее появляется вспомогательный индикатор **SWEEP** на время длительности развертки; продвижение развертки индицируется прогресс-индикатором.

Применение развертки по списку

Развертка по списку позволяет вам составить список произвольных значений частоты, амплитуды и длительности выдержки с тем, чтобы осуществлять развертку выходного ВЧ-сигнала на основе данных, содержащихся в таблице значений развертки по списку (List Mode Values).

В отличие от ступенчатой развертки, которая содержит ряд линейно возрастающих или убывающих значений частоты и амплитуды, равномерно распределенных во времени в ходе развертки, здесь можно ввести значения частоты и амплитуды с неодинаковыми интервалами, с нелинейным характером возрастания или убывания, либо в произвольном порядке.

Для удобства вы можете скопировать таблицу List Mode Values из предыдущей сконфигурированной ступенчатой развертки. Связанные с каждой точкой развертки значения частоты, амплитуды и длительности выдержки вводятся в строку таблицы List Mode Values, как это показано в следующем примере.

Конфигурирование однократной развертки по списку на основе данных ступенчатой развертки

В этой процедуре мы возьмем за основу точки ступенчатой развертки и изменим данные развертки путем редактирования нескольких точек в таблице List Mode Values. Как пользоваться такими таблицами, описано в [разделе «Применение табличных редакторов»](#).

1. Нажмите клавишу **Sweep Repeat Single Cont**.

Это переключает развертку с периодической на однократную. Гаснет вспомогательный индикатор **SWEEP**. Развертка не начинается до момента ее запуска.

2. Нажмите клавишу **Sweep Type List Step**.
Это переключает тип развертки со ступенчатой развертки на развертку по списку.
3. Нажмите клавишу **Configure List Step**.
Открывается другое меню, содержащее функциональные клавиши, которыми вы воспользуетесь для создания точек развертки. На дисплее отображаются данные текущего списка. (Если ранее не был составлен список, то список по умолчанию содержит одну точку, установленную на макси малую частоту генераторов сигналов, минимальную амплитуду и длительность выдержки 2 мс).
4. Нажмите клавиши **More (1 of 2) > Load List From Step Sweep > Confirm Load From Step Data**.
В список автоматически загружаются точки, заданные вами в ступенчатой развертке.

Редактирование точек развертки по списку

1. Нажмите клавиши **Return > Sweep > Off**.
Выключение развертки позволяет вам редактировать точки развертки по списку без появления сообщений об ошибках. Если оставить развертку включенной во время редактирования, то возникают ошибки всякий раз, когда не определены один или два параметра точки (частота, мощность и длительность выдержки).
2. Нажмите клавишу **Configure List Sweep**.
Это возвращает вас к таблице списка развертки.
3. С помощью клавиш со стрелками выделите длительность выдержки (dwell time) в строке 1 таблицы.
4. Нажмите клавишу **Edit Item**.
Теперь активной функцией становится длительность выдержки для точки 1.
5. Нажмите клавиши **100 > ms**.
Это вводит значение 100 мс в качестве нового значения длительности выдержки для строки 1. Обратите внимание на то, что после того, как вы нажмете функциональную клавишу **ms**, выделяется следующий элемент в таблице (в данном случае это значение частоты для точки 2).
6. С помощью клавиш со стрелками выделите значение частоты в строке 4.
7. Нажмите клавиши **Edit Item > 545 > MHz**.
Это изменяет значение частоты в строке 4 на 545 МГц.
8. Выделите любой столбец в строке точки 7 и нажмите клавишу **Insert Row**.
Это добавляет новую точку между точками 7 и 8. Между точками 7 и 8 вставляется копия строки точки 7, в результате чего получается точка 8 и происходит перенумерация последовательных точек.
9. Выделите пункт «частота» для точки 8, затем нажмите клавишу **Insert Item**.
Нажатие клавиши **Insert Item** сдвигает значения частоты на одну строку вниз, начиная с точки 8. Обратите внимание на то, что первоначальные значения частоты для точек 8 и 9 сдвигаются на одну строку вниз, создавая пункт для точки 10, которая содержит только значение частоты (пункты «мощность» и «длительность выдержки» не сдвинулись вниз).
Здесь остается активной частота для точки 8.
10. Нажмите клавиши **590 > MHz**.
11. Нажмите клавиши **Insert Item > -2.5 > dBm**.
Это вставляет новое значение мощности в точке 8 и сдвигает на одну строку вниз первоначальные значения мощности для точек 8 и 9.
12. Выделите длительность выдержки для точки 9. затем нажмите клавишу **Insert Item**.

Для точки 9 вставляется дубликат выделенного значения, сдвигая вниз существующее значение для завершения ввода данных для точки 10.

Конфигурирование однократной развертки по списку

1. Нажмите клавиши **Return > Sweep > Freq & Ampt.**
Это снова включает развертку. Здесь не должны появляться сообщения об ошибках, если установлены все параметры для каждой точки в описанной выше процедуре редактирования.
2. Нажмите клавишу **Single Sweep.**
Генератор сигналов будет выполнять развертку сигнала согласно заданному списку. Во время развертки появляется вспомогательный индикатор **SWEEP.**
3. Нажмите клавиши **More (1 of 2) > Sweep Trigger > Trigger Key.**
Это устанавливает режим ручного запуска развертки (нажатием клавиши **Trigger**).
4. Нажмите клавиши **More (2 of 2) > Single Sweep.**
Это активизирует развертку, т. е. готовит ее к запуску. На дисплее появляется вспомогательный индикатор **ARMED.**
5. Нажмите клавишу **Trigger.**
Выполняется однократная развертка ВЧ-сигнала согласно списку. Во время развертки светится вспомогательный индикатор **SWEEP.**

Конфигурирование периодической развертки по списку

Нажмите клавишу **Sweep Repeat Single Cont.**

Это переключает развертку с однократной на периодическую. Теперь на выходной соединитель RF OUTPUT подается ВЧ-сигнал с периодическим повторением циклов развертки частоты и амплитуды согласно сконфигурированному списку. На дисплее появляется вспомогательный индикатор **SWEEP**, указывающий на работу генераторов сигналов в режиме развертки, и индикатор свипирования, отображающий развитие процесса развертки.

Применение линейной развертки (опция 007)

Линейная развертка обеспечивает линейное свипирование от начального к конечному значению частоты и/или амплитуды. Линейная развертка работает быстрее, чем ступенчатая развертка или развертка по списку, и предназначена для работы со скалярным анализатором цепей 8757D/58D. Ниже описаны возможности линейной развертки у генераторов сигналов с опцией 007. Вы узнаете, как применять базовую линейную развертку и как конфигурировать линейную развертку для системы Master/Slave ([страница 63](#)).

Обращайтесь к *Руководству по программированию генераторов сигналов (Keysight Signal Generators Programming Guide)* за примером программы, которая использует сквозные команды в системе линейной развертки (сквозные команды позволяют вам временно прерывать взаимодействие в системе линейной развертки, чтобы вы могли посылать на прибор рабочие инструкции).

Применение базовых функций линейной развертки

Эта процедура демонстрирует выполнение следующих задач (каждая следующая задача базируется на предыдущей задаче):

- конфигурирование развертки частоты на [странице 59](#);
- применение маркеров на [странице 60](#);
- регулировка длительности развертки на [странице 62](#);
- применение чередующейся развертки на [странице 62](#);
- конфигурирование развертки амплитуды на [странице 63](#).

Конфигурирование развертки частоты

1. Подключите оборудование, см.
- 2.
3. **Рисунок 2-3.**

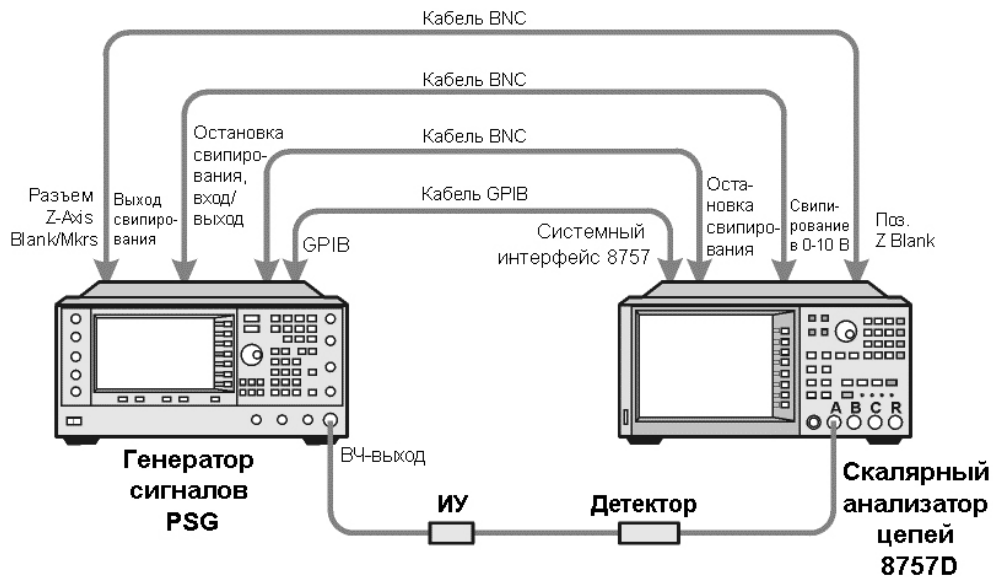


Рисунок 2-3. Схема соединений оборудования

ПРИМЕЧАНИЕ

Генератор сигналов серии PSG несовместим с системным интерфейсом GPIB анализаторов 8767A, 8757C и 8757E. У этих старых скалярных анализаторов цепей не присоединяйте кабель GPIB, см.

Рисунок 2-3

Этот метод обеспечивает только функциональность подгруппы 8757D. За подробностями обращайтесь к *Бюллетеню технических данных (Data Sheet)*. Вместо описания данной процедуры обращайтесь к документации приборов 8757A/C/E.

4. Включите генератор серии PSG и анализатор 8757D.
5. На анализаторе 8757D нажмите клавиши **System > More > Sweep Mode** и проследите за тем, чтобы функциональная клавиша **SYSINTF** была установлена на ON .
Это обеспечивает активизацию режима системного интерфейса у анализатора 8757D. Режим системного интерфейса позволяет приборам работать в системе.
6. Нажмите клавиши **Utility > GPIB/RS-232 LAN**, чтобы увидеть адрес GPIB генераторов серии PSG под функциональной клавишей **GPIB Address**. Если вы хотите изменить его, нажмите функциональную клавишу **GPIB Address** и измените это значение.
7. На анализаторе 8757D нажмите клавиши **LOCAL > SWEEPER** и проверьте адрес GPIB. Если он не соответствует адресу генераторов серии PSG, измените это значение.
8. Переведите оба прибора в состояние предустановки.
Предустановка одного прибора должна автоматически вызывать предустановку другого прибора. Если не удастся выполнить предустановку обоих приборов, проверьте соединение GPIB, адреса GPIB, и проверьте, установлен ли анализатор 8757D в режим системного интерфейса (функциональная клавиша **SYSINTF** должна быть установлена на ON).

Генератор серии PSG автоматически активизирует линейную развертку от 2 ГГц до максимальной частоты с постоянной амплитудой 0 дБм. Обратите внимание на то, что на дисплее генераторов серии PSG появляются вспомогательные индикаторы **RF ON**, **SWEEP** и **PULSE**. Вспомогательный индикатор **PULSE** появляется потому, что анализатор 8757D работает в режиме AC.

Генератор серии PSG переключает также свою установку языка дистанционного взаимодействия на *8757D System*, позволяющую генераторам серии PSG общаться с анализатором 8757D во время операций линейной развертки. Чтобы убедиться в этом, вы можете нажать клавиши **Utility > GPIB/RS-232 LAN** и посмотреть выбор под функциональной клавишей **Remote Language**.

ПРИМЕЧАНИЕ

В процессе развертки выходного ВЧ-сигнала бланкируются области **FREQUENCY** и/или **AMPLITUDE** в зависимости от подвергаемой развертке величины. В этом случае, когда осуществляется развертка частоты, отсутствует индикация в области **FREQUENCY** дисплея.

9. Нажмите клавиши **Frequency > Freq CW**.

Теперь выходным ВЧ-сигналом управляет текущая установка частоты немодулированного сигнала и выключается линейная развертка.

10. Нажмите клавишу **Freq Start**.

Выходным ВЧ-сигналом снова управляют установки параметров линейной развертки; выключается режим вывода немодулированного сигнала. Нажатие одной из функциональных клавиш **Freq Start**, **Freq Stop**, **Freq Center** или **Freq Span** вводит в действие линейную развертку с текущими установками параметров.

ПРИМЕЧАНИЕ

В режиме линейной развертки частоты начальная частота должна быть ниже конечной частоты.

11. Отрегулируйте установки параметров **Freq Center** и **Freq Span** так, чтобы на экране анализатора 8757D была хорошо видна частотная характеристика объекта измерений (DUT).

Обратите внимание на то, как эти установки изменяют также установки параметров под функциональными клавишами **Freq Start** и **Freq Stop**. Здесь может возникнуть необходимость в изменении масштаба отображения частотной характеристики на экране анализатора 8757D для более точной оценки амплитуды.

Рисунок 2-4 на следующей странице визуализирует пример частотной характеристики полосового фильтра.

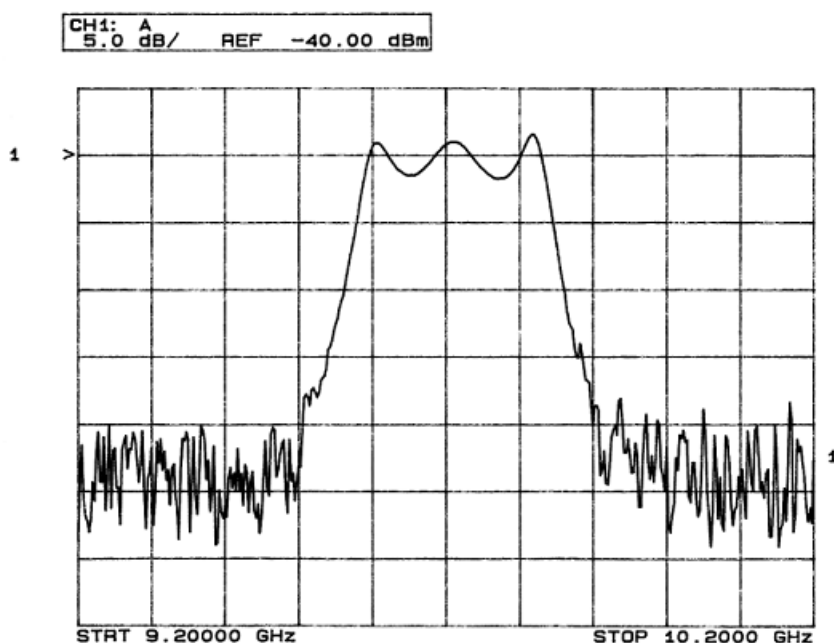


Рисунок 2-4. Частотная характеристика полосового фильтра на экране анализатора 8757D**Применение маркеров**

1. Нажмите клавишу **Markers**.

Это открывает табличный редактор и соответствующие функциональные клавиши управления маркерами. Вы можете применять до десяти различных маркеров с номерами от 0 до 9.

2. Нажмите клавишу **Marker Freq** и выберите некоторое значение частоты в пределах диапазона развертки.

Обратите внимание на то, что в табличном редакторе автоматически включается состояние для маркера 0. Маркер появляется на экране анализатора 8757D.

3. С помощью клавиш со стрелками переместите курсор в табличном редакторе на маркер 1 и выберите некоторое значение частоты в диапазоне развертки, отличное от частоты маркера 0.

Обратите внимание на то, что активизируется маркер 1, который является маркером, выбранным в данный момент, на что указывает символ ▽. По мере перехода от маркера к маркеру с помощью клавиш со стрелками вы заметите, что выбранный маркер выделяется символом ▽, в то время как остальные маркеры индицируются символами Δ.

Обратите также внимание на то, что на экране анализатора 8757D индицируются данные частоты и амплитуды для выбранного в данный момент маркера.

4. Переместите курсор обратно на маркер 0 и нажмите клавиши **Delta Ref Set > Marker Delta Off On** на Оп.

В табличном редакторе обратите внимание на то, что теперь индицируются значения частоты для каждого маркера относительно маркера 0.

В правом столбце под заголовком **REF** появляется индикатор **REF**, указывающий, какой из маркеров является опорным (см. [Рисунок 2-5](#)).

5. Переместите курсор обратно на маркер 1 и нажмите клавишу **Marker Freq**. Вращайте ручку на передней панели, наблюдая за маркером 1 на экране анализатора 8757D.

На экране анализатора 8757D обратите внимание на то, как изменяются показания амплитуды и частоты для маркера 1 относительно маркера 0 по мере перемещения маркера по графику (см. [Рисунок 2-6](#)).

6. Нажмите клавишу **Turn Off Markers**.

Выключаются все маркеры.

За описанием других функций функциональных клавиш маркеров обращайтесь к *Справочнику по клавишам (Keysight PSG Signal Generators Key Reference)*.

FREQUENCY		AMPLITUDE		Marker Freq	
		0.00 dBm			
SWEEP		PULSE		RF ON MOD ON	
Frequency Start: 9.2000000000GHz		Stop: 10.2000000000GHz		Marker On/Off	
Frequency Center: 9.7000000000GHz		Span: 1.0000000000GHz		Delta Ref Set	
Marker	Marker Frequency	On/Off	Ref	Turn Off Markers	
0	0.00 Hz	ON	Ref	Marker Delta Off On	
1	121.92192202 MHz	ON	---	Marker->Center Freq	
2	-9.12605105105 GHz	OFF	---	More (1 of 2)	
3	-9.12605105105 GHz	OFF	---		
4	-9.12605105105 GHz	OFF	---		
5	-9.12605105105 GHz	OFF	---		
6	-9.12605105105 GHz	OFF	---		
7	-9.12605105105 GHz	OFF	---		

Рисунок 2-5. Табличный редактор маркеров

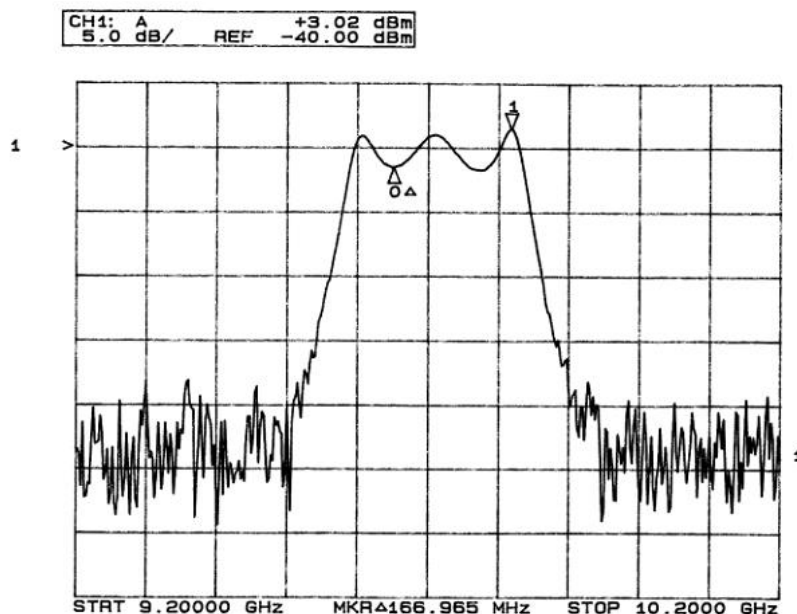


Рисунок 2-6. Дельта-маркеры на экране анализатора 8757D

Регулировка длительности развертки

1. Нажмите клавишу **Sweep/List**.

Это открывает меню функциональных клавиш управления разверткой и отображает экран состояния, содержащий сводку всех текущих установок параметров развертки.

2. Нажмите клавишу **Configure Ramp/Step Sweep**.

Поскольку текущим типом развертки является линейная развертка, то функциональные клавиши в меню специально управляют установками параметров линейной развертки. Когда выбрана ступенчатая развертка, функциональные клавиши управляют установками параметров ступенчатой развертки. Обратите внимание на то, что в этом меню появились функциональные клавиши **Freq Start** и **Freq Stop** в дополнение к аппаратной клавише **Frequency**.

3. Нажмите функциональную клавишу **Sweep Time** на **Manual > 5 > sec**.

В автоматическом режиме автоматически устанавливается минимально допустимая длительность развертки. В режиме ручной установки вы можете выбрать любую длительность развертки, превышающую минимально допустимую. Минимально допустимая длительность развертки зависит от количества точек на графике и каналов, используемых в анализаторе 8757D, а также от частотного диапазона (размаха) развертки.

4. Нажмите функциональную клавишу **Sweep Time** на **Auto**.

Снова устанавливается минимально допустимая длительность развертки.

ПРИМЕЧАНИЕ

При применении анализатора 8757D в режиме ручного управления разверткой вы должны активизировать функциональную клавишу **Manual Freq** генераторов сигналов, прежде чем пользоваться поворотной ручкой на передней панели для управления разверткой. Нажмите клавиши **Sweep/List > More (2 of 3) > Manual Freq**.

Применение чередующейся развертки

1. Нажмите клавишу **Save**.

Это открывает табличный редактор и меню функциональных клавиш для сохранения состояний (наборов параметров) прибора. Обратите внимание на то, что активной является функциональная клавиша **Select Reg**. (За дополнительной информацией о сохранении состояний прибора обращайтесь к [разделу «Применение регистров состояний прибора» на странице 68](#)).

2. Вращайте поворотную ручку, пока не найдете *свободный* регистр, и нажмите клавишу **SAVE**. Запомните этот номер регистра. Если нет свободных

регистров, то вы можете перезаписать *занятый* регистр нажатием клавиши **Re-SAVE**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Когда вы применяете генераторы серии PSG в системе с анализатором цепей 8757D, то для сохранения и вызова состояний прибора в вашем распоряжении имеются лишь регистры с номерами 1–9 в группе 0.

3. Нажмите клавиши **Sweep/List > Configure Ramp/Step Sweep** и введите новые значения начальной и конечной частоты для линейной развертки.
 4. Нажмите клавишу **Alternate Sweep Register** и вращайте ручку на передней панели, чтобы выбрать номер регистра, в котором было записано предыдущее состояние развертки.
 5. Нажмите функциональную клавишу **Alternate Sweep Off On** на On.
- Теперь производится поочередное переключение первоначальной (занесенной в память) развертки и текущей развертки. Возможно, потребуется скорректировать установки параметров анализатора 8757D (например, установку канала 2 на измерительный преобразователь А), чтобы визуализировать корректно результаты запуска обеих разверток (см. **Рисунок 2-7**).

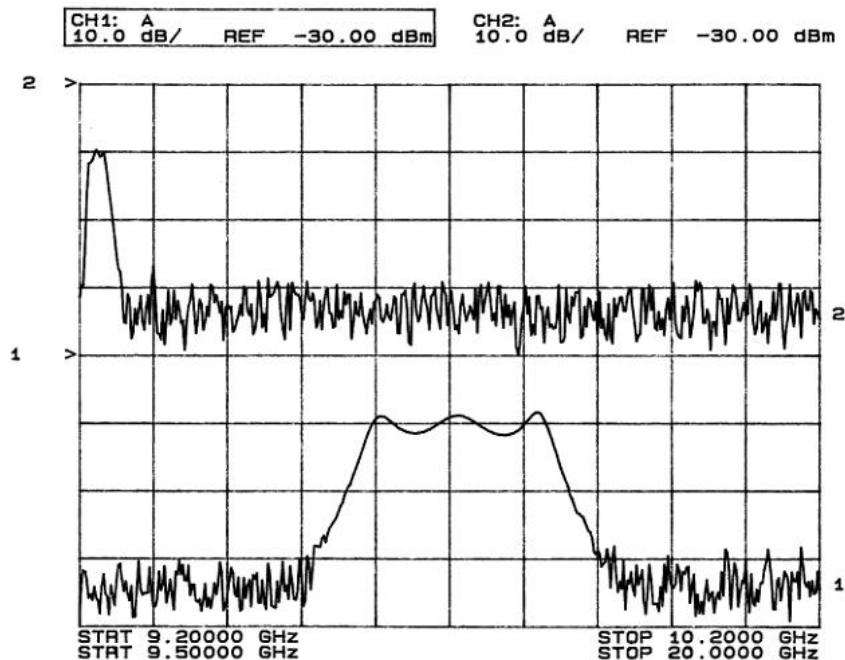


Рисунок 2-7. Результаты действия чередующейся развертки на экране анализатора 8757D

Конфигурирование развертки амплитуды

1. Нажмите клавиши **Return > Sweep > Off**.
Это выключает текущую развертку и чередующуюся развертку из предыдущей задачи. Теперь выводом ВЧ-сигнала управляют текущие установки параметров немодулированного сигнала.
2. Нажмите клавиши **Configure Ramp/Step Sweep**.
3. Установите подлежащий развертке амплитудный интервал с помощью клавиш **Ampl Start** и **Ampl Stop**.
4. Нажмите клавиши **Return > Sweep > Ampl**.

Теперь выключается режим вывода немодулированного сигнала, и управление выводом ВЧ-сигнала переходит к новым установкам параметров линейной развертки амплитуды.

Конфигурирование линейной развертки для системы Master/Slave

Ниже описано, как сконфигурировать два генератора сигналов серии PSG и анализатор 8757D для работы в системе Master/Slave («ведущий/ ведомый»). В этой системе должны применяться два прибора из одного и того

же семейства генераторов сигналов, например, два генератора серии PSG или два генератора 83640B, или два генератора 83751B.

ПРИМЕЧАНИЕ

Система Master/Slave применяется только для линейной развертки, **но не** для ступенчатой развертки или развертки по списку. Для применения этой системы у вас должно быть два источника из одного и того же семейства генераторов сигналов, например, два генератора серии PSG или два генератора 83640B, или два генератора 83751B.

1. Соедините оборудование (см. **Рисунок 2-8**). Для соединения вспомогательных интерфейсов двух генераторов серии PSG применяйте кабели RS-232 с субминиатюрными 9-контактными штыревыми соединителями типа D с разводкой контактных выводов (см. **Рисунок 2-9**). Вы можете заказать такой кабель у компании Keysight Technologies (номер для заказа 8120-8806).
Благодаря соединению источника опорной частоты 10 МГц ведущих (Master) генераторов серии PSG с входом опорной частоты ведомых (Slave) генераторов серии PSG источник опорной частоты ведущих генераторов серии PSG обеспечивает опорную частоту для обоих генераторов серии PSG.
2. Выполните установки частоты и мощности у ведомых генераторов серии PSG.
Установка в первую очередь параметров ведомых генераторов серии PSG позволяет вам избежать проблем с синхронизацией.
3. Выполните установки частоты, мощности и длительности развертки у ведущих генераторов серии PSG.
Два генератора серии PSG могут иметь разные установки частоты и мощности для линейной развертки.
4. Установите у ведомых генераторов серии PSG такую же длительность развертки, как и у ведущих генераторов серии PSG.
Значения длительности развертки должны быть одинаковыми у обоих генераторов.
5. Установите ведомые генераторы серии PSG в режим регулярного (continuous) запуска.
Ведомые генераторы должны быть установлены на регулярный запуск, однако ведущие генераторы можно установить в любой режим запуска.
6. На ведомых генераторах серии PSG нажмите клавиши **Sweep/List > Sweep Type > Ramp Sweep Control > Slave**.
Это устанавливает генераторы серии PSG в режим ведомых (подчиненных) приборов.
7. На ведущих генераторах серии PSG нажмите клавиши **Sweep/List > Sweep Type > Ramp Sweep Control > Master**.
Это устанавливает генераторы серии PSG в режим ведущих (главных) приборов.

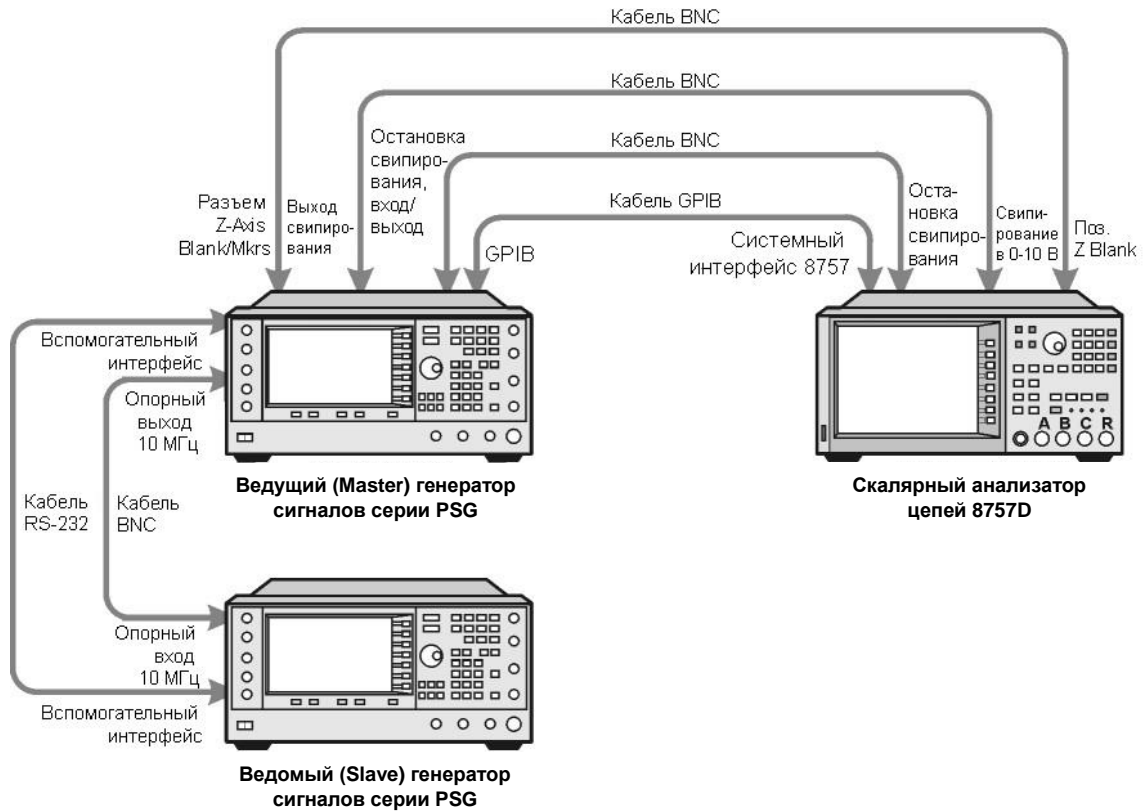
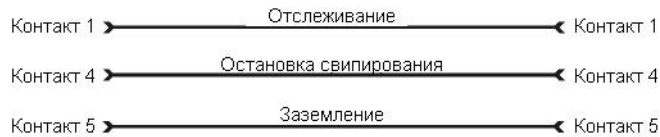


Рисунок 2-8. Схема соединений оборудования в системе Master/Slave



Тип соединителя: штыревой D субминиатюрный

Рисунок 2-9. Разводка контактных выводов RS-232

Расширение частотного диапазона

Вы можете расширить частотный диапазон генераторов сигналов с помощью модуля источника миллиметровых волн Keysight серии 83550 или модуля от другого изготовителя. За информацией по применению генераторов сигналов с модулем источника миллиметровых волн обращайтесь к [разделу «Применение модулей источников миллиметровых волн» на странице 243](#).

Модуляция сигнала

В этом разделе описано, как настроить параметры модуляции и как применить модуляцию к выходному ВЧ-сигналу.

Запуск модуляции заданного формата

Запустить модуляцию можно до или после установки параметров сигнала.

1. Обратитесь к первому меню в группе формата модуляции.

В этом меню имеется функциональная клавиша, которая связывает имя заданный тип модуляции с операциями Off и On, например, **AM > AM Off On**. Для некоторых форматов клавиша Off/On может появляться и в других меню, помимо первого меню.

2. Нажимайте клавишу включения-выключения модуляции, чтобы выделить On.

Рисунок 2-10 демонстрирует часть первого меню формата амплитудной модуляции, в котором отображаются характеристики заданной модуляции, а также вспомогательный индикатор активного типа модуляции

Заданная модуляция формируется, однако сигнал несущей не подвергается модуляции, пока вы не примените его к выходному ВЧ.

В зависимости от формата модуляции может потребоваться несколько секунд для формирования выходного сигнала. С цифровыми форматами (только E8267D с опцией 601/602) на дисплее может появиться строка состояния **BaseBand Reconfiguring**. Когда начнется генерирование сигнала, на дисплее появится вспомогательный индикатор формата, указывающий на то, что активен указанный тип модуляции. С цифровыми форматами (только E8267D с опцией 601/602) дополнительно к имени формата появляется вспомогательный индикатор **I/Q**.

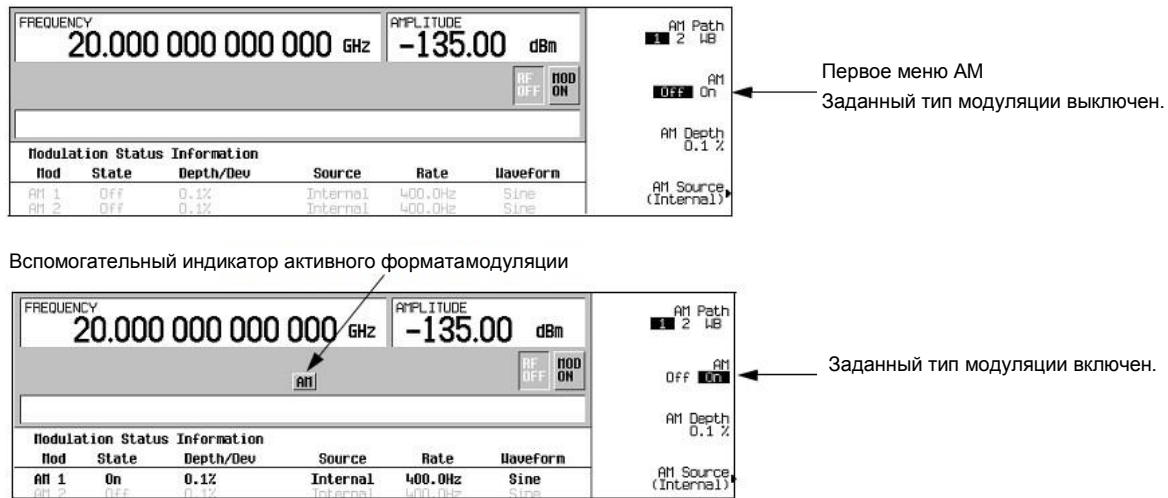


Рисунок 2-10. Пример включения и выключения амплитудной модуляции

Применение заданной модуляции к выходному ВЧ-сигналу

Сигнал несущей модулируется, когда клавиша **Mod On/Off** установлена на **On** и активен выбранный профиль модуляции.

Когда клавиша **Mod On/Off** установлена на **Off**, на дисплее появляется вспомогательный индикатор **MOD OFF**. Когда клавиша **Mod On/Off** установлена на **On**, на дисплее появляется вспомогательный индикатор **MOD ON** независимо от того, сконфигурированы параметры модуляции. Эти вспомогательные индикаторы указывают просто возможность модуляции сигнала несущей при включении какого-либо формата модуляции.

Как включить модуляцию выходного ВЧ-сигнала

Нажмите клавишу **Mod On/Off**, чтобы на дисплее появился вспомогательный индикатор **MOD ON**. Сигнал несущей может модулироваться всеми активными типами модуляции. Это принятая по умолчанию заводская установка.

Как выключить модуляцию выходного ВЧ-сигнала

Нажмите клавишу **Mod On/Off**, чтобы на дисплее появился вспомогательный индикатор **MOD OFF**. В этом случае сигнал несущей не подвергается модуляции

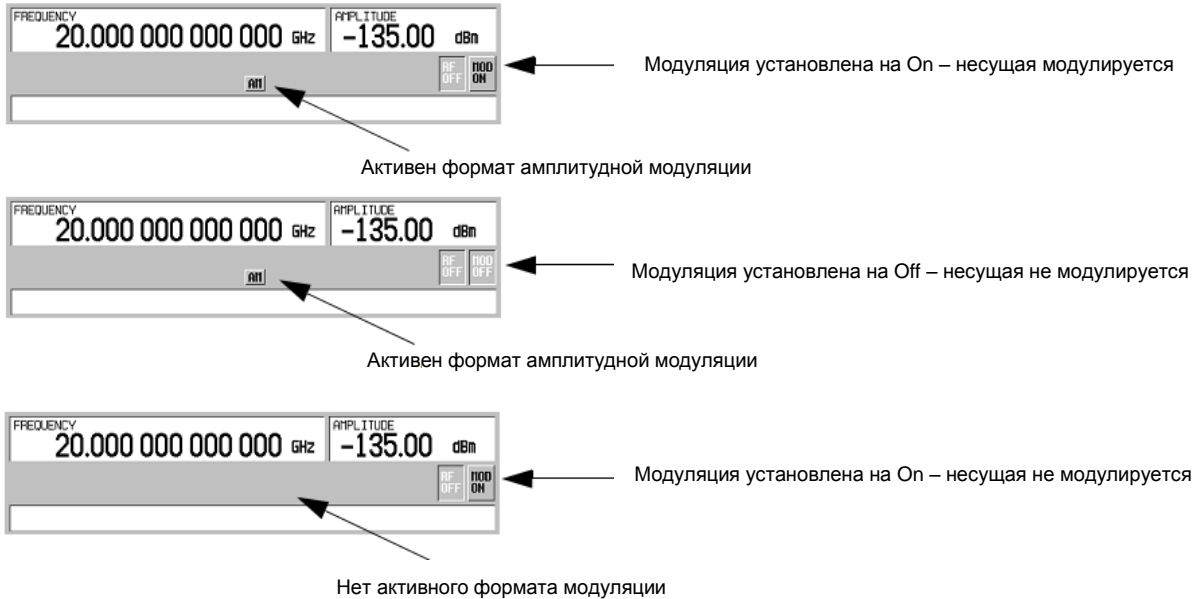


Рисунок 2-11. Состояние модуляции сигнала несущей

Применение функций сохранения данных

В этом разделе описано, как применять две формы сохранения данных генераторов сигналов – каталог памяти и регистр состояний прибора.

Применение каталога памяти

Каталог памяти (Memory Catalog) представляет собой интерфейс генераторов сигналов, предназначенный для просмотра, хранения и сохранения файлов. К этому интерфейсу можно обращаться с передней панели генераторов сигналов или с дистанционного контроллера. За описанием дистанционного выполнения этих задач обращайтесь к *Руководству по программированию генераторов сигналов (Keysight PSG Signal Generators Programming Guide)*.

Таблица 2-1. Типы файлов каталога памяти и связанные с ними данные

Binary	Двоичные данные
State	Данные состояния прибора (управляющие рабочие параметры прибора, например, частота, амплитуда и режим)
LIST	Данные развертки из таблицы List Mode Values (в том числе частота, амплитуда и длительность выдержки)
User Flatness	Пары данных пользовательской коррекции неравномерности ЧХ (заданные пользователем значения частоты и соответствующие им значения амплитудной коррекции)
FIR	Коэффициенты фильтров с конечной импульсной характеристикой (FIR)
ARB Catalog Types	(Только E8267D с опцией 601/602) Созданные пользователем файлы – типы каталога формы сигналов: WFM1 (файл формы сигнала), Типы каталога NVARB: NVWFM (энергонезависимая память, файл формы сигнала ARB), NVMKR (энергонезависимая память, файл маркеров формы сигнала ARB), Seq (файл последовательности ARB), MTONE (файл многотонавого сигнала ARB), DMOD (файл цифровой модуляции ARB), MDMOD (файл цифровой модуляции ARB с несколькими несущими)
Modulation Catalog Types	(Только E8267D с опцией 601/602) Сопутствующие данные для файлов

	I/Q-модуляции и частотной манипуляции (FSK)
Shape	Пакетная форма импульсов
Bit	Бит

Сохранение файлов в каталоге памяти

Чтобы сохранить файл в каталоге памяти, следует сначала создать его. В данном примере воспользуемся принятой по умолчанию таблицей развертки по списку.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Sweep/List > Configure List Sweep > More (1 of 2) > Load/Store**.

Это открывает каталог файлов списков («Catalog of List Files»).

3. Нажмите клавишу **Store to File**.

Появляется меню алфавитных функциональных клавиш для присвоения имени файлу. В области активной функции отображается **Store to:**.

4. Введите имя файла **LIST1** с помощью алфавитных функциональных клавиш и цифровой клавиатуры (для цифр от 0 до 9).
5. Нажмите клавишу **Enter**.

В каталоге файлов списков появляется имя файла, тип файла, размер файла, а также дата и время его изменения.

Просмотр файлов, занесенных в каталог памяти

1. Нажмите клавиши **Utility > Memory Catalog > Catalog Type**.

Все файлы в каталоге памяти перечисляются в алфавитном порядке независимо от того, какой тип каталога вы выбираете. На дисплее отображается такая информация о файлах, как имя файла, тип файла, размер файла, а также дата и время его изменения.

2. Нажмите клавишу **List**.

Появляется каталог файлов списков («Catalog of List Files»).

3. Нажмите клавиши **Catalog Type > State**.

Появляется каталог файлов состояния («Catalog of State Files»).

4. Нажмите клавиши **Catalog Type > All**.

Появляется каталог всех файлов («Catalog of All Files»). Полный список всех типов файлов приведен выше ([Таблица 2-1](#)).

Применение регистров состояний прибора

Регистр состояний прибора представляет собой участок памяти, разбитой на 10 групп (с номерами от 0 до 9), каждая из которых содержит 100 регистров (с номерами от 00 до 99). Группы состояний прибора и регистры используются для сохранения и вызова наборов параметров прибора, что обеспечивает быстрый способ изменения конфигурации генераторов сигналов при переключении различных конфигураций прибора и сигналов.

Генератор сигналов с установленной опцией 005 (внутренний жесткий диск 4 Гбайт) или опциями 008 и 009 (флэш-накопитель 8 Гбайт) использует память для сохранения файлов состояния прибора и других пользовательских данных. Если эти опции не установлены, то генераторы сигналов располагают памятью размером 20 Мбайт для хранения данных и состояний прибора. Файлы состояния прибора могут иметь разный размер в зависимости от конфигурации генераторов сигналов.

Такие файлы данных, как форматы модуляции, установки параметров ARB и табличные данные, не сохраняются с помощью функции Save. Только такие настройки, как частота, ослабление, мощность и другие пользовательские установки, которые не сохраняются при сбросе питания или переустановки (Reset) прибора, могут записываться в группу и регистр.

Сохраняется только ссылка на имя файла данных (например, файла формата ARB), ассоциированного с состоянием прибора. После того, как состояние прибора будет занесено в память, вызов этого состояния из памяти

приведет к соответствующей установке параметров генераторов и к загрузке связанных с ним файлов данных.

За дополнительной информацией о сохранении файлов данных (форматы модуляции, установки параметров ARB и табличные данные) обращайтесь к подразделу 2.5.1. За дополнительной информацией о функциях сохранения и вызова файлов обращайтесь к *Руководству по программированию генераторов сигналов (Keysight PSG Signal Generators Programming Guide)* и к *Справочнику по клавишам (Keysight PSG Signal Generators Key Reference)*.

ПРИМЕЧАНИЕ

Вместе с состоянием прибора сохраняется в памяти ссылка на файл, однако данные не сохраняются функцией Save. Вы должны сохранить данные файла с помощью команд Store в другой ячейке памяти.

Сохранение состояния прибора

1. Нажмите клавишу **Preset**, затем включите амплитудную модуляцию. На дисплее появляется вспомогательный индикатор **AM**.
 - а) Нажмите клавиши **Frequency > 800 > MHz**.
 - б) Нажмите клавиши **Amplitude > 0 > dBm**.
 - в) Нажмите клавиши **AM > AM Off On**.
2. Нажмите клавиши **Save > Select Seq**.

Теперь активной функцией становится номер группы (sequence) в памяти. Отображается номер группы, которой пользовались в последний раз. С помощью клавиш со стрелками установите номер группы на 1.
3. Нажмите клавишу **Select Seq**.

Теперь активной функцией становится номер регистра в группе 1. На дисплее отображается либо регистр, который применялся в последний раз с сопроводительной надписью (**in use**), либо (если не задействован ни один регистр) регистр 00 с сопроводительной надписью (**available**). С помощью клавиш со стрелками выберите регистр 01.
4. Нажмите клавишу **Save Seq(1) Reg(01)**.

Это сохраняет состояние прибора в группе 1, регистр 01 регистра состояний прибора.
5. Нажмите клавишу Add Comment to Seq(1) Reg(01).

Это позволяет вам ввести описательный комментарий к регистру 01 группы 1.
6. Введите комментарий с помощью буквенно-цифровых функциональных клавиш или поворотной ручки и нажмите клавишу **Enter**.
7. Нажмите клавишу Edit Comment to Seq(1) Reg(01).

При желании вы можете теперь изменить описательный комментарий к регистру 01 группы 1.

После внесения изменений в состояние прибора вы можете сохранить его обратно в определенный регистр путем выделения этого регистра с последующим нажатием клавиши **Re-SAVE Seq(n) Reg(nn)**.

Вызов состояния прибора из памяти

На этом примере вы поймете, как вызывать набор параметров прибора, занесенный в регистр состояний прибора.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавишу **Recall**.

Обратите внимание на то, что функциональная клавиша **Select Seq** индицирует группу 1 (Sequence 1). Это последняя группа, которой вы пользовались.
3. Нажмите клавишу **RECALL Reg**.

Активной функцией становится подлежащий вызову регистр в группе 1. Нажмите клавишу [↑], чтобы выбрать регистр 1. Тогда должен быть вызван набор параметров состояния прибора, который вы сохранили ранее.

Удаление регистров и групп

Ниже описаны процедуры удаления регистров и групп, хранящихся в регистре состояний прибора.

Удаление определенного регистра в пределах группы

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите аппаратную клавишу **Recall** или **Save**.
Обратите внимание на то, что функциональная клавиша **Select Seq** индицирует последнюю группу, которой вы пользовались.
3. Нажмите функциональную клавишу **Select Seq** и введите номер группы, содержащей регистр, который вы хотите удалить.
4. Нажмите функциональную клавишу **Select Reg** и введите номер регистра, который вы хотите удалить.

Обратите внимание на то, что должна загрузиться функциональная клавиша **Delete Seq(n) Reg(nn)** с номером группы и номером регистра, который вы хотите удалить.

5. Нажмите функциональную клавишу **Delete Seq(n) Reg(nn)**.
Тем самым удаляется выбранный регистр.

Удаление всех регистров в группе

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите аппаратную клавишу **Recall** или **Save**.
Обратите внимание на то, что функциональная клавиша **Select Seq** индицирует последнюю группу, которой вы пользовались.
3. Нажмите функциональную клавишу **Select Seq** и введите номер группы, содержащей регистры, которые вы хотите удалить.
4. Нажмите функциональную клавишу **Delete all Regs in Seq(n)**.
Тем самым удаляются все регистры в выбранной группе.

Удаление всех групп

ВНИМАНИЕ!

Внимательно подходите к процедуре удаления содержания **всех** регистров и **всех** групп в регистре состояний прибора.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите аппаратную клавишу **Recall** или **Save**.
Обратите внимание на то, что функциональная клавиша **Select Seq** индицирует последнюю группу, которой вы пользовались.
3. Нажмите функциональную клавишу **Delete All Sequences**.
Тем самым удаляются все группы в регистре состояний прибора.

Функции сохранения в памяти и вызова из памяти у анализатора цепей 8757

Анализатор цепей семейства 8757 может сохранять в памяти и вызывать из памяти состояния генераторов, хотя взаимодействие между этими приборами ограничено.

Команда очистки регистра (clear register) от анализатора 8757 заставляет генераторы заменить содержание регистра значениями, принятыми по умолчанию. Значения, принятые по умолчанию, можно удалить с генераторов сигналов с помощью меню функциональных клавиш **Delete All** или с помощью соответствующей команды SCPI.

Генератор сигналов не взаимодействует напрямую с анализатором цепей 8757. Если анализатор 8757 сохраняет состояние прибора в регистре генераторов сигналов, и пользователь удаляет этот регистр, анализатор 8757 не распознает это удаление. Попытка вызвать уничтоженное состояние со стороны анализатора 8757 приводит к тому, что генераторы серии PSG выводят сообщение об ошибке +700 «State Save Recall Error...».

Применение функций защиты информации

В этом разделе описано, как применять защитные функции генераторов серии PSG для защиты и удаления классифицированной информации, являющейся интеллектуальной собственностью пользователя, которая занесена в память или отображается на дисплее прибора. Для всех описанных в этом разделе функций защиты имеются также эквивалентные команды SCPI для дистанционного управления. За дополнительной информацией обращайтесь к разделу «System Commands» в *Справочнике по командам SCPI (Keysight PSG Signal Generators SCPI Command Reference)*.

Описание типов памяти генераторов серии PSG

Генератор серии PSG содержит несколько типов памяти, каждый из которых используется для хранения определенного типа данных. Прежде чем удалять конфиденциальные данные, важно понять, каким образом используется в генераторах каждый тип памяти. В следующих таблицах описаны все типы памяти, которые применяются в базовом приборе, генераторах модулирующих сигналов (опция 601, 602), жестком диске (опция 005) или съемном компактном флэш-накопителе (опции 008 и 009).

Таблица 2-2. Память базового прибора

Тип и размер памяти			Назначение и содержание	Способ ввода данных	Расположение в приборе и примечания
	↓ Возможность записи в процессе нормального функционирования				
	↓	↓	Сохраняемость данных при выключении питания		
Основная память (SDRAM) 64 Мбайт	Да	Нет	Оперативная память микропрограммного обеспечения	Операционная система (не пользователь)	Плата CPU, без батарейной поддержки
Основная память (Flash) 20 Мбайт	Да	Да	Заводская калибровка, данные конфигурации Система пользовательских файлов, которая содержит резервную копию состояния прибора, калибровку неравномерности ЧХ, калибровку I/Q, файлы состояния прибора, данные формы сигналов (в том числе заголовки и данные маркеров), определения модуляции и списки развертки.	Обновления микропрограмм и данные, занесенные в память пользователем.	Плата CPU (та же микросхема, что и память микропрограмм, но с отдельным управлением). Пользовательские данные не заносятся в эту память, если установлен жесткий диск (опция 005) или съемный компактный флэш-накопитель (опция 008 или 009). Поскольку эта микросхема памяти (32 Мбайт) содержит 20 Мбайт перечисленных здесь пользовательских данных и 12 Мбайт памяти микропрограмм, то применяется избирательное стирание микросхемы. Области пользовательских данных избирательно и полностью стираются, когда вы выполняете функцию Erase and Sanitize .
Память микропрограмм (Flash) 12 Мбайт	Нет	Да	Основная копия микропрограммного обеспечения	Заводская установка или обновление микропрограммного обеспечения	Плата CPU (та же микросхема, что и память микропрограмм, но с отдельным управлением). При нормальной эксплуатации невозможно перезаписать эту память, за исключением конфигурации LAN. Она перезаписывается только при установке или обновлении микропрограммного обеспечения. Поскольку эта микросхема памяти (32 Мбайт) содержит 20 Мбайт пользовательских данных и 12 Мбайт памяти микропрограмм, то применяется избирательное стирание микросхемы. Области пользовательских данных избирательно и полностью стираются, когда вы выполняете функцию Erase and Sanitize .
	Да	Да	Конфигурация LAN	Ввод с передней панели или дистанционно	
Память с батарейной поддержкой (SRAM) 512 кбайт	Да	Да	Данные, которые могут редактироваться пользователем (табличные редакторы)	Микропрограммные операции	Плата CPU Батарейку можно вынуть для стирания памяти, однако необходимо установить ее на место, чтобы работал прибор. Батарея находится на плате CPU.

Тип и размер памяти			Назначение и содержание	Способ ввода данных	Расположение в приборе и примечания
	↓ Возможность записи в процессе нормального функционирования				
	↓ Сохраняемость данных при выключении питания				
			Последнее состояние прибора, резервная копия последнего состояния прибора и перманентное состояние и статус прибора.		
Загрузочное ПЗУ (Flash) 128 кбайт	Нет	Да	Программа начальной загрузки CPU и программа загрузки и обновления микропрограмм	Программируется на заводе	Плата CPU При нормальной эксплуатации невозможно перезаписать или стереть эту память. Эти данные «только для считывания» программируются на заводе.
Резервная память калибровки (Flash) 512 кбайт	Нет	Да	Резервные данные заводской калибровки и конфигурации	Только на заводе или в сервисном центре	Материнская плата
Память печатных плат (Flash) 512 байт	Нет	Да	Файлы заводской калибровки и информации, кодовые копии и предельные значения для самопроверки	Только на заводе или в сервисном центре	Все ВЧ-платы, генераторы модулирующих сигналов и материнская плата
Кэш-память микропроцессора (SRAM) 3 кбайт	Да	Нет	Кэш-память данных CPU и инструкций	Память управляется микропроцессором, но не пользователем	Плата CPU, без батарейной поддержки

Таблица 2-3. Память генераторов модулирующих сигналов (опции 601 и 602)

Тип и размер памяти			Назначение и содержание	Способ ввода данных	Примечания
	↓ Возможность записи в процессе нормального функционирования				
	↓ Сохраняемость данных при выключении питания				
Память данных формы сигналов (SDRAM) 40–320 Мбайт	Да	Нет	Данные формы сигналов (включая заголовки и данные маркеров)	Обычные операции пользователя	Пользовательские данные полностью стираются, когда вы выполняете функцию Erase and Sanitize .
Память микропрограммы BBG (Flash)	Нет	Да	Микропрограммная копия для генераторов модулирующих сигналов (BBG)	Обновление микропрограммного обеспечения	
Память сопроцессора (SRAM) 32 Мбайт	Да	Нет	Оперативная память сопроцессора модулирующих сигналов CPU	При нормальной эксплуатации в этой памяти может оставаться некоторая пользовательская информация, например, полезные данные.	Эта память используется при нормальной работе генераторов модулирующих сигналов. Пользователь не имеет прямого доступа к этой памяти. Без батарейной поддержки.
Буферная память (SRAM) 5 x 512 байт	Нет	Нет	Поддержка буферной памяти для ARB и применений в реальном масштабе времени	Нормальные операции пользователя	Эта память используется при нормальной работе генераторов модулирующих сигналов. Пользователь не имеет прямого доступа к этой памяти. Без батарейной поддержки.

Таблица 2-4. Память на жестком диске (опция 005)^{а)}

Тип и размер памяти			Назначение и содержание	Способ ввода данных	Примечания
	↓ Возможность записи в процессе нормального функционирования				
	↓	↓			
Накопитель (встроенный жесткий диск) 6 Гбайт или 10 Гбайт (4 Гбайт доступно в обоих случаях)	Да	Да	Пользовательские файлы, включая калибровку неравномерности ЧХ, калибровку I/Q, файлы состояния прибора, данные формы сигналов (в том числе заголовки и данные маркеров), определения модуляции и списки развертки.	Данные сохраняются пользователем	Остаточная намагниченность требует нескольких циклов перезаписи или изъятия и уничтожения диска. Жесткий диск является опцией и поэтому он не установлен на некоторых приборах. Если он установлен, то эти файлы хранятся на жестком диске вместо флэш-памяти. Пользовательские данные полностью стираются, когда вы выполняете функцию Erase and Sanitize .
Буферная память (DRAM) 512 кбайт	Нет	Нет	Буферная память (кэш-память)	Обычные операции через жесткий диск	

а) Приборы с префиксом серийного номера < US4829/SG4829/MY4829

ВНИМАНИЕ!

Съемный компактный флэш-накопитель нельзя устанавливать и вынимать без выключения питания прибора. Обязательно выключайте питание прибора при установке и снятии флэш-накопителя. Применяйте только флэш-карты, поставляемые или сертифицированные компанией Keysight Technologies.

Таблица 2-5. Память на флэш-накопителе (опции 008^{а)} и 009^{б)})

Тип и размер памяти			Назначение и содержание	Способ ввода данных	Примечания
	↓ Возможность записи в процессе нормального функционирования				
	↓	↓			
Съемный компактный флэш-накопитель 8 Гбайт (доступно 8187374080 байт)	Да	Да	Пользовательские файлы, включая калибровку неравномерности ЧХ, калибровку I/Q, файлы состояния прибора, данные формы сигналов (в том числе заголовки и данные маркеров), определения модуляции и списки развертки.	Данные сохраняются пользователем	Флэш-накопитель является опцией и поэтому он не установлен на некоторых приборах. Если он установлен, то эти файлы хранятся на флэш-накопителе вместо флэш-памяти. Пользовательские данные полностью стираются, когда вы выполняете функцию Erase and Sanitize .

а) Приборы с префиксом серийного номера ≥ US4928/SG4928/MY4928

б) Приборы с префиксом серийного номера ≥ US4829/SG4829/MY4829

Удаление конфиденциальных данных из памяти генераторов серии PSG

При выносе генераторов серии PSG из помещения с особыми требованиями безопасности вы можете удалить любую классифицированную информацию, являющуюся интеллектуальной собственностью, которая занесена в память прибора. В этом подразделе описаны функции защиты информации, которыми вы можете воспользоваться для удаления конфиденциальных данных из памяти прибора.

Функция Erase All

Эта функция удаляет все пользовательские файлы, данные пользовательской калибровки неравномерности ЧХ, данные пользовательской калибровки I/Q, восстанавливает исходные заводские значения во всех табличных редакторах, исключая таким образом возможность доступа к пользовательским данным и параметрам конфигурации. Прибор идентифицируется так, как будто он находится в первоначальном состоянии поставки с завода, однако память не очищена. Эта простая операция занимает меньше одной минуты.

Чтобы выполнить эту функцию, следует нажать клавиши **Utility > Memory Catalog > More (1 of 2) > Security > Erase All > Confirm Erase**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Эта функция действует иначе, чем нажатие клавиш **Utility > Memory Catalog > More (1 of 2) > Delete All Files**, которое удаляет все пользовательские файлы, однако не переустанавливает табличные редакторы.

Функция Erase and Overwrite All

Эта функция выполняет такие же действия, как функция Erase All, затем очищает и перезаписывает память различных типов в соответствии со стандартами оборонных ведомств, как описано ниже.

SRAM	Все адресуемые ячейки памяти перезаписываются случайными символами.
CPU Flash	Все адресуемые ячейки памяти перезаписываются случайными символами, затем стираются флэш-блоки. Это выполняет ту же задачу стирания памяти из микросхемы, однако стираются неиспользуемые области, а файлы заводской калибровки остаются нетронутыми. Системные файлы восстанавливаются после стирания.
DRAM/SDRAM	Прибор <i>должен быть</i> выключен для очистки содержания памяти. Прибор <i>должен</i> оставаться выключенным в безопасном месте в течение трех минут.
Жесткий диск	Все адресуемые ячейки памяти перезаписываются одним символом. (Этого недостаточно для защиты совершенно секретных данных, согласно стандартам оборонных ведомств. Для защиты совершенно секретных данных <i>необходимо</i> вынуть и уничтожить жесткий диск).
Флэш-накопитель	Все адресуемые ячейки памяти перезаписываются одним символом. (Этого недостаточно для защиты совершенно секретных данных, согласно стандартам оборонных ведомств. Для защиты совершенно секретных данных обращайтесь в отдел защиты информации вашей организации, чтобы выяснить предписанную процедуру).

Чтобы выполнить эту функцию, следует нажать клавиши **Utility > Memory Catalog > More (1 of 2) > Security > Erase and Overwrite All > Confirm Overwrite**.

Функция Erase and Sanitize All

Эта функция выполняет те же действия, что и функция Erase and Overwrite All, затем дополнительные действия по перезаписи. После выполнения этой функции вы должны вручную выполнить несколько дополнительных операций по уничтожению конфиденциальных данных для выполнения требований стандартов оборонных ведомств. Ниже описаны эти действия и операции.

SRAM	Все адресуемые ячейки памяти перезаписываются случайными символами.
CPU Flash	Все адресуемые ячейки памяти перезаписываются случайными символами, затем стираются флэш-блоки. Это выполняет ту же задачу стирания памяти из микросхемы, однако стираются неиспользуемые области, а файлы заводской калибровки остаются нетронутыми. Системные файлы восстанавливаются после стирания.
DRAM/SDRAM	Прибор <i>должен быть</i> выключен для очистки содержания памяти. Прибор <i>должен</i> оставаться выключенным в безопасном месте в течение трех минут.
Жесткий диск	Все адресуемые ячейки памяти перезаписываются одним символом, затем случайным символом. (Этого недостаточно для защиты совершенно секретных данных, согласно стандартам оборонных ведомств. Для защиты совершенно секретных данных <i>необходимо</i> вынуть и уничтожить жесткий диск).
Флэш-накопитель	Все адресуемые ячейки памяти перезаписываются одним символом, затем случайным символом. (Этого недостаточно для защиты совершенно секретных данных, согласно стандартам оборонных ведомств. Для защиты совершенно секретных данных обращайтесь в отдел защиты информации вашей организации, чтобы выяснить предписанную процедуру).

Чтобы выполнить эту функцию, следует нажать клавиши **Utility > Memory Catalog > More (1 of 2) > Security > Erase and Sanitize All > Confirm Sanitize**.

Удаление перманентной информации состояния, не удаленной во время стирания

Регулярные (перманентные) настройки состояния прибора

Перманентные установки параметров состояния содержат информацию о настройке прибора, которая может переключаться в определенных пределах, например, яркость и контраст дисплея или адрес GPIB. У векторных генераторов сигналов в этой области хранятся также данные пользовательской калибровки IQ.

Следующие последовательности нажатия клавиш или команды SCPI могут использоваться для очистки файла калибровки I/Q и установки принятых по умолчанию рабочих состояний, на которые не влияет включение генераторов сигналов, предустановка (Preset) или команда *RST.

Установка параметров прибора

- Нажмите клавиши **Utility > Power On/Preset > Restore System Defaults > Confirm Restore Sys Defaults**
- Или пошлите команду :SYSTem:PRESet:PERsistent

Установка параметров LAN

Установка параметров LAN (имя хоста, IP-адрес, маска подсети и принятый по умолчанию межсетевой интерфейс) не изменяется при включении генераторов сигналов и при подаче команды *RST. Эту информацию можно изменить или удалить только путем ввода новых данных.

Файл пользовательской калибровки IQ (только векторные генераторы сигналов)

Когда была выполнена пользовательская калибровка IQ, файл данных калибровки можно удалить путем установки его в состояние, принятое по умолчанию, как описано ниже.

- 1) Нажать клавиши **I/Q > I/Q Calibration > Revert to Default Cal Settings**.
- 2) Послать команды:
 - :CAL:IQ:DEF
 - :CAL:WBIQ:DEF

Применение режима защиты данных

Режим защиты данных автоматически выполняет действие выбранного уровня защиты при следующем включении прибора.

Установка уровня режима защиты данных

1. Нажмите клавиши **Utility > Memory Catalog > More (1 of 2) > Security > Security Level**.
2. Выберите один из перечисленных ниже вариантов:
None – эквивалентно восстановлению заводской установки параметров; пользовательская информация не теряется. **Erase** – эквивалентно функции **Erase All**. **Overwrite** – эквивалентно функции **Erase and Overwrite All**. **Sanitize** – эквивалентно функции **Erase and Sanitize All**.

Ввод в действие режима защиты данных

ВНИМАНИЕ!

Как только вы введете в действие режим защиты данных (после нажатия клавиши **Confirm**), вы уже не сможете отменить или снизить уровень защиты. Действия стирания данных для этого уровня защиты будут выполнены при выключении и следующем включении прибора. После того, как вы введете в действие режим защиты данных, вы сможете только повысить уровень защиты до момента выключения прибора. Например, вы сможете заменить **Erase** на **Overwrite**, но не наоборот. После выключения и следующего включения прибора сохраняется прежний уровень защиты, но не вводится в действие режим защиты данных.

Нажмите клавиши **Utility > Memory Catalog > More (1 of 2) > Security > Enter Secure Mode > Confirm**.

Функциональная клавиша **Enter Secure Mode** изменяется на **Secure Mode Activated**.

Если ваш прибор не функционирует

Если ваш прибор не функционирует, и вы не можете воспользоваться функциями защиты данных, вы можете физически вынуть из прибора плату процессора, жесткий диск или флэш-накопитель, если он установлен. За описанием процедур удаления и установки на место этих узлов обращайтесь к *Сервисному руководству (Keysight PSG Signal Generators Service Guide)*.

Плата процессора

Возможны два варианта:

- Сменить плату процессора и направить прибор в ремонт. Тогда в прибор будет установлена новая плата процессора, и прибор будет прокалиброван. Если на прибор все еще действует гарантия, то вам не придется оплачивать установку новой платы процессора
или
- Если у вас есть другой работающий прибор, то установите в этот прибор плату процессора и выполните очистку памяти генераторов. Затем установите плату процессора обратно в неработающий прибор и направьте его в сервисный центр. Если вы обнаружите, что эта плата процессора не функционирует в работающем приборе, смените ее и уточните в сервисной службе, что она является причиной неисправности прибора. Если на прибор все еще действует гарантия, то вам не придется оплачивать установку новой платы процессора

Жесткий диск

Возможны два варианта:

- Смените жесткий диск и направьте прибор в ремонт. В заказе на ремонт необходимо указать, что жесткий диск был вынут и подлежит замене. Тогда в прибор будет установлен новый жесткий диск, и прибор будет прокалиброван. Если на прибор все еще действует гарантия, то вам не придется платить за новый жесткий диск.
или

- Сохранить жесткий диск и отправить прибор в ремонт. При получении отремонтированного прибора установить жесткий диск на место.

Флэш-накопитель (только опция 998 и 009)

Возможны два варианта:

- Сменить флэш-карту. В заявке на ремонт указать, что флэш-карта была вынута и заказать новую флэш-карту. Если на прибор все еще действует гарантия, то вам не придется оплачивать новую флэш-карту.
или
- Сохранить флэш-карту и отправить прибор в ремонт. При получении отремонтированного прибора установить флэш-карту на место.

Применение функции скрытого дисплея

Эта функция защищает прибор от вмешательства постороннего персонала, исключая для него возможность наблюдения информации на экране и изменения текущей конфигурации с передней панели.

Экран очищается, отображается лишь сообщение ***** SECURE DISPLAY ACTIVATED *****; при этом блокируются клавиши на передней панели. После того, как будет задействована эта функция, необходимо будет выключить и снова включить прибор, чтобы восстановить нормальное функционирование дисплея и клавиш на передней панели.

Чтобы задействовать эту функцию, нажмите клавиши **Utility > Display > More (1 of 2) > Activate Secure Display > Confirm Secure Display**.

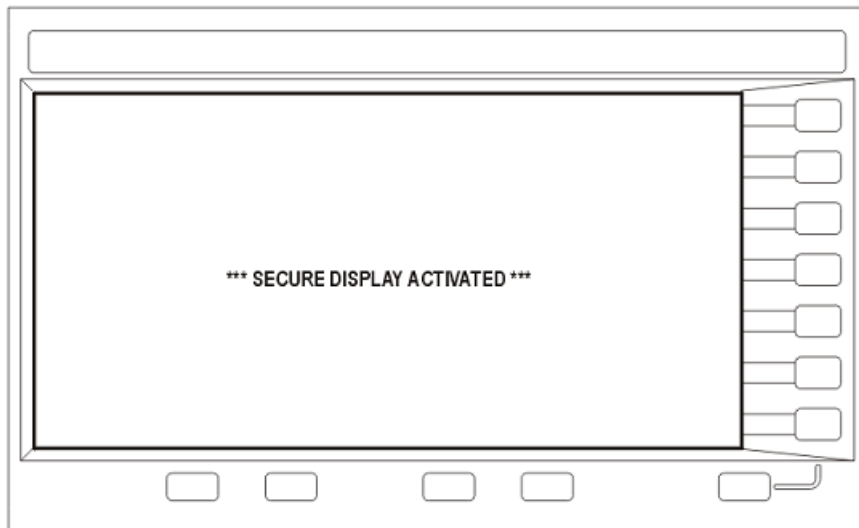


Рисунок 2-12. Экран генераторов серии PSG в режиме скрытого дисплея

Установка опций

Вы можете модернизировать ваш генератор после приобретения для добавления новых возможностей. Некоторые новые дополнительные возможности предусмотрены в уже установленной аппаратной конфигурации прибора, которые вы можете активировать с помощью программного ключа. Некоторые опции внедрены в программное обеспечение, однако требуют наличия в приборе дополнительных аппаратных средств. Ниже описано, как установить программную опцию-ключ, в том случае, когда дополнительный аппаратный апгрейд не требуется.

Установка программной опции

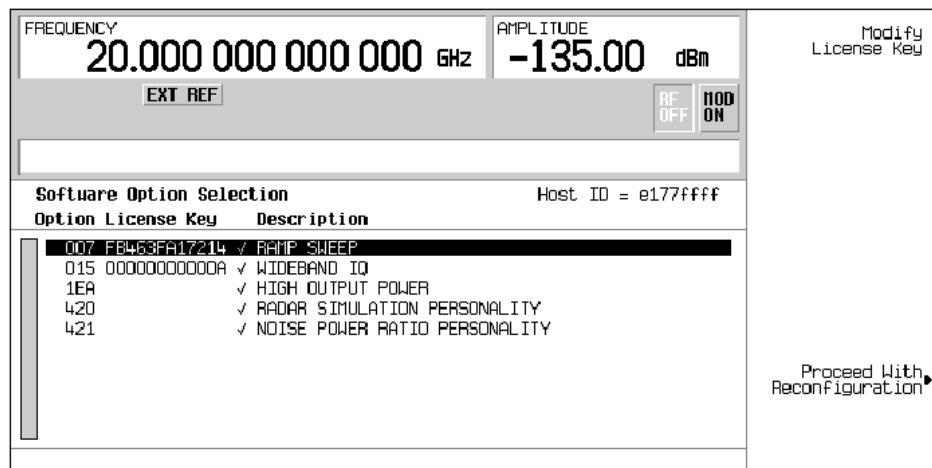
Для подключения каждой программной опции нужен лицензионный ключ (указан в сертификате лицензионного ключа).

1. Обратитесь к меню Software Options. Для этого нажмите клавиши **Utility > Instrument Adjustments > Instrument Options > Software Options**.

На следующем рисунке показан пример дисплея генераторов сигналов, где отображается список задействованных программных опций и тех программных опций, которые могут быть подключены.

2. Убедитесь в том, что идентификационный номер хоста (Host ID), который вы видите на экране, соответствует номеру хоста в сертификате лицензионного ключа. Если номер хоста в сертификате лицензионного ключа не согласуется с вашим прибором, то лицензионный ключ не сможет активировать программную опцию.
3. Проверьте, установлены ли необходимые аппаратные средства. Поскольку некоторые программные опции связаны со специальными аппаратными опциями, то необходимо установить соответствующую аппаратную опцию, прежде чем можно будет устанавливать программную опцию. Например, опция 420 (формат модуляции, имитирующий радиолокатор) требует, чтобы была установлена опция 601/602 (внутренние генераторы модулирующих сигналов).

Если программная опция, которую вы намерены установить, отображается в списке серым шрифтом, это может означать, что не установлены необходимые аппаратные средства (поищите метку X в столбце «Selected» соответствующей аппаратной опции в меню Hardware Options).



4. Подключите программную опцию:
 - а) Выделите нужную опцию.
 - б) Нажмите клавишу **Modify License Key** и введите 12-символьный лицензионный ключ (из сертификата лицензионного ключа).
5. Подтвердите ваше намерение переконфигурировать генераторы сигналов с новой опцией:

Proceed With Reconfiguration > Confirm Change.

Прибор активирует опцию и перезагружается.

Применение Web-сервера

Вы можете взаимодействовать с генераторами сигналов с помощью Web-сервера. Эта услуга использует протокол TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) для взаимодействия с генераторами сигналов через Интернет.

Web-сервер применяет модель «клиент/сервер», где клиентом является интернет-браузер на вашем компьютере или рабочей станции, а сервером является генератор сигналов. Когда вы задействуете Web-сервер, то сможете обратиться к Web-странице, которая хранится на генераторах сигналов.

Web-страница генераторов серии PSG (см. **Рисунок 2-13**) отображает общую информацию о ваших генераторах сигналов и средства для управления прибором с помощью интерфейса дистанционной передней панели

или с помощью команд SCPI. Эта страница содержит также ссылки на изделия компании Keysight Technologies, техническую поддержку, документацию и интернет-сайт.

ПРИМЕЧАНИЕ

Услуга Web-сервера совместима с последней версией интернет-браузера Microsoft® Internet Explorer.

Кнопка меню Signal Generator Web Control на Web-странице серии PSG обеспечивает доступ ко второй Web-странице. Эта страница (см. [Рисунок 2-14](#)) дублирует интерфейс в виде виртуальной передней панели, которой можно пользоваться для управления прибором. Вы можете пользоваться мышью для нажатия экранных клавиш, включая функциональные клавиши и цифровую клавиатуру. Кроме того, здесь имеется окошко для ввода команд SCPI, посылаемых на прибор.

Активизация Web-сервера

Чтобы получить доступ к Web-серверу, действуйте следующим образом:

1. Включите Web-сервер нажатием клавиш **Utility > GPIB/RS0232 LAN > LAN Devices Setup > Web Server On**.
2. Нажмите функциональную клавишу **Proceed With Reconfiguration**.
3. Нажмите функциональную клавишу **Confirm Change** (Instrument will Reboot). Прибор перезагружается.
4. Запустите интернет-браузер на вашем компьютере или рабочей станции.
5. Введите IP-адрес генератора сигналов в адресном поле интернет-браузера, например: `http://101.101.101.101`. Вместо 101.101.101.101 введите IP-адрес вашего генератора сигналов. Нажмите клавишу **Enter** на клавиатуре компьютера.

ПРИМЕЧАНИЕ

IP-адрес может изменяться в зависимости от вашей конфигурации LAN. С помощью функциональной клавиши **LAN Config Manual DHCP** выберите конфигурацию LAN Manual или DHCP (протокол динамической конфигурации хоста). За дополнительной информацией обращайтесь к *Справочнику по клавишам (Keysight PSG Signal Generators Key Reference)*.

Нажмите клавишу **Enter** на клавиатуре компьютера. На экране появится начальная страница генераторов сигналов (см. [Рисунок 2-13](#) на след. странице). Здесь отображается информация о генераторах сигналов и обеспечивается доступ к интернет-сайту компании Keysight Technologies.

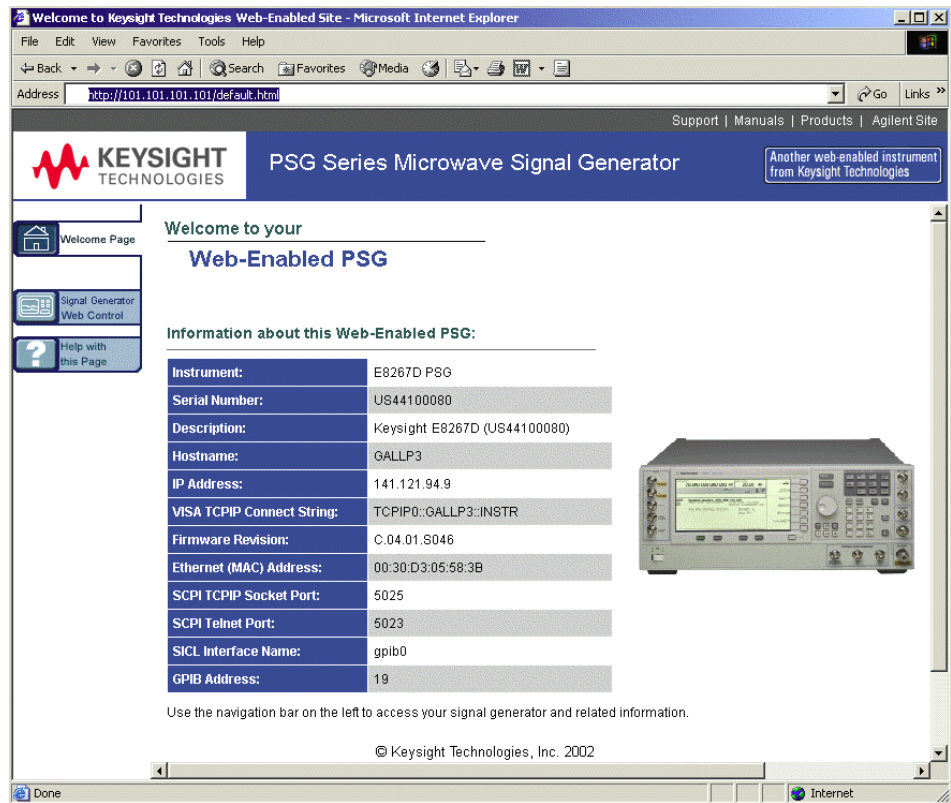


Рисунок 2-13. Web-страница генераторов сигналов

- Нажмите кнопку Signal Generator Web Control в левой части страницы. Появляется новая страница (Рисунок 2-14).

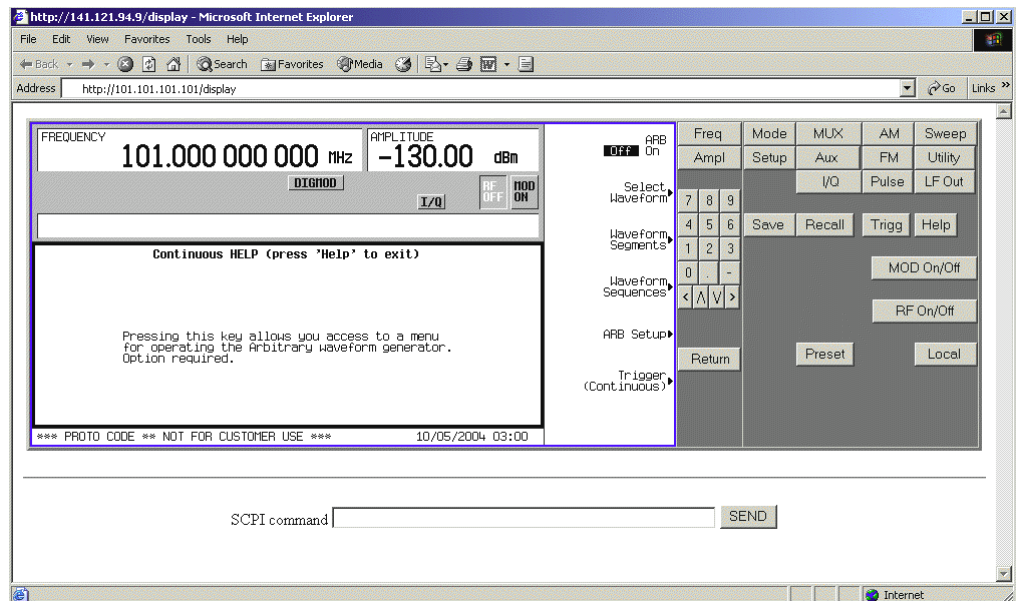


Рисунок 2-14. Страница виртуальной передней панели

Эта страница обеспечивает дистанционный доступ ко всем функциям и операциям генераторов сигналов. Пользуйтесь мышью для нажатия клавиш на виртуальной передней панели. На этой странице отображается результат каждого такого действия. Например, вы можете нажать клавишу **Frequency**, затем ввести значение частоты с помощью экранной клавиатуры. Можно также пользоваться клавишами [↑] и [↓] для увеличения и уменьшения частоты.

Для отправки команд SCPI на генераторы сигналов можно пользоваться окошком ввода SCPI command в нижней части экрана. Введите действительную команду SCPI, затем нажмите экранную кнопку **SEND**. Результат действия

команды отображается на отдельной Web-странице, озаглавленной «SCPI Command Processed». Вы можете дальше вводить команды SCPI на этой странице или же можете вернуться к странице виртуальной передней панели.

ПРИМЕЧАНИЕ

Может оказаться необходимым воспользоваться функцией обновления (Refresh) интернет-браузера, если Web-страница не обновляется новыми установками параметров.

3 Основные операции для векторной модуляции

В этой главе описаны функции, имеющиеся у векторных генераторов сигналов E8267D с опцией 601 или 602. Эта информация изложена в следующих разделах:

- «Векторная модуляция» на странице 83
- «Заголовки файлов сигналов произвольной формы (ARB)» на странице 84
- «Применение режима Dual ARB Player» на странице 92
- «Применение маркеров модулирующего сигнала» на странице 98
- «Запуск модулирующих сигналов» на странице 110
- «Применение амплитудного ограничения модулирующих сигналов» на странице 115
- «Применение масштабирования модулирующих сигналов» на странице 121

См. также:

- «Режим генератора специальных сигналов произвольной формы» на странице 150
- «GPS-модуляция (Опция 409)» на странице 185
- «Генератор многотоновых сигналов» на странице 200

Векторная модуляция

Генератор сигналов обеспечивает два режима работы для формирования векторной модуляции – режим генераторов сигналов произвольной формы и режим I/Q-модуляции в реальном масштабе времени с помощью генераторов модулирующих сигналов. Режим генераторов сигналов произвольной формы задействует встроенные сигнальные профили модуляции (такие, как NADC или GSM) и предварительно заданные типы модуляции (такие, как BPSK и 16QAM), которые можно использовать для формирования сигнала. Режим I/Q-модуляции в реальном масштабе времени можно использовать построения специальных форматов данных с помощью встроенных псевдошумовых последовательностей или специальных пользовательских файлов наряду с различными типами модуляции и различными встроенными фильтрами (например, фильтрами Гаусса или Найквиста).

Оба режима работы применяются для формирования комплексных сигналов с цифровой модуляцией, которые моделируют коммуникационные стандарты с возможностью изменения существующих цифровых форматов, определения или создания сигналов с цифровой модуляцией, а также добавления искажений сигналов.

Встроенные генераторы сигналов произвольной формы

Режим генераторов сигналов произвольной формы предназначен для внеканальных тестовых применений. Этот режим можно применять для генерирования форматов данных, которые имитируют хаотический коммуникационный трафик, а также для формирования возбуждающего сигнала при испытании компонентов. Другие возможности генераторов сигналов произвольной формы:

- конфигурирование сигналов с одной или несколькими несущими (можно сконфигурировать до 100 несущих);
- создание файлов модулирующих сигналов с помощью органов управления на передней панели генераторов сигналов.

Файлы модулирующих сигналов, сохраненные в виде наборов данных, можно использовать для формирования возбуждающего сигнала при испытании компонентов, где измеряется такая характеристика устройств, как мощность в соседнем канале (ACP). При включении генераторов сигналов произвольной формы автоматически создается файл AUTOGEN_WAVEFORM, который вы можете переименовать и занести в энергонезависимую память генераторов серии PSG. Этот файл можно будет впоследствии загрузить во временную память и воспроизводить в режиме Dual ARB Waveform Player (сдвоенный проигрыватель сигналов произвольной формы).

За дополнительной информацией обращайтесь к [разделу «Применение режима Dual ARB Player»](#) и к [разделу «Режимы работы генераторов сигналов»](#).

Векторная I/Q-модуляция в реальном масштабе времени

Режим реального времени имитирует одноканальную связь с применением заданных пользователем типов модуляции вместе со специальными фильтрами FIR и определенными значениями скорости передачи символов. Данные можно загружать от внешнего источника в память PRAM или подавать в реальном масштабе времени через внешний вход. Режим I/Q-модуляции в реальном масштабе времени позволяет также генерировать предопределенные форматы данных, например, PN9 или FIX4. Непрерывный поток данных, который генерируется в этом режиме, можно использовать для анализа битовых ошибок приемника. Этот режим используется для модуляции только одной отдельной несущей.

Режим I/Q-модуляции в реальном масштабе времени:

- имеет больше типов данных и типов модуляции, чем режим генераторов сигналов произвольной формы;
- поддерживает специальные групповые форматы I/Q-модуляции;
- позволяет генерировать непрерывные псевдошумовые последовательности для измерения коэффициента битовых ошибок (BERT).
- не требует затрат времени на построение формы сигнала при изменении параметров сигнала.

За дополнительной информацией обращайтесь к [разделу «Общие сведения» на странице 151](#) и к описанию «Цифровая модуляция» [на странице 18](#).

Заголовки файлов сигналов произвольной формы (ARB)

Заголовок файла сигнала произвольной формы позволяет вам сохранить данные настройки прибора (ключевые установки параметров формата) вместе с данными модулирующего сигнала. Когда вы вызываете из памяти файл модулирующего сигнала, вводится в действие информация заголовка таким образом, что когда начинается воспроизведение модулирующего сигнала, то всякий раз таким же образом настраивается сдвоенный проигрыватель сигналов произвольной формы (Dual ARB Player).

Заголовки могут также хранить заданное пользователем описание модулирующего сигнала, состоящее из 32 символов, или файл последовательности.

Принятый по умолчанию заголовок автоматически создается всякий раз, когда генерируется модулирующий сигнал, создается последовательность модулирующих сигналов или в генераторы серии PSG загружается файл модулирующего сигнала. За подробностями в отношении загрузки файлов обращайтесь к *Руководству по программированию (Keysight PSG Signal Generators Programming Guide)*.

В заголовке файла сохраняются следующие установки параметров генераторов сигналов:

- тактовая частота выборок ARB;
- масштабирование времени проигрывания (только в режиме Dual ARB Player);
- установки маркеров и функции маршрутизации (см. [раздел «Применение маркеров модулирующего сигнала» на странице 98](#)):
 - полярность;
 - блокировка ALC;
 - подавление выходного ВЧ-сигнала.
- режим высокого пик-фактора (только в режиме Dual ARB Player);
- ослабление модулятора;
- фильтр модулятора;
- выходной фильтр I/Q (используется при выводе сигналов на выходные соединители I/Q на задней панели);
- другие установки параметров оптимизации прибора (для файлов, генерируемых генераторами серии PSG), которые не могут быть выполнены пользователем.

Создание заголовка файла для модулирующего сигнала в меню задания формата модуляции

Когда вы включаете некоторый формат модуляции, генераторы серии PSG создают временный файл модулирующего сигнала (AUTOGEN_WAVEFORM) с принятым по умолчанию заголовком файла. Этот заголовок не содержит установок параметров генераторов сигналов.

Ниже описана процедура (одинаковая для всех форматов ARB), которая демонстрирует, как создать заголовок файла для формата специальной цифровой модуляции.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Включите формат специальной (Custom) модуляции:
Нажмите клавиши **Mode > Custom > ARB Waveform Generator > Digital Modulation Off On** на On.

Создается принятый по умолчанию заголовок файла и воспроизводится временный файл модулирующего сигнала (AUTOGEN_WAVEFORM). Ниже показан дисплей генераторов серии PSG (**Рисунок 3-1**).

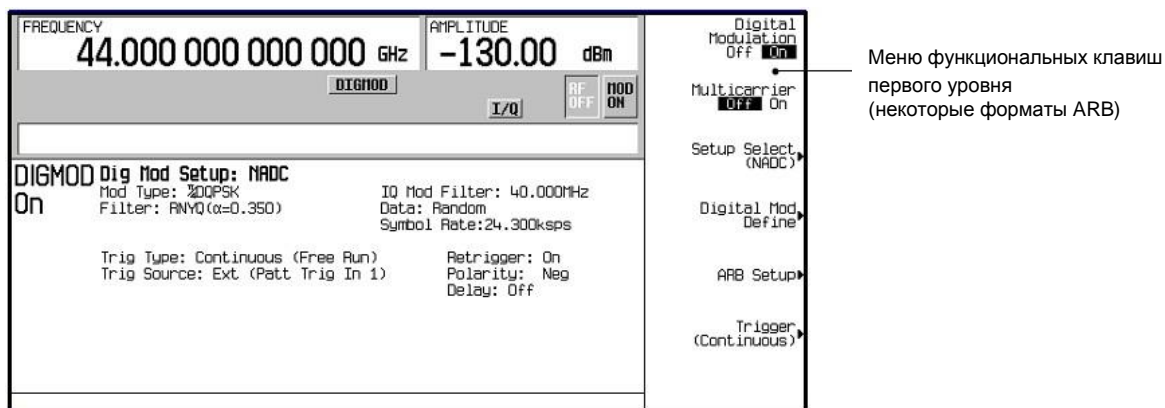


Рисунок 3-1. Меню функциональных клавиш первого уровня специальной цифровой модуляции

В данный момент создан принятый по умолчанию заголовок файла с принятыми по умолчанию (не заданными) установками параметров, которые не отражают текущие установки параметров генераторов сигналов для активной модуляции. Чтобы сохранить в памяти установки параметров для активной модуляции, вы должны изменить принятые по умолчанию установки до того, как сохраните информацию заголовка с файлом модулирующего сигнала (см. [разделе «Изменение информации заголовка в меню установки формата модуляции» на странице 85](#)).

ПРИМЕЧАНИЕ

Всякий раз, когда включается формат модуляции ARB, создается новый временный файл модулирующего сигнала (AUTOGEN_WAVEFORM) и заголовок файла, перезаписывающие предыдущий временный файл и заголовок файла. Поскольку все форматы ARB используют одинаковое имя файла, это происходит даже тогда, когда предыдущий файл AUTOGEN_WAVEFORM был создан другим форматом модуляции ARB.

Изменение информации заголовка в меню установки формата модуляции

Эта процедура базируется на предыдущей процедуре. Здесь описаны различные области заголовка файла и показано, как обращаться к информации заголовка, изменять ее и сохранять изменения в памяти.

В меню установки формата модуляции вы можете обратиться к заголовку файла только тогда, когда активен (включен) формат модуляции. В данной процедуре используется формат специальной (Custom) цифровой модуляции. Все форматы модуляции ARB и режим Dual ARB Player обращаются к заголовку файла одинаковым образом, за исключением того, что в некоторых режимах формирования модуляции вам, возможно, придется перейти ко второй странице меню функциональных клавиш первого уровня.

1. Из меню функциональных клавиш первого уровня (см. **Рисунок 3-1**) откройте меню Header Utilities:
Нажмите клавиши **ARB Setup > Header Utilities**.

Рисунок 3-2 показывает принятый по умолчанию заголовок для файла модулирующего сигнала специальной цифровой модуляции. В столбце **Saved Header Settings** везде значится **Unspecified**. Это означает, что в заголовок файла не занесены значения параметров.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если в заголовке файла не задано значение какого-то параметра, то текущее значение этого параметра генераторов сигналов останется неизменным, когда вы впоследствии выберете и станете воспроизводить эту форму сигнала.

В столбце **Current Inst. Settings** отображаются текущие установки параметров генераторов сигналов для активной модуляции. Эти установки параметров переносятся в столбец **Saved Header Settings**, когда вы сохраните их в заголовке файла, как описано в пункте 2.

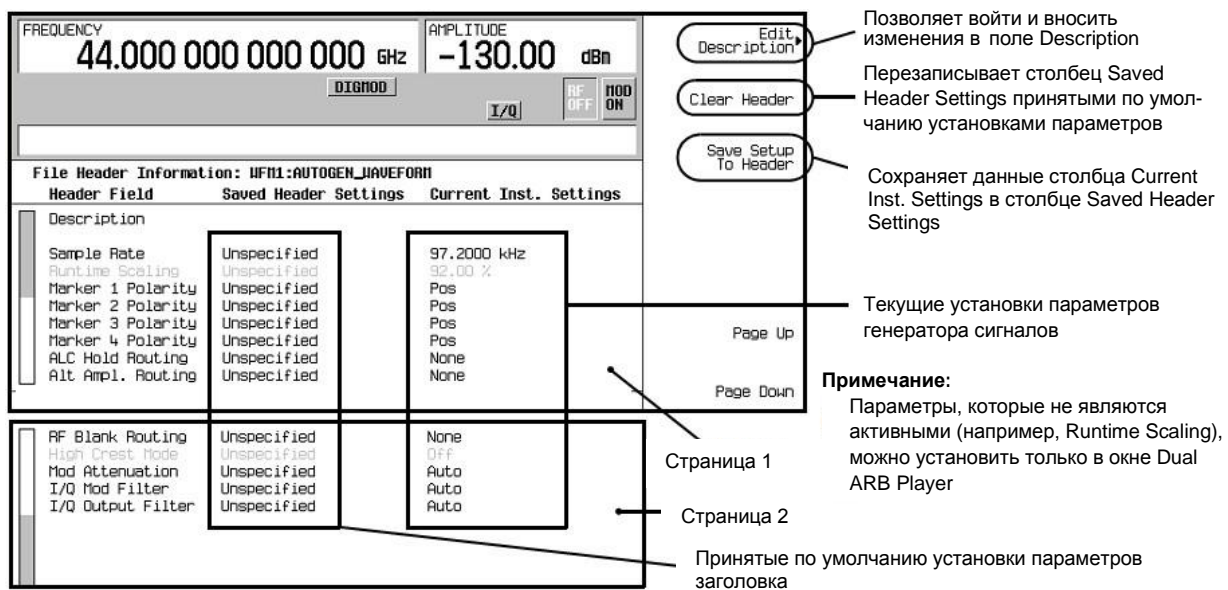


Рисунок 3-2. Экран принятого по умолчанию заголовка файла специальной цифровой модуляции

2. Занесите в заголовок информацию в столбце **Current Inst. Settings**:
Нажмите клавиши **Save Setup To Header**.

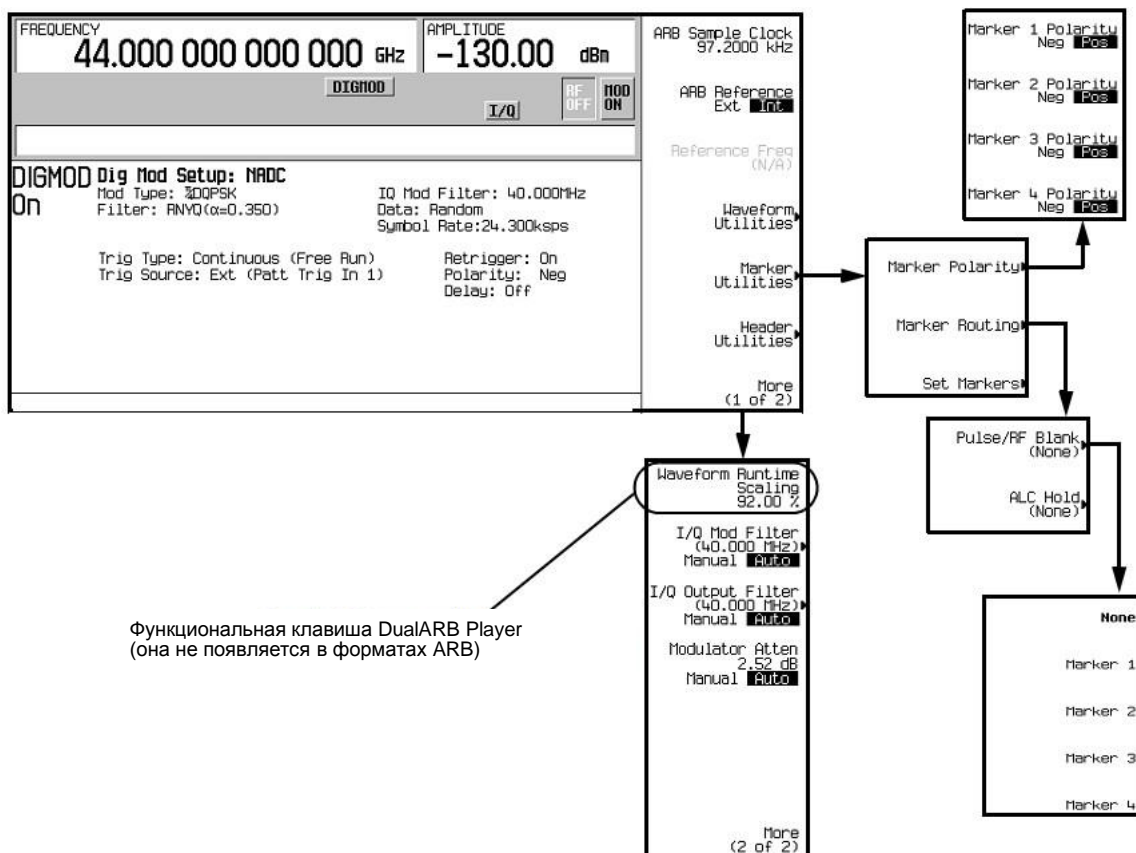
Теперь отображаются одинаковые данные в столбцах **Saved Header Settings** и **Current Inst. Settings**. В колонке **Saved Header Settings** отображается список установок параметров, которые вы сохранили в заголовке файла.

Заголовок файла содержит следующие установки параметров генераторов сигналов:

Описание (Description) из 32 символов	Описание, введенное для заголовка, например, функция модулирующего сигнала. Его редактируют и сохраняют с помощью функциональной клавиши Edit Description (см. Рисунок 3-2).
Sample Rate	Частота тактирования выборок ARB.
Runtime Scaling	Значение масштабирования времени проигрывания. Масштабирование применяется в реальном масштабе времени в процессе воспроизведения выборок сигнала. Эту установку можно изменить только для файлов в режиме Dual ARB Player.
Marker 1 – 4 Polarity	Полярность маркеров (положительная или отрицательная) – см. раздел «Установка полярности маркеров» на странице 109 .

- ALC Hold Routing Маркер, который реализует функцию блокировки ALC (см. [раздел «Концепция маркеров модулирующего сигнала» на странице 99](#)).
- RF Blank Routing Маркер, который реализует функцию подавления выходного ВЧ-сигнала (см. [раздел «Применение функции маркера RF Blanking» на странице 108](#)).
- I/Q Mod Filter Установка фильтра I/Q-модулятора, который фильтрует сигнал I/Q-модуляции несущей.
- I/Q Output Filter Установка выходного фильтра I/Q, который используется для сигналов I/Q, подаваемых на выходы I и Q на задней панели.
- Mod Attenuation Установка ослабления для I/Q-модулятора

3. Вернитесь в меню ARB Setup. Для этого нажмите клавишу **Return**. В меню ARB Setup ([Рисунок 3-3](#)) вы можете изменить текущие установки параметров прибора. [Рисунок 3-3](#) показывает также путь доступа к функциональным клавишам, которые используются в пунктах 4–9 данной процедуры.



Функциональная клавиша DualARB Player (она не появляется в форматах ARB)

Рисунок 3-3. Меню функциональных клавиш ARB Setup и Marker Utilities

4. Установите тактовую частоту выборок ARB на 5 МГц. Для этого нажмите клавиши **ARB Sample Clock > 5 > MHz**.
5. Установите ослабление модулятора на 15 дБ: Нажмите клавиши **More (1 of 2) > Modulator Atten n.nn dB Manual Auto** на **Manual > 15 > dB**.
6. Установите фильтр I/Q-модуляции на сквозное пропускание: Нажмите клавиши **I/Q Mod Filter Manual Auto** на **Manual > Through**.
7. Установите маркер 1 на подавление ВЧ-выхода в заданных точках маркера: Нажмите клавиши **More (2 of 2) > Marker Utilities > Marker Routing > Pulse/RF Blank > Marker 1**.
За информацией об установке маркеров обращайтесь к [разделу «Применение маркеров модулирующего сигнала» на странице 98](#).
8. Установите отрицательную полярность маркера 1: Нажмите клавиши **Return > Marker Polarity > Marker 1 Polarity Neg Pos** на **Neg**.

- Вернитесь в меню Header Utilities. Для этого нажмите клавиши **Return > Return > Header Utilities**.

Обратите внимание на то, столбец **Current Instr. Settings** теперь отражает изменения, внесенные в текущие установки параметров генераторов сигналов в пунктах 4–8, однако значения в столбце **Saved Header Settings** не изменились (см. **Рисунок 3-4**).

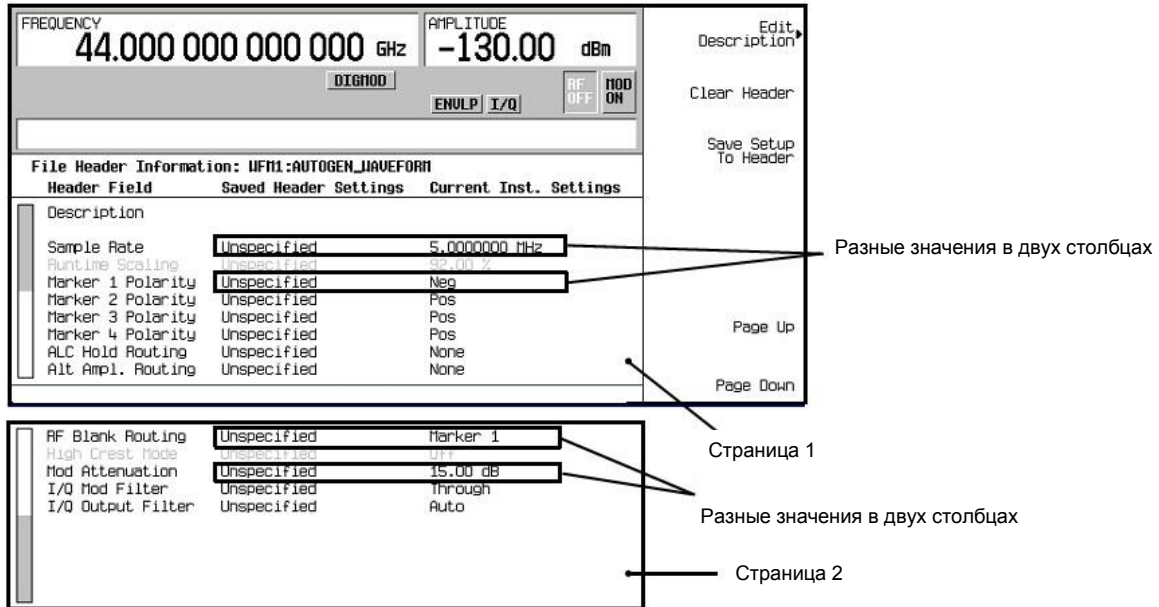


Рисунок 3-4. Разные значения в столбцах Saved Header Settings и Current Instr. Settings

- Сохраните текущие установки параметров в заголовке файла. Для этого нажмите функциональную клавишу **Save Setup To Header**.

Теперь установки параметров из столбца **Current Instr. Settings** отображаются в столбце **Saved Header Settings**. Заголовок файла изменен и в него занесены текущие установки параметров прибора (см. **Рисунок 3-5**).

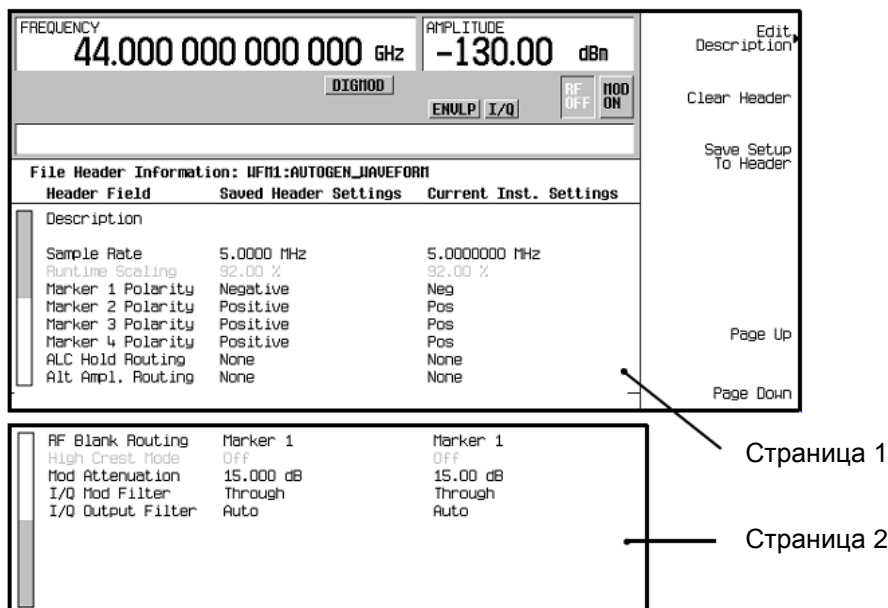


Рисунок 3-5. Сохраненные изменения заголовка файла

Пока активен (включен) формат модуляции, воспроизводится (проигрывается) файл модулирующего сигнала (AUTOGEN_WAVEFORM), и вы можете изменить информацию заголовка в пределах активного типа модуляции. После того, как вы выключите векторную модуляцию, информация заголовка будет доступна только через режим Dual ARB Player.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы выключите, затем снова включите формат модуляции, то это приведет к перезаписи предыдущего файла AUTOGEN_WAVEFORM и его заголовка. Чтобы избежать его, следует переименовать файл до того, как вы снова включите формат модуляции (см. [страницу 98](#)).

Занесение в память информации заголовков для последовательности модулирующих сигналов в режиме Dual ARB Player

Когда вы создаете последовательность модулирующих сигналов (см. [раздел «Построение и сохранение в памяти последовательности модулирующих сигналов» на странице 95](#)), генераторы сигналов серии PSG автоматически создают принятый по умолчанию заголовок файла, который имеет приоритет над заголовками сегментов модулирующих сигналов, образующих последовательность. Во время воспроизведения последовательности модулирующих сигналов игнорируются заголовки сегментов сигнала (лишь проверяется, установлены ли все необходимые опции). Когда вы заносите в память последовательность модулирующих сигналов, с ней сохраняется заголовок ее файла.

Изменение и просмотр информации заголовка в режиме Dual ARB Player

После того, как будет выключен формат модуляции, файл модулирующего сигнала будет доступен только в режиме Dual ARB Player. Это относится также к загруженным файлам модулирующих сигналов. Поэтому последующие правки информации заголовка файла модулирующего сигнала должны выполняться с помощью режима Dual ARB Player.

Чтобы изменить информацию заголовка в режиме Dual ARB Player, необходимо воспроизводить файл модулирующего сигнала в режиме Dual ARB Player. Однако вы можете *просматривать* информацию заголовка в режиме Dual ARB Player, не занимаясь воспроизведением файла.

Вы можете повторно применить занесенные в память установки параметров заголовка путем повторного выбора файла модулирующего сигнала для воспроизведения. Когда вы делаете это, значения из столбца **Saved Header Settings** применяются к генераторам сигналов серии PSG.

Внесение изменений в информацию заголовка

Все те же самые характеристики заголовка, которые описаны в [разделе «Изменение информации заголовка в меню установки формата модуляции» на странице 85](#), действительны в режиме Dual ARB Player. Ниже описана процедура выбора файла модулирующего сигнала и обращения к заголовку выбранного файла с последующим возвратом к описанной выше процедуре внесения изменений.

1. Выберите форму сигнала:
 - а) Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Select Waveform**.
 - б) С помощью клавиш со стрелками выделите нужный файл модулирующего сигнала.
 - в) Нажмите функциональную клавишу **Select Waveform**.
2. Запустите воспроизведение модулирующего сигнала: нажмите клавишу **ARB Off On** на Оп.
3. Обратитесь к заголовку: нажмите клавиши **ARB SETUP > Header Utilities**.
4. Для редактирования информации заголовка обратитесь к [разделу «Изменение информации заголовка в меню установки формата модуляции» на странице 85](#).
 - Для заголовка, принятого по умолчанию, прочтите информацию в пункте 1, затем выполните остальные пункты этой процедуры.
 - Для изменения существующего заголовка файла начинайте с пункта 3.

В остальной части этого раздела рассмотрены дополнительные операции с заголовком файла, доступные в режиме Dual ARB Player.

Просмотр информации заголовка при выключенном режиме Dual ARB Player

Одним из отличий режима Dual ARB Player от формата модуляции является то, что вы можете просматривать заголовок файла даже тогда, когда выключен

режим Dual ARB Player. Однако вы не можете вносить изменения в отображаемый на экране заголовок файла, пока не будет включен режим Dual ARB Player и не будет выбран для воспроизведения этот заголовок. При выключенном режиме Dual ARB Player выполните следующие операции.

1. Выберите модулирующий сигнал:
 - а) Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Select Waveform**.
 - б) С помощью клавиш со стрелками выделите нужный файл модулирующего сигнала.
 - в) Нажмите функциональную клавишу **Select Waveform**.
2. Обратитесь к заголовку файла: нажмите клавиши **ARB SETUP > Header Utilities**.

Теперь на дисплее генераторов сигналов отображается информация заголовка, надписи на функциональных клавишах редактирования обозначены серым шрифтом (Рисунок 3-6).

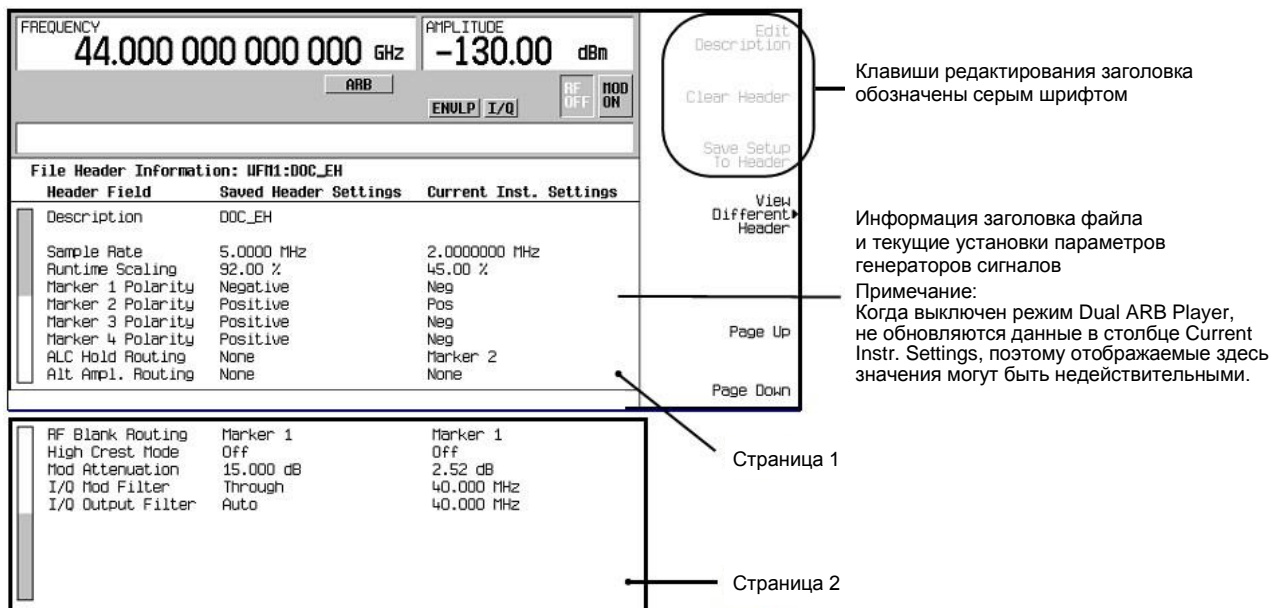


Рисунок 3-6. Просмотр информации заголовка

Просмотр информации заголовка для другого файла модулирующего сигнала

Когда модулирующий сигнал воспроизводится в проигрывателе Dual ARB Player, вы можете просматривать информацию заголовка другого файла модулирующего сигнала, однако изменять информацию заголовка можно только для того модулирующего сигнала, который воспроизводится в данный момент. Если выбрать другой файл модулирующего сигнала, то надписи на функциональных клавишах редактирования заголовка отображаются серым шрифтом (см. [Рисунок 3-6](#)). Ниже описаны возможные варианты просмотра информации в этом случае.

1. Выведите на экран список файлов модулирующих сигналов:

Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > ARB Setup > Header Utilities > View Different Header**.

Как показано на рисунке ниже, в таблице отображается алфавитный список файлов, модулирующих сигналов ([Рисунок 3-7](#)).

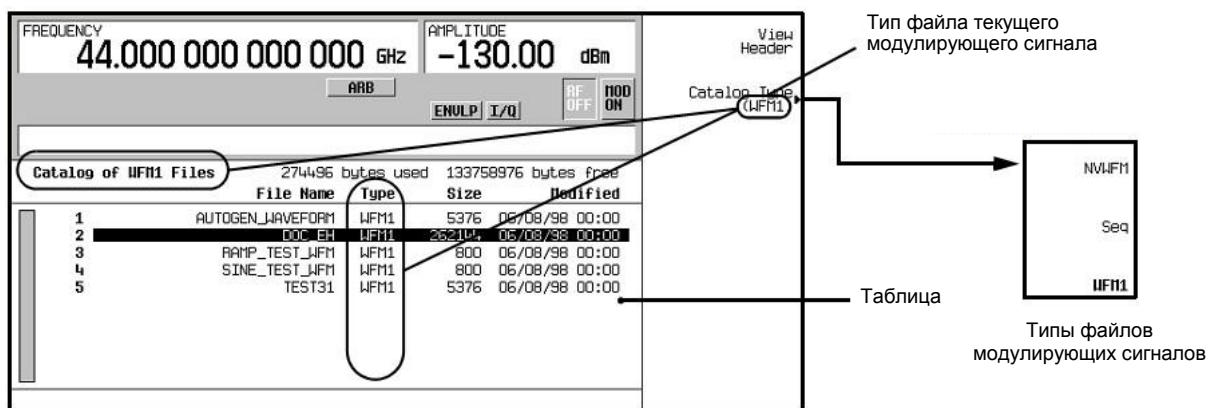


Рисунок 3-7. Список файлов модулирующих сигналов для просмотра другого заголовка

2. Просмотрите все сегменты модулирующего сигнала в энергонезависимой памяти:

а) Нажмите функциональную клавишу **Catalog Type**. Как показано на рисунке выше ([Рисунок 3-7](#)), у вас есть выбор из трех типов файлов модулирующих сигналов, которые могут отображаться в таблице, к которой вы обратились в пункте 1.

NWWM1 отображаются все сегменты модулирующего сигнала, хранящиеся в энергонезависимой памяти;

Seq отображаются все файлы последовательности модулирующих сигналов;

WFM1 отображаются все сегменты модулирующих сигналов, хранящиеся во временной (энергозависимой) памяти).

б) Нажмите функциональную клавишу **NWWM1**. Таблица отображает файлы модулирующих сигналов, хранящиеся в энергонезависимой памяти.

3. Просмотрите информацию заголовка файла. Для этого выделите файл и нажмите функциональную клавишу **View Header**.

На дисплее появляется информация заголовка для выбранного файла модулирующего сигнала. Если в данный момент действует воспроизведение сигнала, то этой информацией заменяется его информация заголовка, однако при этом *не изменяются* установки параметров модулирующего сигнала, которые используются генераторами сигналов. Чтобы вернуться к информации заголовка для воспроизводимого сигнала, следует нажать функциональную клавишу **View Different Header**, выбрать файл воспроизводимого в данный момент сигнала, затем функциональную клавишу **View Header**, или просто нажать клавиши **Return > Header Utilities**.

Воспроизведение файла модулирующего сигнала, который содержит заголовок

После того, как будет создан файл модулирующего сигнала (AUTOGEN_WAVEFORM) в формате модуляции, и формат модуляции будет выключен, то к этому файлу можно будет обращаться и воспроизводить его только с помощью проигрывателя Dual ARB Player. Это справедливо для загруженных файлов модулирующего сигнала. Загрузка файлов описана в *Руководстве по программированию (Keysight PSG Signal Generators Programming Guide)*. Когда файл модулирующего сигнала выбран для воспроизведения, генераторы сигналов используют занесенную в память информацию заголовка. Некоторые из этих установок параметров появляются в виде части наименований функциональных клавиш, используемых для установки параметров, а также отображаются в сводке параметров ARB (см. [Рисунок 3-8](#)).

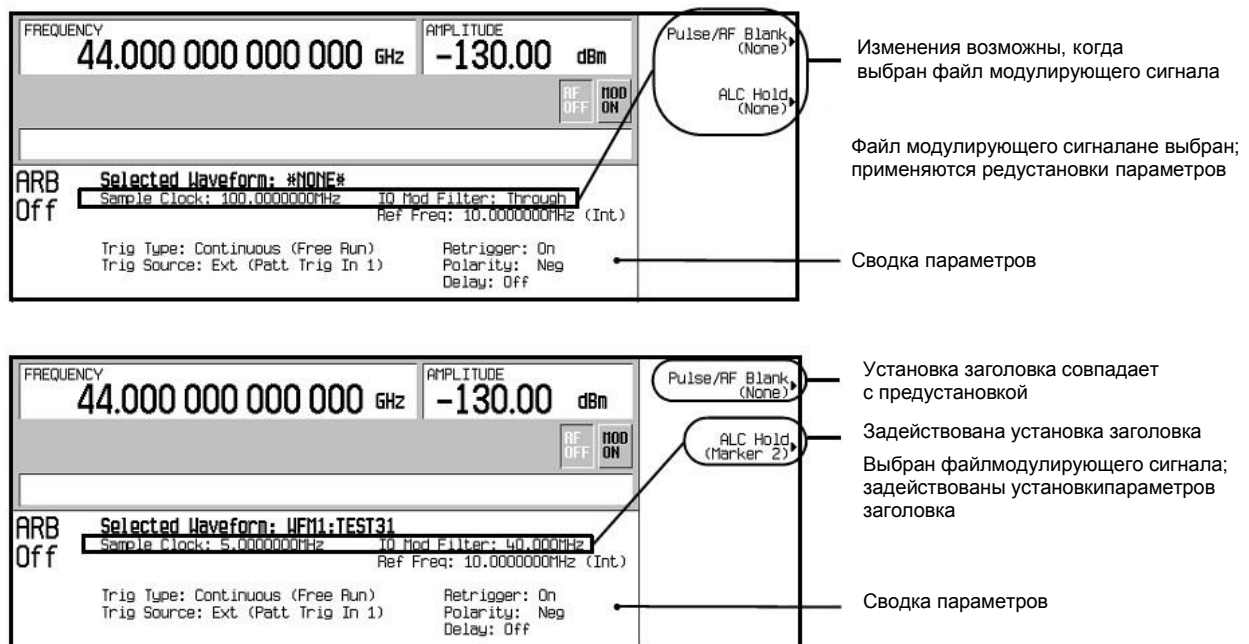


Рисунок 3-8. Установки параметров заголовка файла

ПРИМЕЧАНИЕ

Генератор сигналов, который используется для воспроизведения занесенного в память файла модулирующего сигнала, должен иметь такие же опции, которые необходимы для создания этого файла.

Чтобы правильно установить параметры прибора:

1. Выберите файл модулирующего сигнала.
2. Измените установки параметров генераторов сигналов согласно необходимости.
3. Включите режим Dual ARB.

Применение режима Dual ARB Player

Сдвоенный проигрыватель сигналов произвольной формы (Dual ARB Player) применяется для создания, редактирования и воспроизведения файлов модулирующих сигналов. Существует два типа файлов модулирующих сигналов – сегменты и последовательности. Сегмент представляет собой файл модулирующего сигнала, который создан с помощью одного из форматов ARB, предварительно заданных в генераторах сигналов. Последовательность можно описать как несколько состыкованных друг с другом сегментов, образующих один файл модулирующего сигнала. Файлы модулирующих сигналов можно также создавать дистанционно с помощью других генераторов сигналов или компьютерной программы и загружать в генераторы серии PSG для воспроизведения с помощью сдвоенного проигрывателя сигналов произвольной формы. За информацией о загрузке

файлов модулирующих сигналов обращайтесь к *Руководству по программированию (Keysight PSG Signal Generators Programming Guide)*.

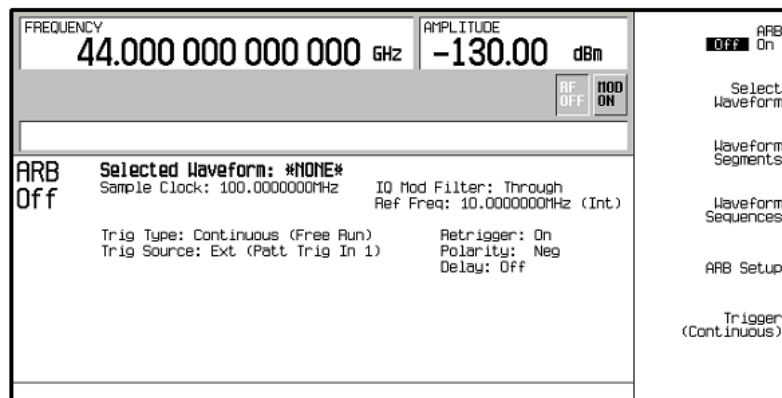
Файл модулирующего сигнала автоматически создается всякий раз, когда включается формат модуляции ARB. Этот автоматически создаваемый файл называется AUTOGEN_WAVEFORM. Поскольку это принятое по умолчанию имя является общим для всех форматов ARB, то файл необходимо переименовать, если вы хотите сохранить информацию. Если не переименовать файл, то он будет перезаписан при включении другого формата ARB.

Режим Dual ARB Player обеспечивает возможности применения маркеров ([раздел «Применение маркеров модулирующего сигнала» на странице 98](#)), запуска ([раздел «Запуск модулирующих сигналов» на странице 110](#)) и амплитудного ограничения ([раздел «Применение амплитудного ограничения модулирующих сигналов» на странице 115](#)).

Прежде чем вы сможете работать с каким-либо файлом модулирующего сигнала, следует поместить его во временную (энергозависимую) память. У генераторов сигналов есть память двух типов – WFM1 (энергозависимая память модулирующих сигналов) и NVWFM (энергонезависимая память модулирующих сигналов). Новый файл модулирующего сигнала AUTOGEN_WAVEFORM, созданный при включении генераторов сигналов произвольной формы, первоначально находится в памяти WFM1. Если вы хотите сохранить этот файл, то переименуйте его и сохраните в памяти NVWFM. Загрузите файл модулирующего сигнала из NVWFM во временную память WFM1, где можно редактировать его или воспроизводить в режиме Dual ARB Player. За дополнительной информацией обращайтесь к [разделу «Векторная модуляция» на странице 83](#).

Обращение к режиму Dual ARB Player

Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB**. На следующем рисунке показано меню функциональных клавиш первого уровня. С этого меню начинается большинство процедур.



Создание сегментов модулирующего сигнала

Существует два способа формирования сегментов модулирующего сигнала для использования в контроллере последовательности модулирующих сигналов. Вы можете либо загрузить файл модулирующего сигнала через интерфейс дистанционного управления, либо создать файл модулирующего сигнала с применением одного из форматов модуляции ARB. За информацией о загрузке файлов модулирующих сигналов через интерфейс дистанционного управления обращайтесь к *Руководству по программированию (Keysight PSG Signal Generators Programming Guide)*.

Последовательность модулирующих сигналов составляется из сегментов, однако она может включать в себя другие последовательности. Для создания последовательности можно использовать любое количество сегментов вплоть до 32768. Это предельным значением определяется количество сегментов в последовательности модулирующих сигналов. Сегменты и последовательности могут повторяться в пределах последовательности модулирующих сигналов, причем суммарное количество всех сегментов и повторяющихся сегментов не должно превышать это предельное значение.

На следующей структурной схеме показана последовательность модулирующих сигналов, составленная из двух последовательностей и трех сегментов. В этом примере количество сегментов равно 11.

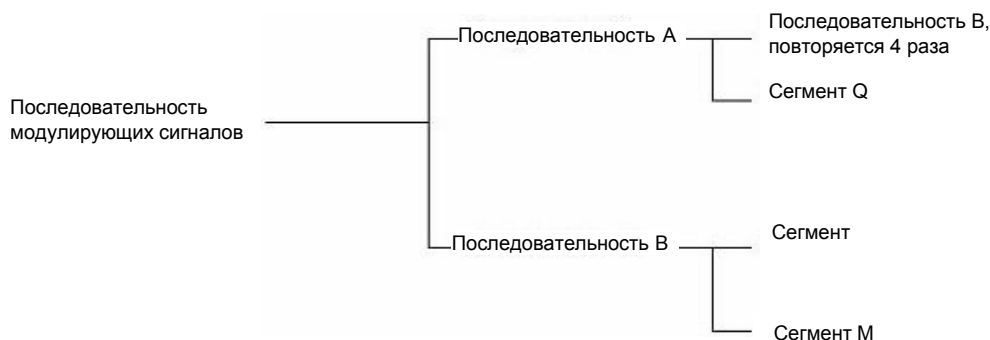


Рисунок 3-9. Структурная схема последовательности модулирующих сигналов

ниже описана процедура создания двух сегментов модулирующего сигнала, присвоения имени этим файлам и занесения их в память ARB. После того, как вы присвоите имена файлам сегментов модулирующего сигнала и сохраните их в памяти ARB, вы сможете использовать их для построения последовательности модулирующих сигналов, как описано в [разделе «Построение и сохранение в памяти последовательности модулирующих сигналов» на странице 95](#).

1. Включите генерирование первого модулирующего сигнала:
 - а) Нажмите клавиши **Preset > Mode > Alignment Left Cent Right** на Right.
 - б) Нажмите клавишу **Two Tone Off On** на On, затем на Off.
Требование выполнения процедуры выключения двухтонового (Two Tone) режима после генерирования обязательно, так как, когда он используется, невозможно переименовать модулирующий сигнал в качестве сегмента.

Эта настройка позволит генерировать двухтоновый сигнал с частотами тонов на несущей частоте и справа от несущей частоты. Во время генерирования сигнала отображаются вспомогательные индикаторы **T-TONE** и **I/Q**. Этот модулирующий сигнал сохраняется во временной (энергозависимой) памяти с принятым по умолчанию именем файла **AUTOGEN_WAVEFORM**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Поскольку в памяти может находиться одновременно только один файл **AUTOGEN_WAVEFORM**, то вы должны переименовать этот файл, чтобы очистить путь для второго файла модулирующего сигнала.

2. Создайте первый сегмент модулирующего сигнала:
 - а) Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Waveform Segments > Load Store** на Store.
 - б) Выделите принятый по умолчанию сегмент **AUTOGEN_WAVEFORM**.
 - в) Нажмите клавиши **Rename Segment > Editing Keys > clear Text**.
 - г) Введите имя файла (например, **TTONE**) и нажмите клавиши **Enter > Store Segment To NVWFM Memory**. Это переименовывает сегмент и сохраняет копию в энергонезависимой памяти.
3. Включите генерирование второго модулирующего сигнала:
 - а) Нажмите клавиши **Mode > Multitone > Initialize Table > Number Of Tones > 9 > Enter > Done**.
 - б) Нажмите клавишу **Multitone Off On** на On, затем на Off.
Помните о том, что файл невозможно переименовать, когда используется сегмент.
Эта настройка позволит сгенерировать многотонный сигнал с девятью тонами. Во время генерирования сигнала отображаются вспомогательные индикаторы **M-TONE** и **I/Q**.

Эта форма сигнала сохраняется во временной (энергозависимой) памяти с принятым по умолчанию именем файла **AUTOGEN_WAVEFORM**.

4. Создайте второй сегмент модулирующего сигнала:
Повторите операции по пункту 2 и присвойте этому сегменту описательное имя (например, **MTONE**).

Построение и сохранение в памяти последовательности модулирующих сигналов

Этот пример показывает, как сформировать и отредактировать последовательность модулирующих сигналов, пользуясь двумя сегментами, созданными, как описано выше. Для применения сегмента в последовательности он должен находиться во временной (энергозависимой) памяти. Как загружать сегменты из постоянной (энергонезависимой) памяти во временную (энергозависимую) память, описано в разделе «Сохранение и загрузка сегментов модулирующего сигнала» на странице 97.

1. Выберите сегменты модулирующего сигнала:
Определите последовательность как одно повторение сегмента двухтонового сигнала, за которым следует одно повторение сегмента девятитонового сигнала.
 - а) Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Waveform Sequences > Build New Waveform Sequence > Insert Waveform**.
 - б) Выделите сегмент модулирующего сигнала (например, **TTONE**) и нажмите клавишу **Insert Selected Waveform**.
 - в) Выделите второй сегмент модулирующего сигнала (например, **MTONE**) и нажмите клавишу **Insert Selected Waveform**.
 - г) Нажмите функциональную клавишу **Done Inserting**.
2. **Дополнительно (необязательно):** задействуйте по необходимости маркеры для сегментов в новой последовательности (см. раздел «Этап 3 – Управление маркерами в последовательности модулирующих сигналов (только Dual ARB)» на странице 106).
3. Присвойте имя последовательности и сохраните ее в каталоге памяти **Catalog of Seq Files**.
 - а) Нажмите клавишу **Name and Store**.
 - б) Введите имя файла (например, **TTONE+MTONE**).
 - в) Нажмите клавишу **Enter**.

Воспроизведение модулирующего сигнала

Эта процедура применяется для воспроизведения сегмента модулирующего сигнала или последовательности модулирующих сигналов. В данном примере описано воспроизведение последовательности модулирующих сигналов, сформированной в предыдущей процедуре.

1. Выберите последовательность модулирующих сигналов:
 - а) Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Select Waveform**.
 - б) Выделите файл последовательности модулирующих сигналов (в данном примере **TTONE+MTONE**) из столбца **Sequence** каталога **Select Waveform** и нажмите клавишу **Select Waveform**. На дисплее отображается выбранный в данный момент файл (например, **Selected Waveform: SEQ:TTONE+MTONE**).
2. Включите генерирование модулирующих сигналов. Для этого нажмите клавишу **ARB Off On** на **On**.
Воспроизводится выбранная последовательность модулирующих сигналов. Во время генерирования последовательности сигналов отображаются вспомогательные индикаторы **ARB** и **I/Q**.

Редактирование последовательности модулирующих сигналов

В этом примере описано, как редактировать сегменты модулирующих сигналов в последовательности сигналов и сохранять отредактированную последовательность под новым именем. На экране редактирования вы можете изменять кратность воспроизведения каждого сегмента, удалять сегменты, добавлять сегменты, переключать маркеры (см. раздел «Этап 3 – Управление маркерами в последовательности модулирующих сигналов (только Dual ARB)» на странице 106) и сохранять изменения в памяти.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы не сохраните в памяти последовательность модулирующих сигналов перед выходом из экрана редактирования последовательности, то изменения будут удалены.

1. Нажмите клавиши **Waveform Sequences > Edit Selected Waveform Sequence** и выделите первый пункт.
2. Нажмите клавиши **Edit Repetitions > 100 > Enter**. Автоматически выбирается второй сегмент.
3. Нажмите клавиши **Edit Repetitions > 200 > Enter**.
4. Сохраните отредактированный файл в качестве новой последовательности модулирующих сигналов.
 - а) Нажмите клавишу **Name And Store**.
 - б) Нажмите клавиши **Editing Keys > Clear Text**, затем введите новое имя файла (например, **TTONE100+MTONE200**).
 - в) Нажмите клавишу **Enter**.

Вы изменили кратность повторения каждого сегмента сигнала с 1 на 100 и на 200, соответственно, и сохранили последовательность под новым именем в каталоге памяти **Catalog of Seq Files** генераторов сигналов.

Как воспроизводить последовательность модулирующих сигналов, описано выше в разделе «Воспроизведение модулирующего сигнала» на странице 95.

Добавление шума в реальном масштабе времени к модулирующему сигналу произвольной формы

Генератор сигналов с опцией 403 может добавлять к несущей в реальном масштабе времени аддитивный белый гауссов шум (AWGN) во время воспроизведения модулирующего сигнала сдвоенным проигрывателем сигналов произвольной формы. Характеристики шума можно сконфигурировать с помощью функциональных клавиш на передней панели. Функциональная клавиша **Carrier to Noise Ratio** позволяет задать мощность шума относительно мощности несущей. Функциональная клавиша **Carrier Bandwidth** задает полосу частот, в пределах которой внедряется шум, а функциональная клавиша **Noise Bandwidth Factor** позволяет выбрать полосу частот белого шума. Функциональная клавиша **Output Mux** вводит в действие диагностическое управление аддитивным шумом таким образом, что на выход внутренних генераторов модулирующих сигналов подается только шум, только несущая или сумма шума и несущей. Когда выключена автоматическая регулировка мощности (ALC), эта функция обеспечивает прямое измерение вклада несущей или шума независимо от общей мощности. Система продолжает вести себя так, как будто на выходе присутствует как шум, так и несущая, когда она переходит к определению автоматической установки ослабления модуляции и среднеквадратического значения уровня для поиска мощности (RMS Power Search).

Эти функциональные клавиши описаны в *Справочнике по клавишам (Keysight PSG Signal Generators Key Reference)*.

Ниже описана процедура установки параметров несущей и модуляции несущей с использованием предварительно заданного файла формы сигнала SINE_TEST_WFM. Затем к несущей добавляется аддитивный белый гауссов шум (AWGN).

Конфигурирование AWGN

1. Нажмите аппаратную клавишу **Preset**.
2. Нажмите аппаратную клавишу **Frequency** и введите значение 15 ГГц.
3. Нажмите аппаратную клавишу **Amplitude** и введите значение -10 дБм.
4. Нажмите функциональную клавишу **RF On Off** на **On**.
5. Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Select Waveform** и выберите сигнал **SINE_TEST_WFM**.
6. Нажмите клавишу **Select Waveform**.
7. Нажмите функциональную клавишу **ARB Off On** на **On**.
8. Нажмите клавиши **ARB Setup > ARB Sample Clock** и введите 50 МГц.
9. Нажмите клавиши **Real-time Noise Setup > Carrier to Noise Ratio** и введите 30 дБ (отношение несущей к шуму).
10. Нажмите клавишу **Carrier Bandwidth** и введите 40 МГц.
11. Нажмите функциональную клавишу **Real-time Noise Off On** на **On**.

Эта процедура добавляет шум AWGN к несущей 15 ГГц. Отображаемый на экране уровень мощности на выходе генераторов сигналов (-10 дБм) включает в себя мощность сигнала, заданную отношением несущая/шум 30 дБ. Мощность шума (для поддержания отношения несущая/шум) вносится в полосу частот несущей 40 МГц. По умолчанию принят коэффициент полосы шума, равный 1, что обеспечивает ширину полосы частот белого шума, составляющую по меньшей мере 80 % от частоты дискретизации 50 МГц.

Сохранение и загрузка сегментов модулирующего сигнала

Сегменты модулирующего сигнала могут храниться во временной (энергозависимой) памяти в виде файлов WFM1 или же в постоянной (энергонезависимой) памяти в виде файлов NVWFM, либо там и там. Для воспроизведения или редактирования файла модулирующего сигнала он должен быть занесен во временную (энергозависимую) память. Поскольку файлы, занесенные во временную память, не сохраняются после выключения прибора, целесообразно сохранять важные файлы в постоянной памяти и загружать их оттуда во временную память всякий раз, когда вы хотите пользоваться ими.

Сохранение сегментов модулирующего сигнала в энергонезависимой памяти

1. Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Waveform Segments**.
2. При необходимости нажмите клавишу **Load Store** на **Store**.
3. Нажмите клавишу **Save All To NVWFM Memory**.

Теперь копии всех файлов сегментов модулирующего сигнала WFM1 занесены в энергонезависимую память в виде файлов NVWFM. Чтобы сохранить файлы индивидуально, выделите файл и нажмите клавишу **Store Segment To NVWFM Memory**.

Загрузка сегментов модулирующего сигнала из энергонезависимой памяти

1. Выключите питание прибора и снова включите его, чтобы очистить энергозависимую память и удалить все файлы WFM1.
2. Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Waveform Segments**.
3. При необходимости нажмите клавишу **Load Store** на **Load**.
4. Нажмите клавишу **Load All From NVWFM Memory**.

Теперь в энергозависимую память загружены все файлы сегментов модулирующего сигнала в виде файлов WFM1. Чтобы загрузить файлы

индивидуально, выделите файл и нажмите клавишу **Load Segment From NVWFM Memory**.

Переименование сегмента модулирующего сигнала

1. Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Waveform Segments**.
2. Выделите нужный файл и нажмите клавиши **Rename Segment > Editing Keys > Clear Text**.
3. Введите нужное имя, затем нажмите клавишу **Enter**.

Применение маркеров модулирующего сигнала

Генератор сигналов обеспечивает четыре маркера модулирующего сигнала для маркировки определенных точек в *сегменте* модулирующего сигнала. Когда генератор доходит до условия запуска задействованного маркера, вспомогательный выходной сигнал выводится на соединитель EVENT на задней панели (см. описание в [разделе «Задняя панель» на странице 32](#)), который соответствует номеру маркера. Вы можете использовать вспомогательный выходной сигнал для синхронизации другого прибора с модулирующим сигналом или в качестве сигнала запуска измерения в заданной точке модулирующего сигнала.

Вы можете также сконфигурировать маркеры на инициирование блокировки автоматической регулировки мощности (ALC Hold) или для подавления выходного ВЧ-сигнала (RF Blanking), что включает в себя функцию ALC Hold.

Создание сегмента модулирующего сигнала ([раздел «Создание заголовка файла для модулирующего сигнала в меню задания формата модуляции» на странице 85](#)) создает также файл маркеров, который помещает точку маркеров на первую точку выборки сегмента для маркеров 1 и 2. Когда загружается файл модулирующего сигнала, у которого нет связанного с ним файла маркеров, генераторы сигналов создают файл маркеров без точек маркеров. Сегменты, поставляемые с завода, имеют точку маркеров на первой выборке для всех четырех маркеров.

Следующая процедура демонстрирует, как пользоваться маркерами в режиме Dual ARB Player, однако такая же процедура применяется при работе в любом формате ARB.

В этих процедурах рассматривается два типа точек – *точка маркера* и *точка выборки*. Точка маркера – это точка, в которой данный маркер устанавливается на модулирующий сигнал; вы можете установить одну или несколько точек для каждого маркера. *Точка выборки* – это одна из множества точек, которые образуют форму модулирующего сигнала.

Существует три основных этапа в применении маркеров модулирующего сигнала:

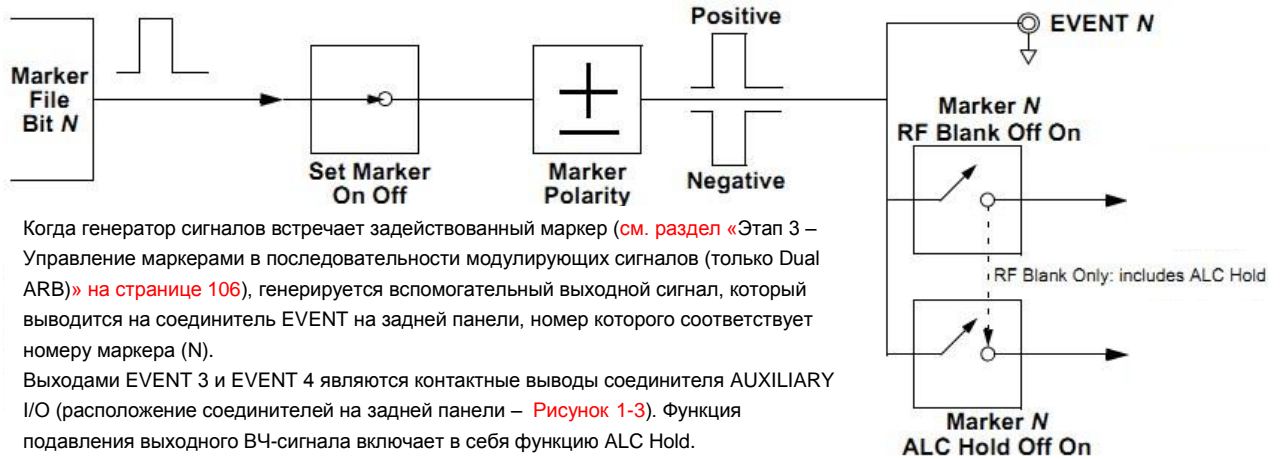
- 1) Удаление точек маркеров из сегмента модулирующего сигнала – [раздел «Этап 1 – Удаление точек маркеров из сегмента модулирующего сигнала» на странице 103](#).
- 2) Установка точек маркеров в сегменте модулирующего сигнала – [раздел «Этап 2 – Установка точек маркеров в сегменте сигнала» на странице 104](#).
- 3) Управление маркерами в последовательности модулирующих сигналов – [раздел «Этап 3 – Управление маркерами в последовательности модулирующих сигналов \(только Dual ARB\)» на странице 106](#).

В этом разделе изложена также следующая информация:

- [«Концепция маркеров модулирующего сигнала» на странице 99](#)
- «
-
- [Просмотр маркеров сегментов модулирующего сигнала» на странице 102](#)
- [«Наблюдение импульса маркера» на странице 108](#)
- [«Применение функции маркера RF Blanking» на странице 108](#)
- [«Установка полярности маркеров» на странице 109](#)

Концепция маркеров модулирующего сигнала

Форматы ARB генераторов сигналов обеспечивают возможность установки четырех маркеров модулирующего сигнала, которые указывают на определенные точки в сегменте модулирующего сигнала. Вы можете установить полярность каждого маркера и точки маркеров (на одну точку выборки или в некотором диапазоне точек выборки). Каждый маркер может также выполнять функцию ALC Hold или функции подавления выходного ВЧ-сигнала и ALC Hold.



Создание файла маркеров

При создании сегмента модулирующего сигнала (см. на странице 85) автоматически создается файл маркеров, который помещает точку маркера в первую точку выборки сегмента для маркеров 1 и 2.

Загрузка файла модулирующего сигнала (как описано в *Руководстве по программированию генераторов сигналов Keysight*), который не имеет ассоциированного с ним файла маркеров, создает файл маркеров, который не помещает куда-либо точки маркеров.

Требования к редактированию точек маркеров

Прежде чем вы сможете изменять точки маркеров сегмента модулирующего сигнала, необходимо занести файл сегмента во временную (энергозависимую) память, как описано в разделе «Сохранение и загрузка сегментов модулирующего сигнала» на странице 97.

В режиме Dual ARB Player вы можете изменять точки маркеров сегмента модулирующего сигнала, не занимаясь воспроизведением модулирующего сигнала или во время воспроизведения сигнала в формате модуляции ARB. В формате модуляции ARB вы должны воспроизводить модулирующий сигнал, прежде чем сможете изменять точки маркеров сегмента.

Сохранение в памяти установок полярности маркеров и маршрутизации

Установки полярности маркеров и маршрутизации сохраняются неизменными, пока вы не измените их, не выполните предустановку (Preset) генераторов сигналов или не выключите питание генераторов серии PSG. Чтобы обеспечить правильность установки параметров модулирующего сигнала при его воспроизведении, установите полярность маркеров и маршрутизацию (RF Blanking и ALC Hold) и сохраните эту информацию в заголовке файла (см. раздел «Заголовки файлов сигналов произвольной формы (ARB)» на странице 84). Это особенно важно, когда сегмент воспроизводится как часть последовательности, поскольку предыдущий сегмент может иметь иные установки параметров маркеров и маршрутизации.

Функция маркера ALC Hold (у приборов с префиксами серийного номера \geq US4722/MY4722)

Несмотря на то, что вы можете установить функцию маркера (под названием **Marker Routing** на функциональной клавише) как до, так и после

того, как вы установите точки маркеров (см. раздел «Этап 2 – Установка точек маркеров в сегменте сигнала» на странице 104), все же установка функции маркера до установки точек маркеров может вызвать броски мощности или потерю мощности на выходе ВЧ-сигнала.

Саму по себе функцию ALC Hold (блокировка автоматической регулировки мощности) применяют в тех случаях, когда модулирующий сигнал содержит незадействованные выборками периоды или, когда нежелательно возникновение увеличенного динамического диапазона с подавлением ВЧ-сигнала на выходе (см. раздел «Установка полярности маркеров» на странице 109).

Функция маркера ALC Hold удерживает схему автоматической регулировки мощности на среднем (среднеквадратическом) значении точек выборки, установленных маркерами. Как при положительной, так и при отрицательной полярности маркеров схема ALC производит выборку уровня выходного ВЧ-сигнала (несущая плюс модулирующий сигнал), когда сигнал маркера переключается в состояние логической единицы (высокий уровень).

Положительная полярность – выборка сигнала производится, когда маркер находится в состоянии лог. 1 (On).

Отрицательная полярность – выборка сигнала производится, когда маркер находится в состоянии лог. 0 (Off).

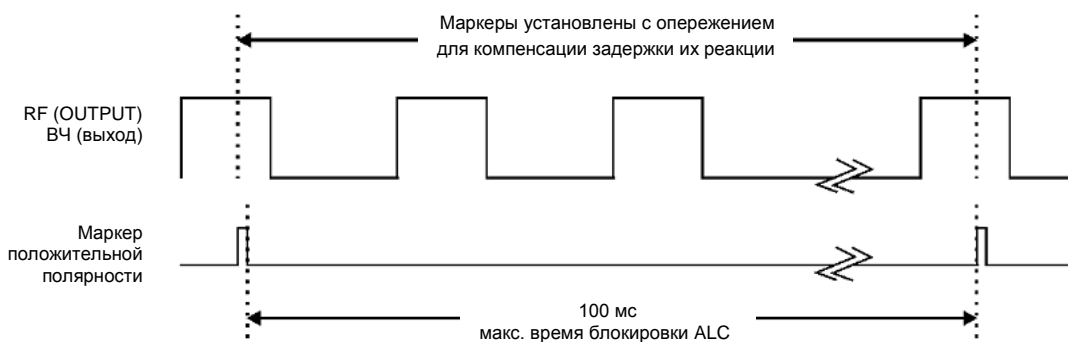
Сигнал маркера имеет не менее двух задержек точки выборки в его реакции относительно контролируемого сигнала. Для компенсации задержки сигнала маркера следует сместить точки маркера от выборки контролируемого сигнала, в которой вы хотите начинать выборку ALC.

ПРИМЕЧАНИЕ

Не применяйте блокировку ALC на время, превышающее 100 мс, поскольку это может сказаться на амплитуде выходного сигнала.

ВНИМАНИЕ!

Неправильная дискретизация ALC может создать состояние внезапного нарушения регулировки мощности, которое может привести к броскам уровня выходного ВЧ-сигнала с потенциальной опасностью повреждения объекта измерений или другого подключенного оборудования. Для предотвращения такого состояния устанавливайте маркеры так, чтобы обеспечить возможность передискретизации амплитуды для учета повышенных уровней мощности сигнала.



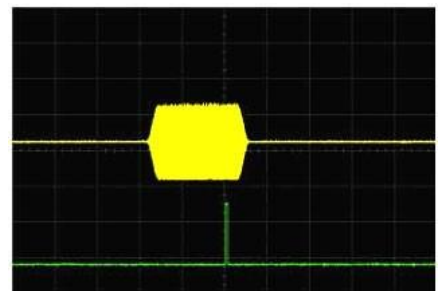
Пример правильного применения

Сигнал: 1022 точки

Диапазон маркера: 95–97

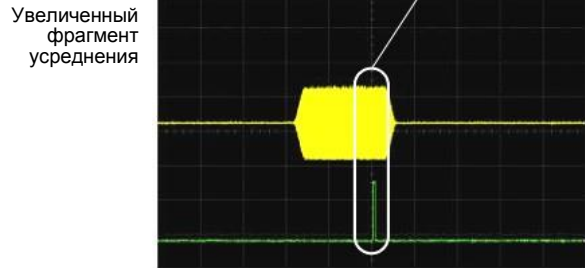
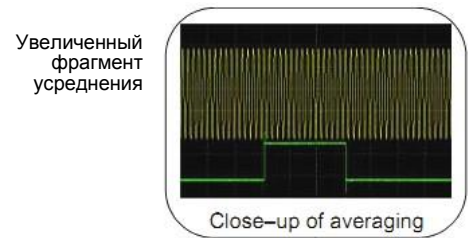
Полярность маркера: положительная

В этом примере показан маркер, установленный на выборку области сигнала с наибольшей амплитудой. Обратите внимание на то, что маркер установлен с достаточным запасом относительно области сигнала с наименьшей амплитудой. Это учитывает разность реакции маркера и сигнала.



Функция ALC производит дискретизацию контролируемого сигнала, когда сигнал маркера переключается на высокий уровень, и использует среднее значение выборок контролируемого сигнала для установки схемы ALC.

Здесь функция ALC производит дискретизацию во время точек *On* маркера (положительная полярность).



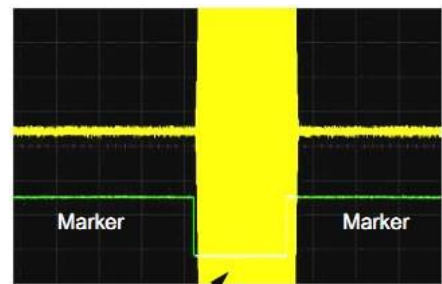
Пример неправильного применения

Сигнал: 1022 точки

Диапазон маркера: 110–1022

Полярность маркера: положительная

В этом примере маркер установлен на выборку низкоамплитудной части сигнала, которая устанавливает схему модулятора ALC на этот уровень. Обычно это приводит к нерегулируемому состоянию генераторов сигналов, когда происходит формирование импульса с предельным уровнем.



Нерегулируемый импульс

Пример неправильного применения

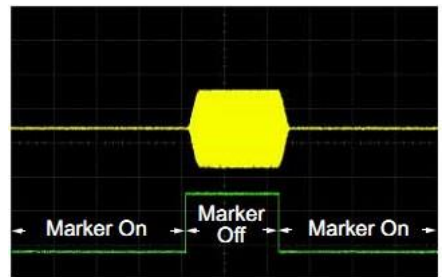
Сигнал: 1022 точки

Диапазон маркера: 110–1022

Полярность маркера: отрицательная

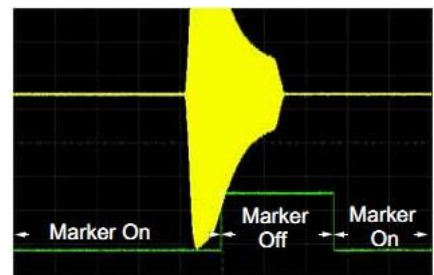
В этом примере показано, что маркер отрицательной полярности переключается на низкий уровень (лог. 0) во время точек «Marker On»; сигнал маркера переключается на высокий уровень (лог. 1) во время точек «Marker Off».

Схема ALC производит выборки во время точек «Marker Off».



Диапазон выборок начинается в первой точке сигнала

Дискретизация в точках «On» и «Off» неправильно устанавливает схему модулятора для высокого уровня сигнала. Обратите внимание на повышенную амплитуду в начале импульса.



Отрицательный диапазон установлен между сигналом и временем «Off».

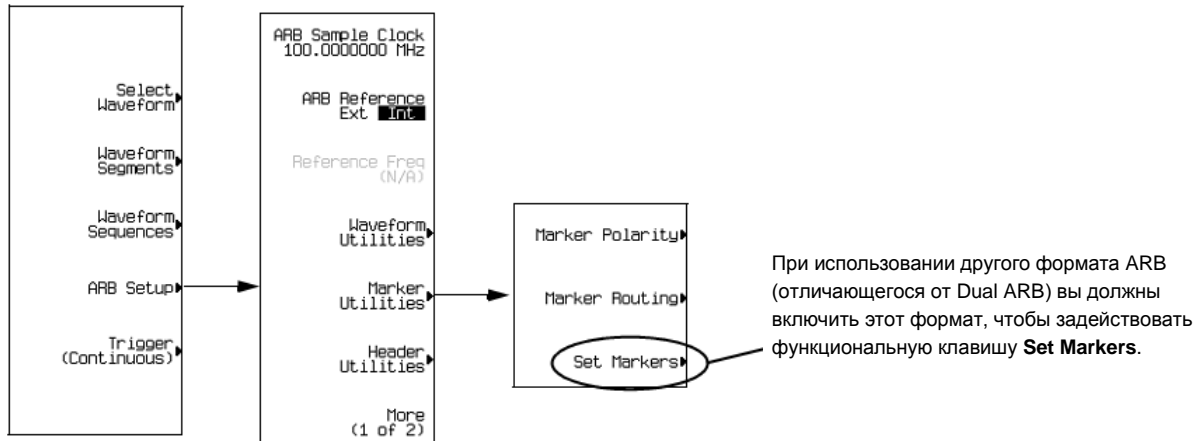
Обращение к меню Marker Utilities

ПРИМЕЧАНИЕ

Большинство процедур, описанных в этом разделе, начинается с меню функциональной клавиши **Marker Utilities**.

Применяйте описанную ниже процедуру для вывода на экран параметров маркеров. Эта процедура использует режим Dual ARB Player, однако вы можете обратиться к утилитам маркеров через функциональную клавишу **ARB Setup** во всех форматах ARB.

1. Выберите режим Dual ARB Player. Для этого нажмите клавиши **Mode > Dual ARB**.
2. Нажмите клавиши **ARB Setup > Marker Utilities**.

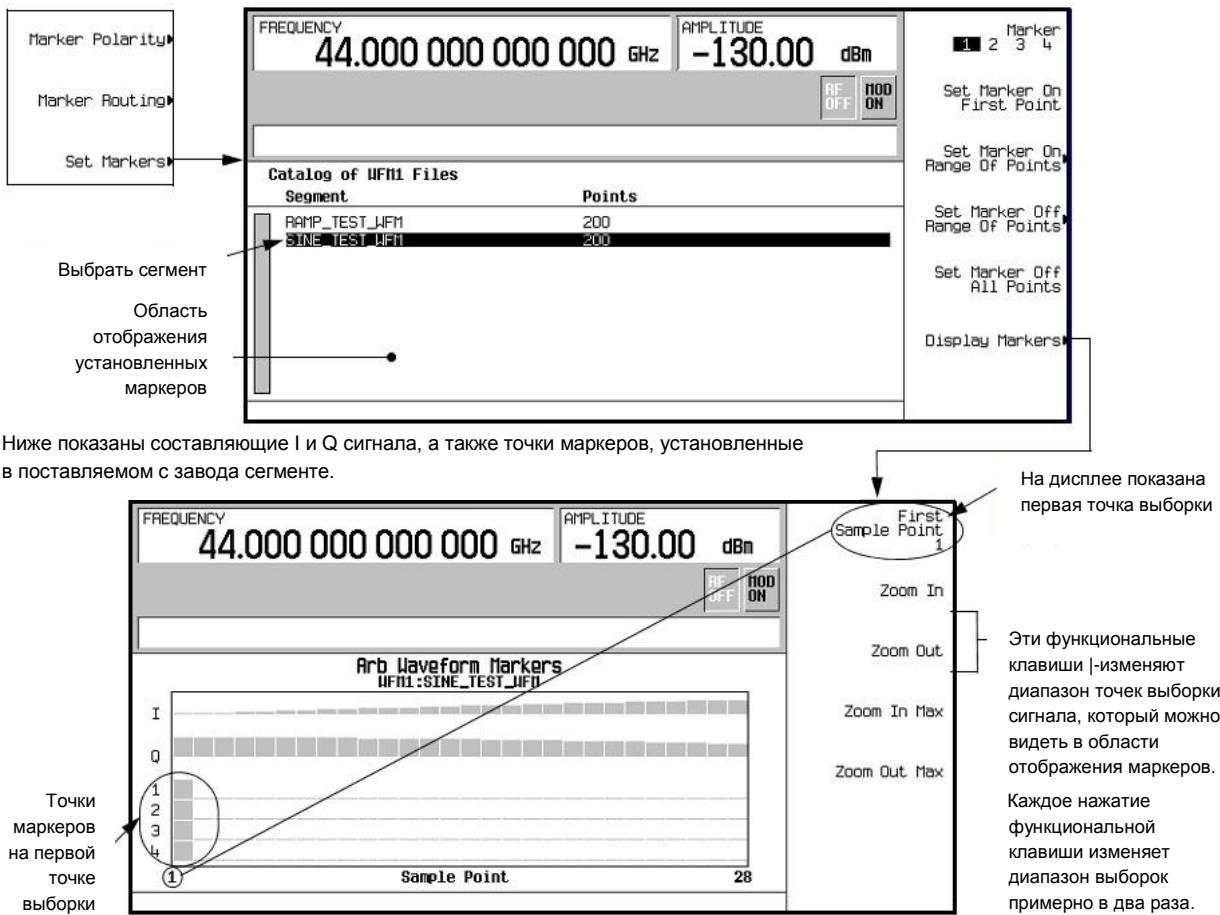


Просмотр маркеров сегментов модулирующего сигнала

Маркеры применяются к сегментам модулирующего сигнала. Для просмотра маркеров, установленных для некоторого сегмента, пользуйтесь описанной ниже процедурой. В этом примере используется поставляемый с завода сегмент **SINE_TEST_WFM**.

1. В меню Marker Utilities (стр. 102) нажмите функциональную клавишу **Set Markers**.
2. Выделите нужный сегмент модулирующего сигнала. В формате ARB имеется единственный файл (**AUTOGEN_WAVEFORM**), который уже выделен.
3. Нажмите клавиши **Display Markers > Zoom in Max**. Максимальное увеличение (Zoom) в диапазоне составляет 28 точек.

Поэкспериментируйте с функциями Zoom, чтобы увидеть, как они отображают маркеры. На дисплее может отображаться максимум 460 точек; отображаемые сигналы с диапазоном точек выборки более 460 точек могут не показывать местонахождение маркеров.



Ниже показаны составляющие I и Q сигнала, а также точки маркеров, установленные в поставляемом с завода сегменте.

На дисплее показана первая точка выборки

Эти функциональные клавиши |-изменяют диапазон точек выборки сигнала, который можно видеть в области отображения маркеров. Каждое нажатие функциональной клавиши изменяет диапазон выборки примерно в два раза.

Этап 1 – Удаление точек маркеров из сегмента модулирующего сигнала

Когда вы устанавливаете точки маркеров, они не заменяют, а *дополняют* существующие точки. Ввиду кумулятивного характера маркеров просмотрите сегмент, как описано выше, и удалите нежелательные точки. Когда удалены все маркеры, уровень выходного сигнала события равен 0 В.

Удаление всех точек маркеров

1. В меню Marker Utilities (стр. 102) нажмите функциональную клавишу **Set Markers**.
2. Выделите нужный сегмент модулирующего сигнала. В формате ARB имеется единственный файл (**AUTOGEN_WAVEFORM**), который уже выделен.
3. Выделите номер нужного маркера. Для этого нажмите клавишу **Marker 1 2 3 4**.
4. Удалите все точки выбранного маркера в выбранном сегменте: Нажмите клавишу **Set Marker Off All Points**.
5. Повторите операции по пунктам 3 и 4 для всех точек остальных маркеров, которые вы хотите удалить.

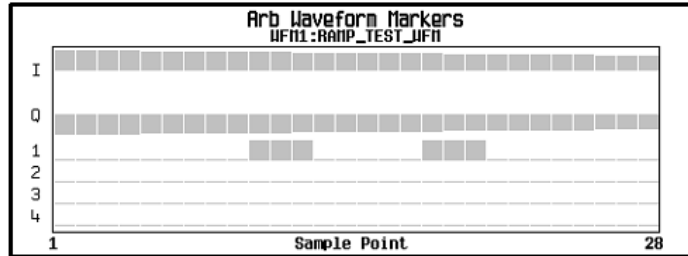
Удаление точек маркеров в некотором диапазоне

В следующем примере используется сигнал с точками маркера (маркер 1), установленными по точкам 10–20. Это облегчает наблюдение интересных вас точек маркеров. Такая же процедура применяется, когда существующие точки установлены в некотором диапазоне или в виде отдельных точек (см. раздел «Этап 2 – Установка точек маркеров в сегменте сигнала» на странице 104).

1. В меню Marker Utilities (стр. 102) выберите нужный маркер (в данном примере это маркер 1).
2. Установите первую точку выборки, которую вы хотите выключить (Off), например, точку 13). Для этого нажмите клавиши **Set Marker Off Range Of Points > First Mkr Point > 13 > Enter**.

- Установите последнюю точку маркера в диапазоне, который вы хотите выключить, на значение меньше или равное количеству точек в модулирующем сигнале, ***u*** больше или равное значению, установленному в пункте 2. В данном примере установите на 17. Нажмите клавиши **Last Mkr Point > 17 > Enter > Apply To Waveform > Return**.

Это выключает все точки активного маркера в пределах диапазона, установленного в пунктах 2 и 3, как показано на следующем рисунке.



Удаление отдельной точки маркера

Применяйте описанную выше процедуру, однако установите первую и последнюю точку маркера на значение точки, которую вы хотите удалить. Например, если вы хотите удалить маркер на точке 5, установите на 5 первое и последнее значение.

Этап 2 – Установка точек маркеров в сегменте сигнала

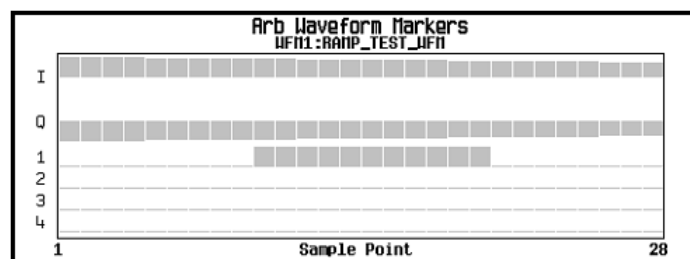
Чтобы установить точки маркера в сегменте, необходимо загрузить сегмент во временную (энергозависимую) память.

Когда вы устанавливаете точки маркеров, они не заменяют, а *дополняют* существующие точки. Ввиду кумулятивного характера маркеров просмотрите сегмент, как описано выше, и удалите нежелательные точки. Когда удалены все маркеры, уровень выходного сигнала события равен 0 В.

Помещение маркеров на ряд точек

- В меню **Marker Utilities** (стр. 102) нажмите функциональную клавишу **Set Markers**.
- Выделите нужный сегмент модулирующего сигнала. В формате ARB имеется единственный файл (**AUTOGEN_WAVEFORM**), который уже выделен.
- Выделите номер нужного маркера. Для этого нажмите клавишу **Marker 1 2 3 4**.
- Установите первую точку выборки в ряду (в данном примере 10). Нажмите клавиши **Set Marker On Range Of Points > First Mkr Point > 10 > Enter**.
- Установите последнюю точку маркера в ряду на значение, меньше или равное количеству точек в модулирующем сигнале, ***u*** больше или равное первой точке маркера (в данном примере 20).
Нажмите клавиши **Last Mkr Point > 20 > Enter**.
- Нажмите клавиши **Apply To Waveform > Return**.

Указанная последовательность действий устанавливает ряд точек маркеров модулирующего сигнала. Сигнал маркера начинается в точке выборки 10 и завершается в точке выборки 20, как показано на следующем рисунке.



Помещение маркера на отдельную точку

На первую точку

1. В меню **Marker Utilities** (стр. 102) нажмите функциональную клавишу **Set Markers**.
2. Выделите нужный сегмент модулирующего сигнала.
В формате ARB имеется единственный файл (**AUTOGEN_WAVEFORM**), который уже выделен.
3. Выделите номер нужного маркера. Для этого нажмите клавишу **Marker 1 2 3 4**.
4. Нажмите клавишу **Set Marker On First Point**.
Это устанавливает маркер на первую точку в сегменте для номера маркера, выбранного в пункте 3.

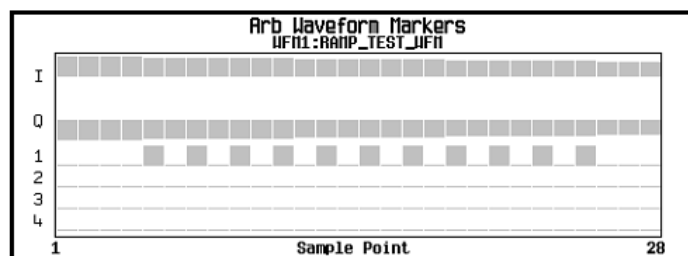
На любую точку

Алгоритм выглядит так же, как описано выше под заголовком «Помещение маркеров на ряд точек», но установите первую и последнюю точку маркера на нужную точку. Например, если вы хотите установить маркер на точку 5, установите на 5 первую и последнюю точку маркера.

Помещение маркеров с промежутками между точками

В следующем примере показано, как установить маркеры в диапазоне точек с промежутками (пропущенными точками) между маркерами. Вы должны установить размер промежутка *до применения* установок параметров маркеров; вы не можете применять пропущенные точки к ранее установленному ряду точек.

1. Удалите все существующие точки маркеров (см. раздел «Этап 1 – Удаление точек маркеров из сегмента модулирующего сигнала» на странице 103).
2. В меню **Marker Utilities** (стр. 102) нажмите функциональную клавишу **Set Markers**.
3. Выделите нужный сегмент модулирующего сигнала.
В формате ARB имеется единственный файл (**AUTOGEN_WAVEFORM**), который уже выделен.
4. Выделите номер нужного маркера. Для этого нажмите клавишу **Marker 1 2 3 4**.
5. Установите первую точку выборки в диапазоне (в данном примере 5).
Нажмите клавиши **Set Marker On Range Of Points > First Mkr Point > 5 > Enter**.
6. Установите последнюю точку маркера в диапазоне на значение, меньшее количества точек в модулирующем сигнале и большее или равное первой точке маркера (в данном примере 25).
Нажмите клавиши **Last Mkr Point > 25 > Enter**.
7. Введите количество точек выборок, которые вы хотите пропустить (в данном примере 1). Нажмите клавиши **# Skipped Points > 1 > Enter**.
8. Нажмите клавиши **Apply To Waveform > Return**.
Это приводит к тому, что маркер появляется через одну точку (каждая вторая точка пропускается) в диапазоне точек маркера, как показано на следующем рисунке.



Одним из применений функции пропуска точек является формирование сигнала тактирования в качестве вспомогательного выходного сигнала.

Этап 3 – Управление маркерами в последовательности модулирующих сигналов (только Dual ARB)

В сегменте модулирующего сигнала точка задействованного маркера генерирует вспомогательный выходной сигнал, который выводится на соединитель EVENT на задней панели (см. раздел «Задняя панель» на странице 32), соответствующий номеру этого маркера. Для последовательности модулирующих сигналов вы включаете и выключаете маркеры по сегментно. Это позволяет вам выводить сигналы маркеров для определенных сегментов в последовательности, но не для других. Установки параметров маркеров остаются неизменными для следующей загруженной последовательности, пока вы не измените их или не выключите прибор.

При формировании последовательности модулирующих сигналов

После того, как вы выберете сегменты сигнала для создания последовательности модулирующих сигналов, и до того, как вы присвоите последовательности имя и сохраните ее в памяти, вы можете включать и выключать маркеры каждого сегмента независимым образом. Включение маркера, у которого нет точек (стр. 102), не влияет на вспомогательные выходы.

1. Выберите сегменты модулирующего сигнала (пункт 1 в разделе «Построение и сохранение в памяти последовательности модулирующих сигналов» на странице 95).
2. Включите маркеры согласно необходимости:
 - а) Выделите первый сегмент модулирующего сигнала.
 - б) Нажмите клавишу **Enable/Disable Markers**.
 - в) Согласно необходимости нажмите клавиши **Toggle Marker 1**, **Toggle Marker 2**, **Toggle Marker 3** и **Toggle Marker 4**. Включение маркера, у которого нет точек (стр. 102), не влияет на вспомогательные выходы.
- Запись в столбце **Mkr** (см. следующий рисунок) указывает на то, что маркер задействован для этого сегмента; отсутствие такой записи указывает на то, что для этого сегмента выключены все маркеры.
- г) Поочередно выделите каждый из остальных сегментов и повторите операцию по пункту в).
3. Нажмите клавишу **Enter**.
4. Присвойте имя последовательности модулирующих сигналов и сохраните ее в памяти (пункт 3 в разделе «Построение и сохранение в памяти последовательности модулирующих сигналов» на странице 95).

На следующем рисунке проиллюстрирована последовательность, сформированная с использованием заводского сегмента; этот сегмент имеет точку маркера на первой выборке для всех четырех маркеров. В этом примере маркер 1 задействован для первого сегмента, маркер 2 – для второго сегмента, а маркеры 3 и 4 задействованы для третьего сегмента.

(1/2)	Segment	SINE_TEST_WFM Sequence	(UNSTORED) (1/1)	Waveform	Reps	Mkr	Toggle Marker 3
AUTOGEN_PPRM_1		2KKL2KKM1		WFM1:SINE_TEST_WFM	1	1	Toggle Marker 4
RAMP_TEST_WFM		A		WFM1:SINE_TEST_WFM	1	2	
SINE_TEST_WFM		AR2		WFM1:SINE_TEST_WFM	1	3/4	
		B					
		COMPLEX					

Для каждого сегмента только маркеры, задействованные для этого сегмента, выводят вспомогательный сигнал на заднюю панель прибора. В данном примере вспомогательный сигнал маркера 1 появляется только для первого сегмента, поскольку он отключен для остальных сегментов. Вспомогательный сигнал маркера 2 появляется только для второго сегмента, а вспомогательные сигналы маркеров 3 и 4 появляются только для третьего сегмента.

В существующей последовательности модулирующих сигналов

Если вы еще не сделали это, сформируйте и сохраните в памяти последовательность модулирующих сигналов, содержащую по меньшей мере три сегмента (см. раздел «Построение и сохранение в памяти последовательности модулирующих сигналов» на странице 95). Проследите за тем, чтобы сегмент или сегменты были загружены во временную (энергозависимую) память (см. раздел «Сохранение и загрузка сегментов модулирующего сигнала» на странице 97).

1. Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Waveform Sequences** и выделите нужную последовательность модулирующих сигналов.
2. Нажмите клавишу **Edit Selected Waveform Sequence** и выделите первый сегмент модулирующего сигнала.
3. Нажмите клавиши **Toggle Marker 1, Toggle Marker 2, Toggle Marker 3** и **Toggle Marker 4**. Включение маркера, у которого нет точек, не влияет на вспомогательные выходы.

Запись в столбце **Mkr** указывает на то, что маркер задействован для этого сегмента; отсутствие такой записи указывает на то, что для этого сегмента выключены все маркеры.

4. Выделите следующий сегмент модулирующего сигнала и включите нужные маркеры (в данном примере маркер 1 и маркер 4).
5. Повторите пункт 4 по необходимости (в данном примере выберите третий сегмент и включите маркер 3).
6. Нажмите клавиши **Return > Name And Store > Enter**.

Маркеры включены или выключены по вашему выбору, и изменения сохранены в файле выбранной последовательности.

(1/1)	Segment	RAMP_TEST_WFM Sequence	(UNSTORED) (1/1)	Waveform	Reps	Mkr	Toggle Marker 1
	RAMP_TEST_WFM	EXAMPLE		WFM1:SINE_TEST_WFM	1	1234	Toggle Marker 2
	SINE_TEST_WFM	EXAMPLE2		WFM1:RAMP_TEST_WFM	1	4	Toggle Marker 3
		GH_SEQ		WFM1:SINE_TEST_WFM	1	3/4	Toggle Marker 4
		G_64+9CH_CDMA					
		ULTITONE_SEQUENCE					
		SINE_X_20_SEG					
		T1					
		WCDMA+GSM_X1EA					

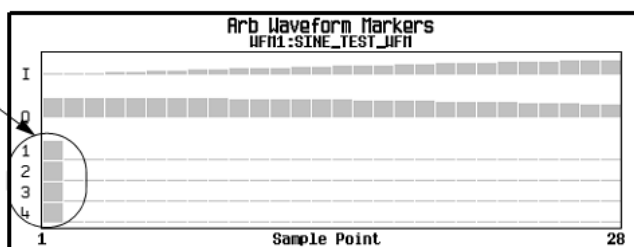
Наблюдение импульса маркера

Во время воспроизведения модулирующего сигнала (см. раздел «

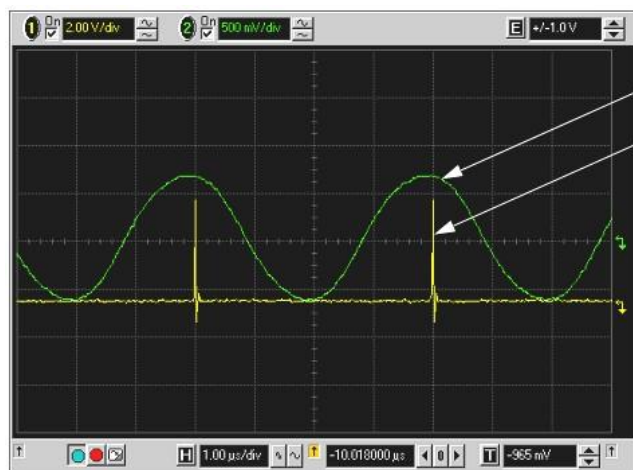
Просмотр маркеров сегментов модулирующего сигнала» на странице 102) вы можете обнаружить импульс установленного и задействованного маркера на соединителе EVENT на задней панели, который соответствует номеру этого маркера. Данный пример показывает, как наблюдать импульс маркера, генерируемый сегментом модулирующего сигнала, у которого установлена хотя бы одна точка маркера (см. раздел «Этап 2 – Установка точек маркеров в сегменте сигнала» на странице 104). Такая же процедура используется для последовательности модулирующих сигналов.

В этом примере используется заводской сегмент **SINE_TEST_WFM** в режиме Dual ARB Player. Заводские сегменты имеют точку маркеров на первой точке выборки для всех четырех маркеров, как показано на этом рисунке.

Точки маркеров на первой точке выборки сегмента модулирующего сигнала



1. Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Select Waveform** и выделите нужный сегмент (в данном примере **SINE_TEST_WFM**).
2. Нажмите клавишу **ARB Off On** на On.
3. Присоедините вход осциллографа к соединителю EVENT 1 и установите запуск по сигналу Event 1. Когда присутствует маркер, на осциллографе можно наблюдать импульс маркера, как показано ниже.

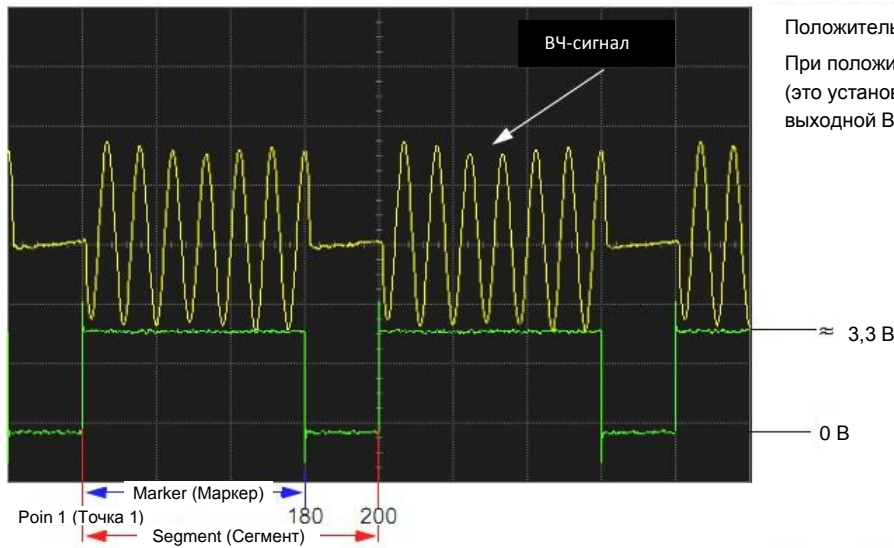


Применение функции маркера RF Blanking

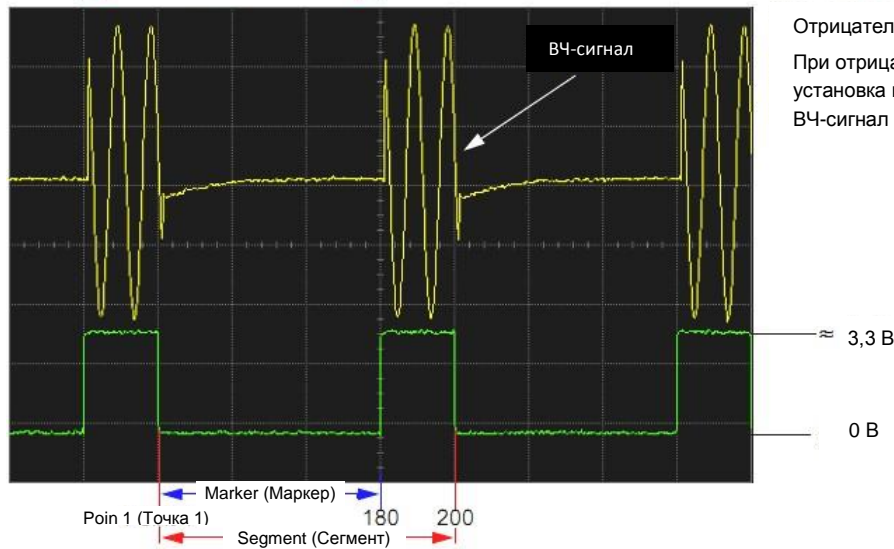
Несмотря на то, что вы можете установить функцию маркера (под названием **Marker Routing** на функциональной клавише) как до, так и после того, как вы установите точки маркеров (см. раздел «Этап 2 – Установка точек маркеров в сегменте сигнала» на странице 104), все же установка функции маркера до установки точек маркеров может изменять ВЧ-сигнал на выходе генераторов. Функция RF Blanking (подавление выходного ВЧ-сигнала) включает в себя функцию ALC Hold, которая описана на стр. 99 (обратите внимание на предупреждение на этой странице в отношении нарушения регулировки мощности). Функция RF Blanking прекращает формирование выходного ВЧ-сигнала, когда сигнал маркера переключается на низкий уровень (лог. 0).

1. Воспользуйтесь заводским сегментом **SINE_TEST_WFM** и установите маркер 1 по точкам 1–180 (см. раздел «Этап 2 – Установка точек маркеров в сегменте сигнала» на странице 104).

- Из меню **Marker Utilities** (подраздел 3.4.2) назначьте маркеру 1 функцию RF Blanking: Нажмите клавиши **Marker Routing > Pulse/RF Blank > Marker 1**.



Положительная полярность маркера
При положительной полярности маркера (это установка по умолчанию) подавляется выходной ВЧ-сигнал во время точек маркера **Of**

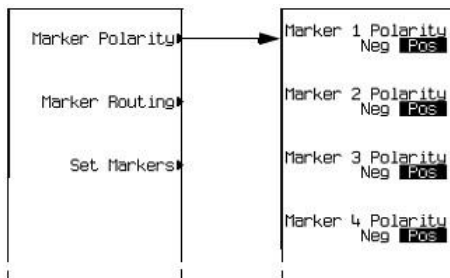


Отрицательная полярность маркера
При отрицательной полярности маркера (это установка по умолчанию) подавляется выходной ВЧ-сигнал во время точек маркера **On**

Установка полярности маркеров

Установка отрицательной полярности маркера инвертирует его сигнал.

- В меню **Marker Utilities** (стр. 102) нажмите клавишу **Marker Polarity**.
- Выберите нужную полярность маркера для каждого номера маркера.



По умолчанию принята положительная полярность маркеров.
Установите полярность каждого маркера независимым образом.
См. также «Сохранение в памяти установок полярности маркеров и маршрутизации» на стр. 99.

Как видно из приведенных выше осциллограмм:

Положительная полярность: точки **On** маркеров соответствуют высокому уровню ($\approx 3,3$ В). Отрицательная полярность: точки **On** маркеров соответствуют низкому уровню (0 В)

Запуск модулирующих сигналов

Запуск возможен как в форматах ARB, так и в форматах реального времени. Запуск ARB управляет воспроизведением файла модулирующего сигнала; запуск специальной модуляции в реальном масштабе времени управляет передачей комбинации данных. Примеры и пояснения в этом разделе основаны на применении режима Dual ARB Player, однако функциональные возможности и обращение к параметрам запуска (см. раздел «Обращение к параметрам запуска» на странице 112) аналогичны для всех форматов (ARB и модуляция в реальном масштабе времени).

Средства запуска управляют передачей данных, сообщая генераторам серии PSG, когда передавать модулирующий сигнал. В зависимости от установки параметров запуска передача данных может производиться однократно, непрерывно, или же генераторы серии PSG могут многократно начинать и прекращать передачу (режим стробирования).

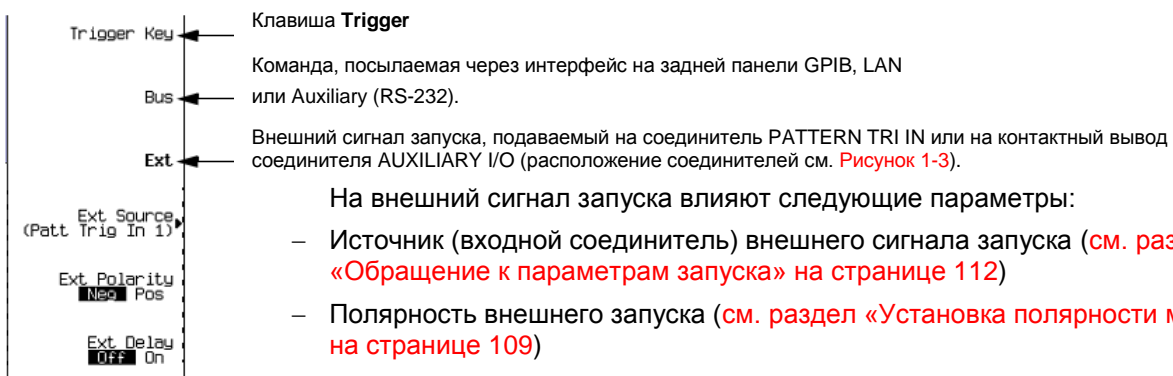
Сигнал запуска содержит положительные и отрицательные перепады сигнала (состояния), которые называются также периодами высокого уровня и низкого уровня; вы можете сконфигурировать генераторы серии PSG на запуск по любому состоянию. Обычно бывает множество событий запуска, когда генераторы сигналов требуют лишь одного события запуска. В такой ситуации генераторы обнаруживают первое событие запуска и игнорируют остальные.

Когда вы выбираете режим запуска, сигнал (несущая плюс модуляция) отсутствует на ВЧ-выходе генераторов сигналов, пока вы не запустите модулирующий сигнал. Это является следствием того, что генераторы серии PSG устанавливают сигналы I и Q на нуль вольт до первого события запуска, что подавляет несущую. Этого не происходит, если вы создаете комбинацию данных с начальными установками напряжения I и Q, не равными нулю. После первого события запуска окончательные уровни сигналов I и Q определяют, увидите ли вы сигнал несущей, или нет (нуль = нет несущей, другие значения = видимая несущая). В конце большинства комбинаций данных конечные точки I и Q установлены на значение, не равное нулю.

Конфигурирование запуска модулирующих сигналов включает в себя четыре части:

- *Источник (Source)* определяет, как генераторы серии PSG получают сигнал запуска, который инициирует воспроизведение модулирующего сигнала.
- *Режим (Mode)* определяет общее поведение модулирующего сигнала во время его воспроизведения.
- *Реакция (Response)* определяет специфику реакции модулирующего сигнала на запуск.
- *Полярность (Polarity)* определяет состояние сигнала запуска, на которое реагирует модулирующий сигнал (применяется только с внешним источником запуска). Вы можете установить отрицательную или положительную полярность.

Источник запуска



На внешний сигнал запуска влияют следующие параметры:

- Источник (входной соединитель) внешнего сигнала запуска (см. раздел «Обращение к параметрам запуска» на странице 112)
- Полярность внешнего запуска (см. раздел «Установка полярности маркеров» на странице 109)

- Задержка между моментом приема сигнала внешнего запуска и тем моментом, когда модулирующий сигнал среагирует на сигнал запуска (см. раздел «Обращение к параметрам запуска» на странице 112).

Режим и реакция

Проигрыватель сигналов произвольной формы обеспечивает четыре *режима запуска*; каждый режим имеет один или несколько возможных вариантов *реакции*:

- **Single** обеспечивает однократное воспроизведение («проигрывание») модулирующего сигнала.
Форматы ARB имеют следующие варианты повторного запуска:
 - **Off** игнорирует сигналы запуска, принимаемые во время воспроизведения модулирующего сигнала. Сигнал запуска, поступающий после завершения воспроизведения, снова запускает воспроизведение.
 - **On** откладывает сигнал запуска, принимаемый во время воспроизведения. для повторного запуска воспроизведения после завершения текущего воспроизведения.
 - **Immediate** обеспечивает немедленный перезапуск воспроизведения модулирующего сигнала сигналом запуска, принятым во время воспроизведения.
- **Gated** обеспечивает состояние ожидания первого активного состояния сигнала запуска для начала передачи, затем повторяющимся образом начинает и останавливает модуляцию в ответ на внешний стробирующий сигнал (см. пример в разделе «Применение стробированного запуска» на странице 113). Активное состояние выбирают с помощью функциональной клавиши **Gate Active Low High** (см. пример в разделе «Применение стробированного запуска» на странице 113).

В формате ARB производится воспроизведение модулирующего сигнала во время *пассивного* состояния и останавливается во время *активного* состояния.

В формате специальной векторной модуляции в реальном масштабе времени поведение зависит от того, содержит ли сигнал стробируемые или нестробируемые данные.

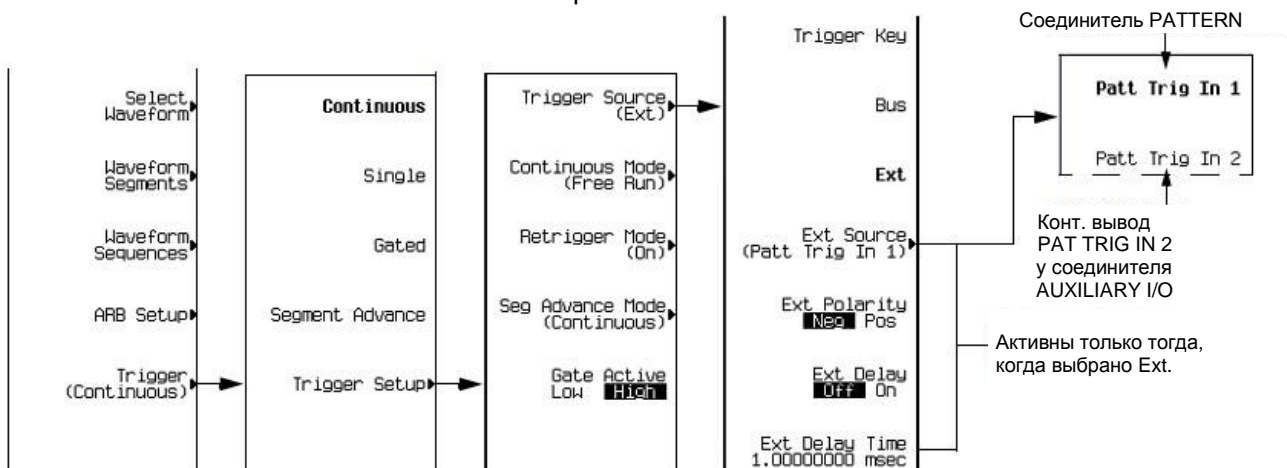
Поскольку генераторы серии PSG обеспечивают только некадрированные (без слотовой или кадровой передачи) данные при задании сигнала со внешней панели, то для передачи сигнала кадрированных (стробируемых, когда ведется передача слотами или кадрами) данных должны создать внешний файл, который содержит кадрирование, и загрузить его в генераторы серии PSG. Обращайтесь на этот счет к *Руководству по программированию (Keysight PSG Signal Generators Programming Guide)*.

- *Некадрированные данные (Unframed data)* передаются во время активных состояний; передача останавливается во время пассивных состояний. Сигнал останавливается на последнем переданном символе и возобновляется на следующем символе.
- *Кадрированные данные (Framed data)* – передача начинается в начале кадра во время активных состояний и останавливается в конце кадра, когда конец приходится на пассивное состояние. Если конец кадра приходится на следующее активное состояние, то сигнал передается непрерывно.
- **Segment Advance** (только Dual ARB) – требуется запуск для воспроизведения сегмента в последовательности. Продвижение воспроизведения от сегмента к сегменту определяется *источником запуска* (см. пример в разделе «Применение прогрессивного запуска сегментов» на странице 114). Сигнал запуска, поступающий во время воспроизведения последнего сегмента, закольцовывает воспроизведение на *первый* сегмент в последовательности. У вас есть два варианта выбора характера воспроизведения сегментов:
 - **Single** обеспечивает однократное воспроизведение сегмента, затем остановку и ожидание запуска перед продвижением к следующему сегменту, который воспроизводится до завершения. Сигналы запуска, поступающие во время воспроизведения, вызывают окончание текущего

- сегмента, затем воспроизведение переходит к следующему сегменту, который воспроизводится до завершения.
- **Continuous** обеспечивает непрерывное воспроизведение сегмента в последовательности до поступления следующего запуска. Сигналы запуска, поступающие во время воспроизведения, вызывают окончание текущего сегмента, затем воспроизведение переходит к следующему сегменту, который воспроизводится до завершения.
 - **Continuous** повторяет модулирующий сигнал, пока вы не выключите сигнал или не выберите другой модулирующий сигнал, режим запуска или реакцию. Здесь имеются следующие варианты:
 - **Free Run** немедленно запускает и воспроизводит модулирующий сигнал; при этом игнорируются сигналы запуска, поступающие во время воспроизведения.
 - **Trigger & Run** воспроизводит модулирующий сигнал, когда поступает сигнал запуска; последующие сигналы запуска игнорируются.
 - **Reset & Run** (этот вариант отсутствует для специальной модуляции в реальном масштабе времени) воспроизводит модулирующий сигнал, когда поступает сигнал запуска; последующие сигналы запуска перезапускают воспроизведение модулирующего сигнала.

Обращение к параметрам запуска

На следующем рисунке показана система меню для параметров запуска. На этих рисунках показан режим Dual ARB Player, однако вы можете обратиться к параметрам запуска через клавишу **Trigger** во всех форматах ARB и через клавишу **Pattern Trigger** в формате векторной IQ-модуляции в реальном масштабе времени.



- Чтобы вывести на экран режимы запуска, нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Trigger**.
- Чтобы вывести на экран варианты выбора реакции для данного режима запуска, нажмите клавишу **Trigger Setup**, затем выберите нужный режим запуска. Чтобы увидеть варианты выбора для режима Single в формате ARB, выберите **Retrigger Mode**; в режиме специальной модуляции в реальном масштабе времени выбор режима Single вызывает однократное воспроизведение комбинации данных при запуске.
- Чтобы вывести на экран варианты выбора источника запуска, нажмите клавиши **Trigger Setup > Trigger Source**.

Установка полярности внешнего запуска

Режим стробированного запуска (Gated Mode)

Варианты выбора, доступные с активным параметром стробирования, относятся к состояниям низкого и высокого уровня внешнего сигнала запуска. Например, если выбрать высокий уровень (High), то активное состояние возникает во время высокого уровня сигнала запуска.

Форматы ARB

Когда возникает активное состояние, генераторы серии PSG *останавливают* воспроизведение файла модулирующего сигнала на последней точке выборки воспроизводимого сигнала и возобновляет воспроизведение на следующей точке выборки, когда возникает пассивное состояние.

Векторная модуляция в реальном масштабе времени

Когда возникает активное состояние, генераторы серии PSG *передают* комбинацию данных. Когда возникает пассивное состояние, передача останавливается на последнем переданном символе и возобновляется на следующем символе, когда возникает активное состояние.

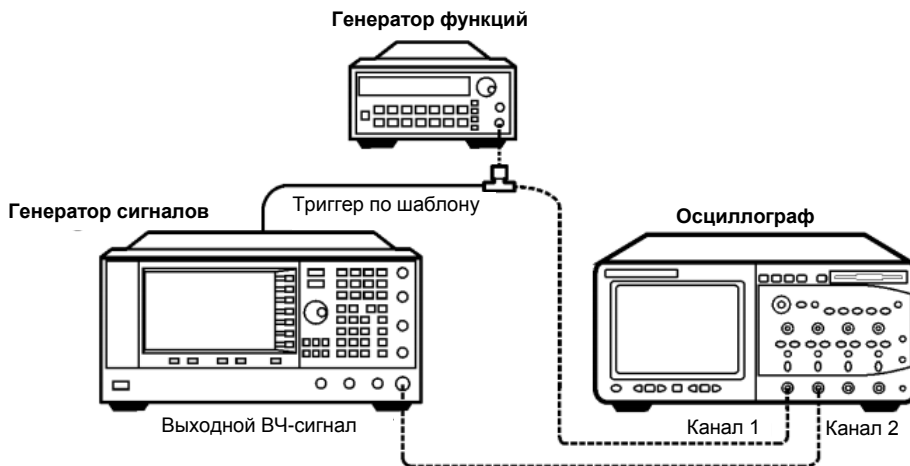
Режимы Continuous, Single и Segment Advance

Варианты выбора у функциональной клавиши **Ext Polarity Neg Pos** относятся состояниям низкого уровня (отрицательный перепад) и высокого уровня (положительный перепад) сигнала внешнего запуска. Когда выбран вариант Neg (по умолчанию), генераторы серии PSG реагируют во время состояния низкого уровня сигнала запуска.

Применение стробированного запуска

Стробированный запуск позволяет вам задать состояния модулирующего сигнала On (воспроизведение) и Off. В этом примере используется заводской сегмент **SINE_TEST_WFM**.

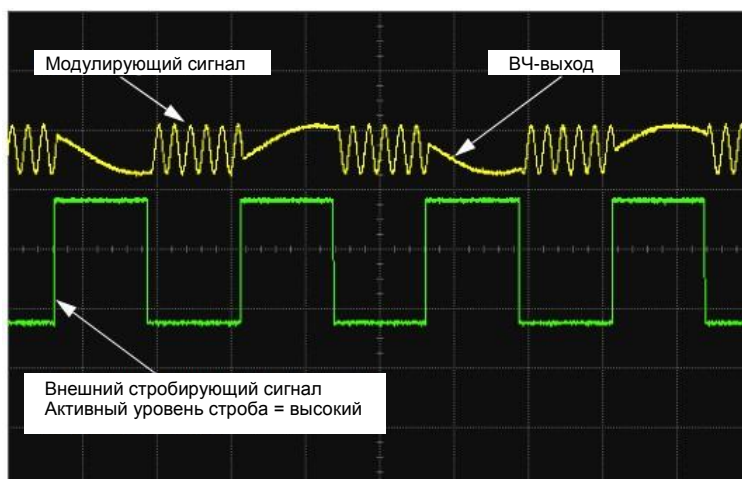
1. Присоедините выход генераторов функций к соединителю PATTERN TRIG IN на задней панели генератора сигналов, как показано на следующем рисунке.



Это соединение применимо ко всем методам внешнего запуска. Дополнительное подключение осциллографа позволяет вам видеть результат воздействия сигнала запуска на выходной ВЧ-сигнал.

2. Нажмите клавишу **Preset** у генератора сигналов.
3. Сконфигурируйте выход сигнала несущей.
 - Установите нужное значение частоты.
 - Установите нужное значение амплитуды.
 - Активируйте выход ВЧ-сигнала.
4. Выберите модулирующий сигнал для воспроизведения (последовательность или сегмент).
 - а) Нажмите клавишу **Preset** у генератора сигналов.
 - б) Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Select Waveform**.
 - в) Выделите файл модулирующего сигнала (в данном примере **SINE_TEST_WFM**).
 - г) Нажмите клавишу **Select Waveform**.
5. Выберите метод запуска модулирующего сигнала.
 - а) Нажмите клавиши **Trigger > Gated**.

- б) Нажмите клавиши **Trigger > Trigger Setup** и обратите внимание на то, что у функциональной клавиши **Gate Active Low High** по умолчанию значится вариант High, который мы используем в этом примере.
6. Выберите источник запуска и вход на задней панели:
 - а) У функциональной клавиши **Trigger Source** по умолчанию выбран вариант **Ext**, который мы используем в этом примере (стробированный запуск требует применения внешнего источника запуска).
 - б) Нажмите клавишу **Trigger Source** и обратите внимание на то, что у функциональной клавиши **Ext Source** по умолчанию значится вариант **Patt Trig In 1**, который мы используем в этом примере.
7. Включите генерирование модулирующего сигнала. Для этого нажмите клавишу **ARB Off On** на On.
8. На генераторе функций сконфигурируйте сигнал TTL для внешнего стробировующего запуска.
9. (Дополнительно) Проконтролируйте текущий модулирующий сигнал. Сконфигурируйте осциллограф на отображение выхода генераторов сигналов и сигнала внешнего запуска. Вы увидите модуляцию выходного ВЧ-сигнала во время *пассивных* периодов стробирования (при низком уровне). На следующем рисунке показаны осциллограммы сигналов.



ПРИМЕЧАНИЕ

В режиме векторной модуляции в реальном масштабе времени возникает обратное поведение: вы видите модулированный сигнал, когда сигнал стробирования имеет *высокий* уровень.

Применение прогрессивного запуска сегментов

Прогрессивный запуск сегментов (Segment Advance Triggering) позволяет вам управлять воспроизведением сегментов в пределах последовательности модулирующих сигналов. В следующем примере используется последовательность, состоящая из двух сегментов.

Если вы еще не создали и не сохранили в памяти последовательность модулирующих сигналов, то выполните процедуры, описанные в [разделах «Создание сегментов модулирующего сигнала» на странице 93](#) и [«Построение и сохранение в памяти последовательности модулирующих сигналов» на странице 95](#).

1. Нажмите клавишу **Preset** на передней панели генератора сигналов.
2. Сконфигурируйте выход ВЧ-сигнала:
 - Установите нужное значение частоты.
 - Установите нужное значение амплитуды.
 - Включите выход ВЧ-сигнала.
3. Выберите последовательность модулирующих сигналов для воспроизведения:

- а) Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Select Waveform**.
 - б) Выделите файл последовательности модулирующих сигналов.
 - в) Нажмите клавишу **Select Waveform**.
4. Выберите метод запуска модулирующих сигналов и источник запуска:
- а) Нажмите клавиши **Trigger > Segment Advance**.
 - б) Нажмите клавиши **Trigger > Trigger Setup** и обратите внимание на то, что функциональная клавиша **Seg Advance Mode** показывает принятый по умолчанию вариант выбора (Continuous), который используется в этом примере.
 - в) Нажмите клавиши **Trigger Source > Trigger Key**.
5. Включите генерирование последовательности модулирующих сигналов: Нажмите клавиши **Return > Return > ARB Off On** на On.
6. Запустите первый сегмент, чтобы начать повторяющееся воспроизведение: Нажмите аппаратную клавишу **Trigger**.
7. (Дополнительно) Проконтролируйте текущий модулирующий сигнал: Присоедините вход осциллографа к выходу генератора сигналов и сконфигурируйте осциллограф так, чтобы вы видели выходной сигнал генератора.
8. Запустите второй сегмент: Нажмите аппаратную клавишу **Trigger**.
- Теперь воспроизводится второй сегмент в последовательности. Нажатие клавиши **Trigger** приводит к окончанию текущего воспроизведения и к началу воспроизведения следующего сегмента. Если нажать клавишу **Trigger** во время воспроизведения последнего сегмента, то начнется воспроизведение *первого* сегмента в последовательности модулирующих сигналов, когда закончится воспроизведение текущего сегмента.

Применение амплитудного ограничения модулирующих сигналов

Модулирующие сигналы с большими пиками мощности могут вызывать интермодуляционные искажения, которые вызывают «размытие» («уширение») спектра, т. е. состояние, которое создает помехи сигналам в соседних частотных диапазонах. Функция амплитудного ограничения позволяет уменьшить пики мощности путем ограничения данных I и Q до выбранного процентного значения от наибольшего пика.

Функция амплитудного ограничения доступна только в режиме Dual ARB.

Как образуются пики мощности

Чтобы понять, как амплитудное ограничение уменьшает большие пики мощности, важно знать, как образуются пики мощности при формировании сигнала.

Модулирующие сигналы I/Q могут быть результатом суммирования нескольких каналов (**Рисунок 3-10**). Всякий раз, когда большинство или все модулирующие сигналы отдельных каналов содержат бит в одинаковом состоянии (высокий уровень или низкий уровень), в суммарном модулирующем сигнале появляется необычно большой пик мощности. Это случается *не часто* ввиду случайного характера состояния битов в модулирующих сигналах этих каналов, вызывающего частичную компенсацию.

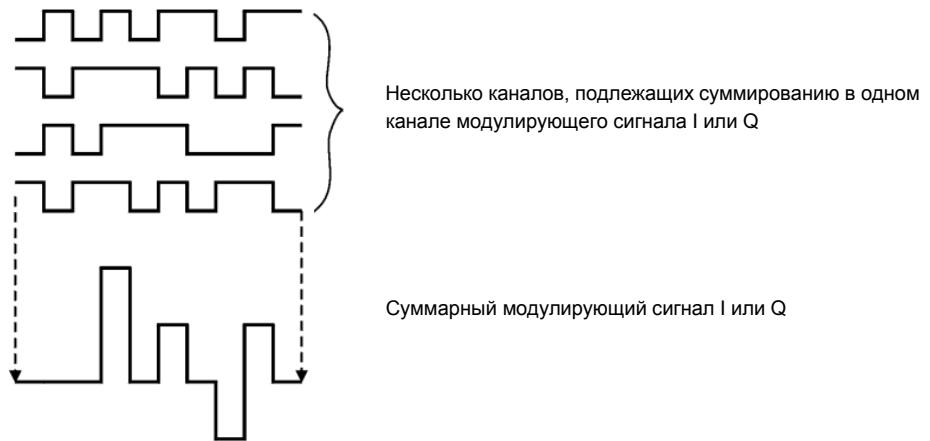


Рисунок 3-10. Суммирование нескольких каналов

Сигналы I и Q комбинируются в I/Q-модуляторе для формирования ВЧ-сигнала. Амплитуда огибающей ВЧ-сигнала определяется выражением $\sqrt{I^2 + Q^2}$, где возведение в квадрат I и Q всегда дает положительное значение.

Одновременные положительные и отрицательные пики в составляющих I и Q не компенсируют друг друга, но комбинируются так, что формируется еще более высокий пик (Рисунок 3-11).

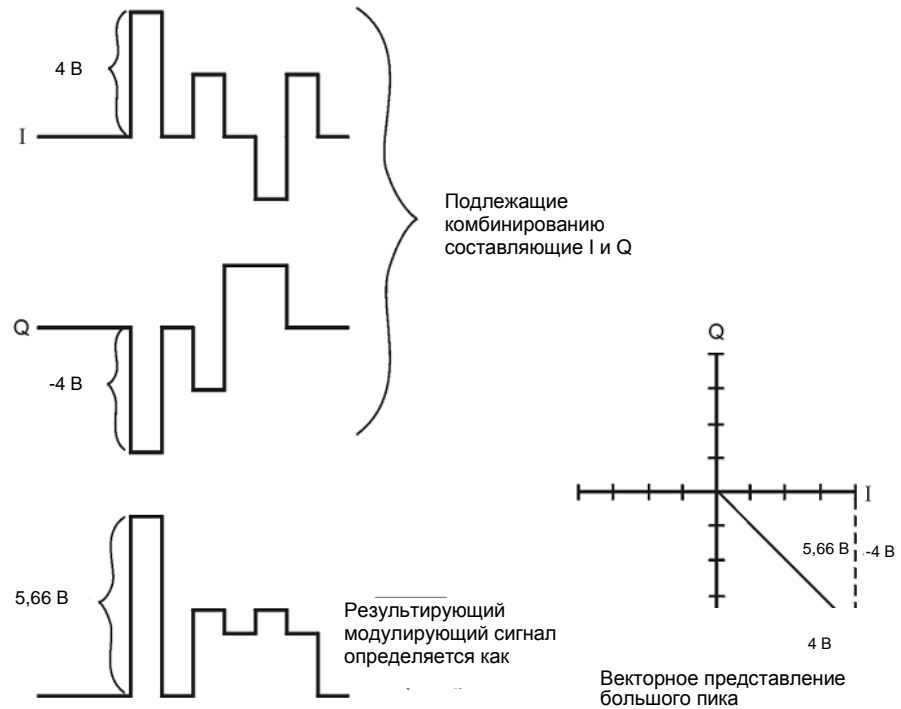


Рисунок 3-11. Комбинирование модулирующих сигналов I и Q

Как пики вызывают спектральное уширение

Ввиду относительно редкого возникновения больших пиков модулирующий сигнал характеризуется высоким отношением пиковой мощности к средней мощности (см. [Рисунок 3-12](#)). Поскольку коэффициент усиления усилителя мощности передатчика установлен на обеспечение определенной средней мощности, высокие пики могут вводить усилитель мощности в состояние, близкое к насыщению. Это вызывает интермодуляционные искажения, приводящие к уширению (или «размытию») спектра.

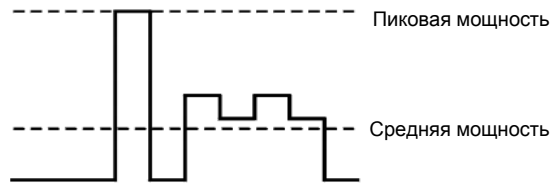


Рисунок 3-12. Пиковая и средняя мощность

Спектральное уширение захватывает частотную область по бокам от несущей (подобно боковым полосам) и простирается в соседние частотные диапазоны (см. [Рисунок 3-13](#)). В результате этого создаются помехи связи в соседних диапазонах. Решение этой проблемы может обеспечить амплитудное ограничение.

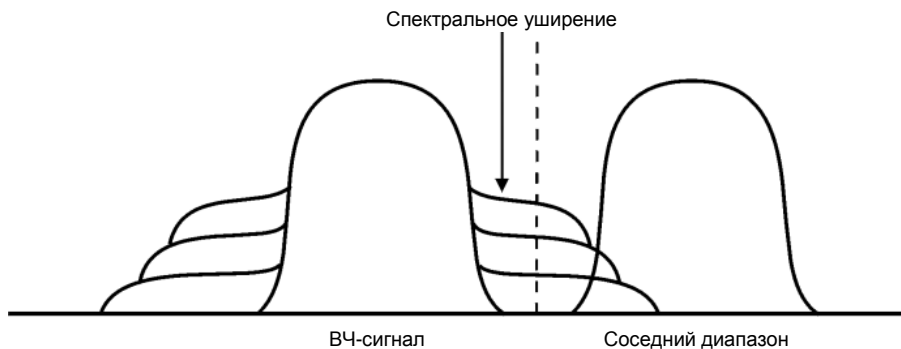


Рисунок 3-13. Спектральное уширение создает помехи соседнему диапазону

Как действует амплитудное ограничение

Отношение пиковой мощности к средней мощности (и как следствие, паразитное расширение спектрального профиля) можно уменьшить путем амплитудного ограничения модулирующего сигнала до выбранного процентного значения от его пиковой мощности. Векторные генераторы сигналов серии PSG реализуют два разных способа амплитудного ограничения: круговое и прямоугольное.

Круговое амплитудное ограничение применяется к комбинированному модулирующему сигналу ($|I + jQ|$). Обратите внимание на то, что **Рисунок 3-14** демонстрирует, что уровень амплитудного ограничения является постоянным для всех фаз векторного представления сигнала, что проявляется в виде окружности. *Прямоугольное* амплитудное ограничение применяется отдельно к составляющим I и Q модулирующего сигнала ($|I|$, $|Q|$). Обратите внимание на то, что **Рисунок 3-15** показывает, что уровень ограничения различается для составляющих I и Q, поэтому на векторной диаграмме это проявляется в виде прямоугольника. При применении любого из этих способов важно ограничить модулирующий сигнал до уровня, который эффективно уменьшает спектральное уширение, но *не ухудшает* целостность сигнала. **Рисунок 3-16** показывает два графика комплементарной интегральной функции распределения, демонстрирующие уменьшение отношения пиковой мощности к средней мощности в результате кругового амплитудного ограничения.

Чем ниже вы установите уровень ограничения, тем меньше будет пиковая мощность (тем больше будет срезан сигнал). Зачастую можно успешно ограничить пики без существенного воздействия на остальную часть сигнала. Данные, которые могут быть потеряны в процессе амплитудного ограничения, восстанавливаются благодаря коррекции ошибок, применяемой в кодированных системах. Однако при слишком сильном ограничении может оказаться невозможным восстановление данных. Вы можете попробовать несколько вариантов установки амплитудного ограничения, чтобы найти оптимальный вариант.

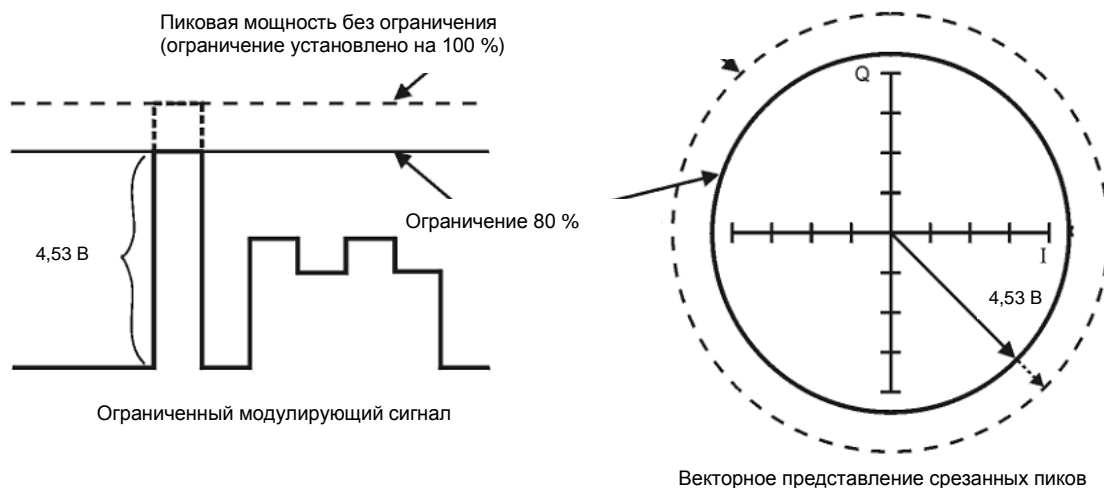
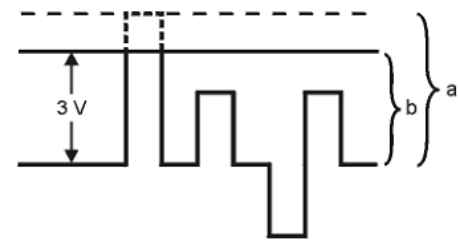
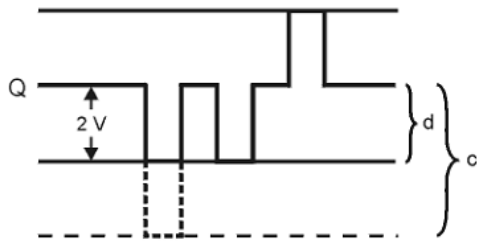


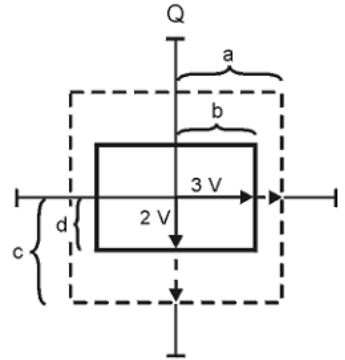
Рисунок 3-14. Круговое амплитудное ограничение



Ограниченный модулирующий сигнал I



Ограниченный модулирующий сигнал Q



Векторное представление срезанных пиков I и Q

- a) $|I|$ ограничение установлено на 100 % (нет ограничения)
- b) $|I|$ ограничение установлено на 75 % от наибольшего пика
- c) $|Q|$ ограничение установлено на 100 % (нет ограничения)
- d) $|Q|$ ограничение установлено на 50 % от наибольшего пика

Рисунок 3-15. Прямоугольное амплитудное ограничение

Комплементарная интегральная функция распределения (CCDF)

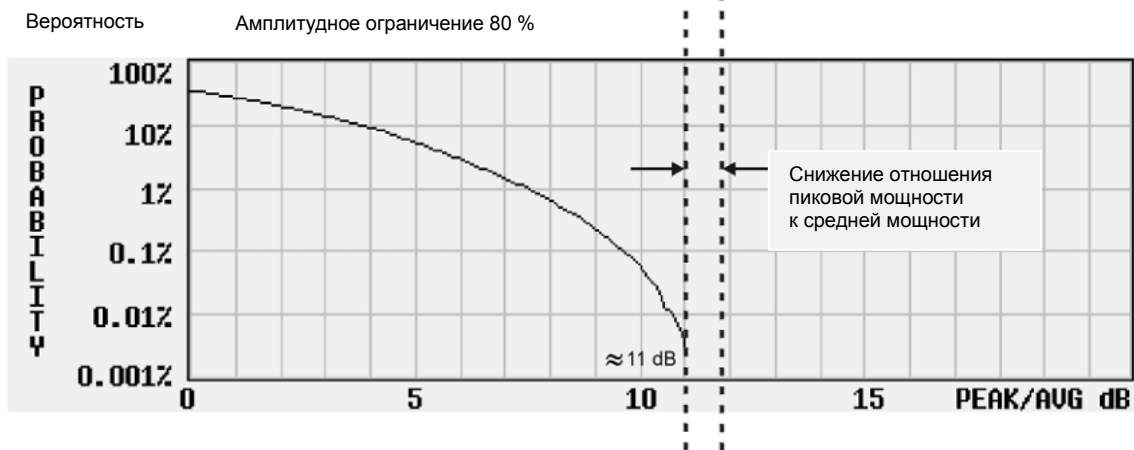
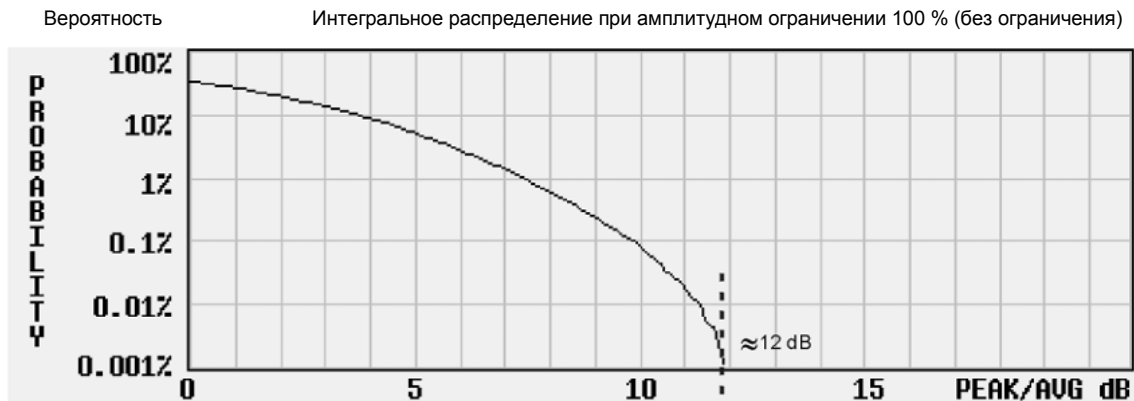


Рисунок 3-16. Снижение отношения пиковой мощности к средней мощности

Конфигурирование кругового амплитудного ограничения

Эта процедура показывает, как сконфигурировать круговое амплитудное ограничение, при котором задается ограничительный порог для композитных квадратур I/Q (данные I и Q ограничиваются в равной мере). За дополнительной информацией о круговом амплитудном ограничении обращайтесь к [разделу «Как действует амплитудное ограничение» на странице 118](#).

1. Нажмите клавиши **Preset > Mode > Custom > Arb Waveform Generator > Digital Modulation Off On** на On. Так активируется встроенная векторная модуляция для использования в данной процедуре. Вы можете также использовать модулирующий сигнал, ранее занесенный в долговременную память или загруженный во временную память.
2. Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Select Waveform**; при этом на дисплее должен быть выделен файл **AUTOGEN_WAVEFORM**. Это принятое по умолчанию имя, присвоенное модулирующему сигналу, созданному в пункте 1.
3. Нажмите клавишу **Select Waveform**. Это выбирает модулирующий сигнал и возвращает вас в предыдущее меню функциональных клавиш.
4. Нажмите клавишу **ARB Off On** на On. Должен включиться режим Dual ARB Player для отображения графика комплементарного интегрального распределения (CCDF) на следующих этапах этой процедуры.
5. Нажмите клавиши **ARB Setup > Waveform Utilities > Waveform Statistics**; при этом на дисплее должен быть выделен файл **AUTOGEN_WAVEFORM**.
6. Нажмите клавишу **CCDF Plot** и посмотрите на график распределения сигнала (самая темная линия).
7. Нажмите клавиши **Return > Return > Clipping**.
8. Проследите за тем, чтобы функциональная клавиша **Clipping Type |I+jQ| | I |, |Q|** была установлена на **|I+jQ|**, что означает круговое амплитудное ограничение.
9. Нажмите клавиши **Clip |I+jQ| To > 80 > % > Apply to Waveform**. Данные I и Q ограничиваются до 80 %. После того, как к сигналу применялось амплитудное ограничение, его невозможно будет отменить. Повторное применение амплитудного ограничения оказывает кумулятивное действие на модулирующий сигнал.
10. Нажмите клавиши **Waveform Statistics > CCDF Plot** и посмотрите на график распределения сигнала. Обратите внимание на уменьшение отношения пиковой мощности к средней по сравнению с предыдущим графиком после применения амплитудного ограничения.

Конфигурирование прямоугольного амплитудного ограничения

Эта процедура показывает, как сконфигурировать прямоугольное амплитудное ограничение, при котором данные I и Q ограничиваются независимым образом. За дополнительной информацией о прямоугольном амплитудном ограничении обращайтесь к [разделу «Как действует амплитудное ограничение» на странице 118](#).

1. Нажмите клавиши **Preset > Mode > Custom > Arb Waveform Generator > Digital Modulation Off On** на On. Это генерирует специальный сигнал произвольной формы для использования в данной процедуре. Вы можете также использовать модулирующий сигнал, ранее занесенный в долговременную память или загруженный во временную память.
2. Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Select Waveform**; при этом на дисплее должен быть выделен файл **AUTOGEN_WAVEFORM**. Это принятое по умолчанию имя, присвоенное модулирующему сигналу, созданному в пункте 1.
3. Нажмите клавишу **Select Waveform**. Это выбирает модулирующий сигнал и возвращает вас в предыдущее меню функциональных клавиш.

4. Нажмите клавишу **ARB Off On** на On. Должен включиться режим Dual ARB Player для отображения графика комплементарного интегрального распределения (CCDF) на следующих этапах этой процедуры.
5. Нажмите клавиши **ARB Setup > Waveform Utilities > Waveform Statistics**; при этом на дисплее должен быть выделен файл **UTOGEN_WAVEFORM**.
6. Нажмите клавишу **CCDF Plot** и посмотрите на график распределения сигнала (самая темная линия).
7. Нажмите клавиши **Return > Return > Clipping**.
8. Проследите за тем, чтобы функциональная клавиша **Clipping Type |I+jQ| |I|, |Q|** была установлена на **|I|, |Q|**. Это активизирует функциональные клавиши **Clip |I| To** и **Clip |Q| To**, которые позволяют вам независимым образом задать амплитудное ограничение данных I и Q.
9. Нажмите клавиши **Clip |I| To > 80 > %**.
10. Нажмите клавиши **Clip |Q| To > 40 > % > Apply to Waveform**. Данные I и Q индивидуально ограничиваются до 80 % и 40 %, соответственно. После того, как к сигналу применялось амплитудное ограничение, его невозможно будет отменить. Повторное применение амплитудного ограничения оказывает кумулятивное действие на модулирующий сигнал.
11. Нажмите клавиши **Waveform Statistics > CCDF Plot** и посмотрите на график распределения сигнала. Обратите внимание на уменьшение отношения пиковой мощности к средней по сравнению с предыдущим графиком после применения амплитудного ограничения.

Применение масштабирования модулирующих сигналов

Масштабирование модулирующих сигналов применяется для предотвращения погрешностей, обусловленных перегрузкой цифро-аналогового преобразователя (ЦАП). Генератор серии PSG реализует два метода масштабирования модулирующих сигналов. Вы можете выполнять масштабирование действующего сигнала в реальном масштабе времени путем подстройки модулирующего сигнала во время его воспроизведения. Второй метод – масштабировать файл модулирующего сигнала, находящийся во временной (энергозависимой) памяти. В этом разделе описано, как возникают погрешности от перегрузки ЦАП и как применять масштабирование модулирующих сигналов для эффективного устранения этих погрешностей.

Как возникают погрешности от перегрузки ЦАП

Генератор серии PSG использует фильтр интерполятора в преобразовании цифровых модулирующих сигналов I и Q в аналоговые сигналы. Тактовая частота интерполятора в четыре раза превышает частоту выборок модулирующего сигнала. Поэтому интерполятор дополняет расчетными значениями точки сигнала между реальными точками выборки, что обеспечивает сглаживание формы сигнала (см. [Рисунок 3-17](#)).

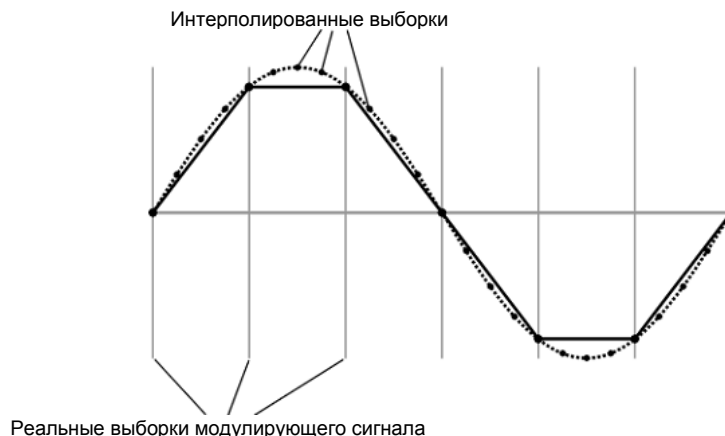


Рисунок 3-17. Интерполяция формы сигнала

Интерполяционные фильтры в цифро-аналоговых преобразователях имеют выбросы на переходной характеристике. Если модулирующий сигнал обладает крутым фронтом, то в интерполированный сигнал вносятся искажения в виде выброса и звона после крутого фронта. Если этот выброс со звоном превысит верхний предел динамического диапазона ЦАП, то интерполятор вычислит ошибочные интерполированные точки и окажется неспособным воспроизвести истинную форму затухающих колебаний (см. [Рисунок 3-18](#)). В результате этого появится сообщение об ошибке от перегрузки ЦАП.



Рисунок 3-18. Выброс и звон после фронта сигнала

Как масштабирование устраняет погрешности от перегрузки ЦАП

Масштабирование уменьшает амплитуду (или сокращает динамический диапазон) модулирующего сигнала, сохраняя в основном форму сигнала и такие его характеристики, как отношение пиковой мощности к средней мощности. Если масштабировать модулирующий сигнал с крутым фронтом так, чтобы обеспечить достаточный запас для выброса, то фильтр интерполятора сможет правильно вычислить точки выборок, характеризующие выброс со звоном, устраняя таким образом погрешность от перегрузки ЦАП (см. [Рисунок 3-19](#)).

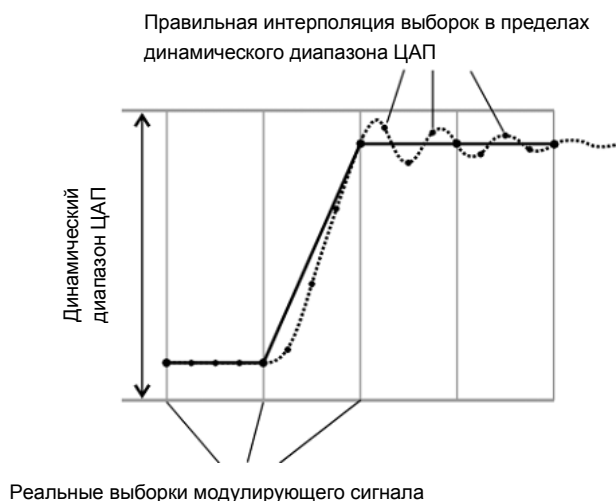


Рисунок 3-19. Результат масштабирования модулирующего сигнала

Несмотря на то, что масштабирование сохраняет в основном форму сигнала, чрезмерное масштабирование может ухудшить целостность данных вследствие того, что битовое разрешение может оказаться столь низким, что сигнал будет искажен шумом квантования. Максимальная точность и оптимальный динамический диапазон достигается при масштабировании

сигнала ровно настолько, насколько это необходимо для устранения погрешности от перегрузки ЦАП. Оптимальное масштабирование зависит от характера изменения модулирующего сигнала. Масштабирование модулирующего сигнала в процессе его воспроизведения

Эта процедура позволяет вам осуществлять подстройку масштабирования, воспроизводимого в данный момент модулирующего сигнала в реальном масштабе времени. Этот тип масштабирования не редактирует непосредственно файл модулирующего сигнала и хорошо подходит для устранения погрешности от перегрузки ЦАП.

1. Нажмите клавиши **Preset > Mode > Custom > Arb Waveform Generator > Digital Modulation Off On** на Оп. Это генерирует специальный сигнал произвольной формы для использования в этой процедуре. Вы можете также использовать модулирующий сигнал, ранее занесенный в долговременную память или загруженный во временную память.
2. Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Select Waveform**; при этом на дисплее должен быть выделен файл **AUTOGEN_WAVEFORM**. Это принятое по умолчанию имя, присвоенное модулирующему сигналу, созданному в пункте 1.
3. Нажмите клавишу **Select Waveform**. Эта кнопка задает модулирующий сигнал и возвращает вас в предыдущее меню функциональных клавиш.
4. Нажмите клавишу **ARB Off On** на Оп. Таким образом включается воспроизведение выбранного модулирующего сигнала.
5. Нажмите клавиши **ARB Setup > More (1 of 2) > Waveform Runtime Scaling** и введите новое значение масштабирования с помощью поворотной ручки или цифровой клавиатуры. Новое значение масштабирования сразу же применяется к воспроизводимому модулирующему сигналу. Регулировка масштабирования в реальном масштабе времени не имеет кумулятивного характера, поскольку эти значения всегда относятся к исходной амплитуде файла модулирующего сигнала.

Масштабирование файла модулирующего сигнала в энергозависимой памяти

Эта процедура позволяет вам реализовать постоянно действующее масштабирование файла модулирующего сигнала. Тогда вы можете занести масштабированный сегмент модулирующего сигнала в долговременную (энергонезависимую) память для использования в будущем. Масштабирование является кумулятивным и необратимым.

1. Нажмите клавиши **Preset > Mode > Custom > Arb Waveform Generator > Digital Modulation Off On** на Оп. Таким образом включается векторный режим формирования сигналов произвольной формы для использования в этой процедуре. Вы можете также использовать модулирующий сигнал, ранее занесенный в долговременную память или загруженный во временную память.
2. Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Select Waveform**; при этом на дисплее должен быть выделен файл **AUTOGEN_WAVEFORM**. Это принятое по умолчанию имя, присвоенное модулирующему сигналу, созданному в пункте 1.
3. Нажмите клавишу **Select Waveform**. Это выбирает модулирующий сигнал и возвращает вас в предыдущее меню функциональных клавиш.
4. Нажмите клавиши **ARB Setup > Waveform Utilities**; при этом на дисплее должен быть выделен файл **AUTOGEN_WAVEFORM**.
5. Нажмите клавиши **Scale Waveform Data > Scaling > 70 > % > Apply to Waveform**. Теперь амплитуда модулирующего сигнала уменьшается до 70 % от первоначального значения. К модулирующему сигналу можно применить только этот тип масштабирования, причем невозможно отменить масштабирование. Повторное масштабирование оказывает дополнительно искажает модулирующий сигнал.

Установка смещения полосы частот модулирующих сигналов

Смещение полосы частот модулирующих сигналов используется для сдвига модулирующих сигналов в диапазоне до ± 20 МГц в пределах сигнального частотного диапазона 80 МГц генераторов модулирующих сигналов (BBG) в зависимости от варианта реализации встроенных генераторов сигналов специальной формы.

Когда смещение полосы частот модулирующих сигналов не равно нулю, аппаратный фазовращатель накапливает фазовый сдвиг модулирующего сигнала. Эта фаза автоматически сбрасывается, когда смещение полосы частот модулирующих сигналов возвращается к 0 Гц.

Обычные применения функции смещения включают в себя следующее:

- смещение несущей от паразитного просачивания сигнала гетеродина (всплеск сигнала на несущей частоте);
- суммирование модулирующего сигнала с внешними входами I и Q для формирования сигнала с несколькими несущими;
- применение сигнала I/Q генераторов сигналов в качестве сигнала промежуточной частоты (IF).

ПРИМЕЧАНИЕ

Изменение смещения полосы частот модулирующих сигналов может привести к перегрузке ЦАП с выводом сообщения об ошибке **628, Baseband Generator DAC over range**. Генератор сигналов имеет встроенную функцию автоматического масштабирования для минимизации вероятности возникновения такой ситуации. За дополнительной информацией обращайтесь к [разделу «Как масштабирование устраняет погрешности от перегрузки ЦАП»](#) на странице 122.

Значение смещения частоты модулирующего сигнала является одним из параметров заголовка файла; это означает, что вы можете сохранить это значение в памяти совместно с файлом модулирующего сигнала. Когда вы выбираете модулирующий сигнал с занесенным в память значением смещения частоты, генераторы сигналов изменяют текущее значение для согласования со значением заголовка. Если для данного модулирующего сигнала нет занесенного в память значения смещения частоты, то генераторы сигналов используют последнее установленное значение смещения частоты.

Вы можете также пользоваться функцией Save для сохранения этого значения в качестве одного из параметров настройки генераторов сигналов. Когда вы вызываете (Recall) набор параметров генераторов сигналов, занесенный в память функцией Save, то это значение смещения частоты становится элементом текущей настройки прибора независимо от значения, занесенного в память с заголовком файла.

Действуйте, как описано ниже, чтобы выполнить отстройку несущей для минимизации просачивания гетеродина. В этом примере используется заводской файл модулирующего сигнала **SINE_TEST_WFM**, доступный в режиме Dual ARB Player. Чтобы посмотреть выходной сигнал в этом примере, присоедините вход анализатора спектра к выходу RF OUTPUT генераторов сигналов.

1. Выберите модулирующий сигнал и включите его воспроизведение:
 - а) Нажмите клавиши **Mode > Dual ARB > Select Waveform**.
 - б) На основном дисплее выделите модулирующий сигнал **SINE_TEST_WFM**.
 - в) Нажмите клавишу **Select Waveform**.
2. Включите воспроизведение модулирующего сигнала. Для этого нажмите клавишу **ARB Off On** на On.
3. Сконфигурируйте сигнал несущей:
 - а) Установите сигнал несущей на 1 ГГц.
 - б) Установите амплитуду на 0 дБм.
 - в) Включите выход RF OUTPUT.
4. Нажмите клавиши **ARB setup > More (2 of 3) > Baseband Frequency Offset > 20 MHz**. Теперь модулированный ВЧ-сигнал смещен от несущей частоты на 20 МГц.

4 Оптимизация рабочих характеристик

В следующих разделах этой главы описаны процедуры, улучшающие рабочие характеристики генераторов сигналов серии PSG.

- «Применение автоматической регулировки мощности (ALC)» на странице 126
- «Применение внешней регулировки мощности» на странице 127
- «Создание и применение пользовательской коррекции неравномерности ЧХ» на странице 129
- «Применение калибровки детектора опции 521 (опция 521)» на странице 139
- «Подстройка полосы частот генераторов опорной частоты (опция UNR/UNX/UNY)» на странице 139
- «Оптимизация фазового шума и гармоник на частотах ниже 3,2 ГГц (опция UNX)» на странице 140

Применение автоматической регулировки мощности (ALC)

Выбор ширины полосы частот контура ALC

ВНИМАНИЕ!

Внутренняя регулировка мощности работает в диапазоне уровней от 15 дБм до максимальной мощности.

Для внутренней регулировки мощности генераторы сигналов используют схему автоматической регулировки мощности (ALC) до подачи сигнала на ВЧ-выход. Существует пять вариантов выбора ширины полосы частот контура ALC: автоматический выбор, 100 Гц, 1 кГц, 10 кГц и 100 кГц. В автоматическом режиме (это предустановленный вариант выбора) генераторы сигналов автоматически выбирают ширину полосы частот контура ALC в зависимости от конфигурации и установок параметров (см. [Рисунок 4-1](#)).

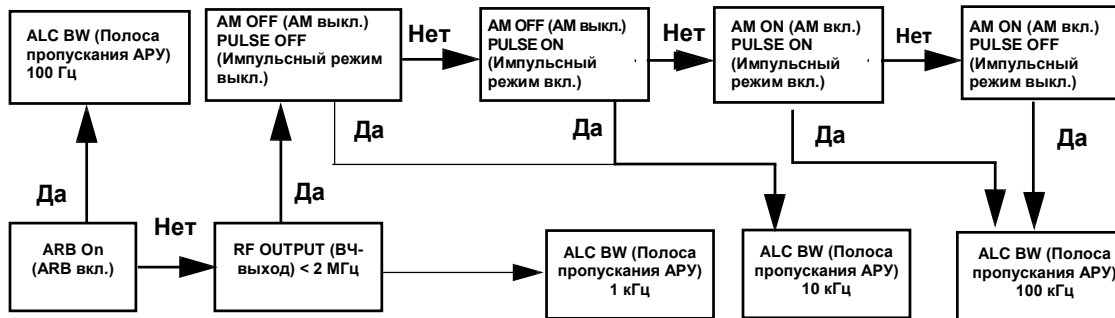


Рисунок 4-1. Схема принятия решений при автоматическом выборе ширины полосы частот контура ALC

Как выбрать ширину полосы частот контура ALC

Нажмите клавиши **Amplitude > ALC BW > 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz** или **100 kHz**. Это заменяет вашим выбором автоматический выбор ширины полосы частот контура ALC.

Для модулирующих сигналов с изменяющейся амплитудой, высоким пик-фактором (коэффициентом формы) или с сочетанием того и другого рекомендуется установить ширину полосы частот контура ALC на 100 Гц. Ограничение полосы частот контура ALC предотвращает реакцию контура на сигналы с крутыми фронтами или импульсные модулирующие сигналы с большим пик-фактором, которые действуют в таких форматах, как 802.11b, CDMA и OFDM. Ограниченная ширина полосы частот ALC повышает инерционность ALC и обеспечивает более точное поддержание уровня сигнала.

ПРИМЕЧАНИЕ

Не применяйте ширину полосы частот контура ALC 10 кГц с I/Q-модуляцией ввиду слишком малого времени интегрирования в контуре ALC. Широкую полосу частот контура ALC можно применять с немодулированными сигналами.

Применение внешней регулировки мощности

ВНИМАНИЕ!

Внешняя регулировка мощности работает в диапазоне уровней от -15 дБм до максимальной мощности.

Для реализации внешней регулировки мощности следует присоединить внешний датчик к точке, в которой желательно поддерживать регулируемый уровень мощности. Этот датчик обнаруживает изменения выходной ВЧ-мощности и подает сигнал обратной связи на вход схемы ALC. Схема ALC по этому сигналу автоматически корректирует выходную ВЧ-мощность так, чтобы обеспечить постоянный уровень мощности в точке присоединения внешнего датчика.

Возможны два типа внешней регулировки мощности. Вы можете применять внешнюю регулировку мощности с детектором и с ответвителем мощности или с модулем источника миллиметровых волн.

Регулировка мощности с детекторами и ответвителями

Рисунок 4-2 показывает типичную установку для внешней регулировки мощности. Сигнал обратной связи подается на схему ALC с внешнего детектора с отрицательным выходным напряжением вместо внутреннего детектора генераторов сигналов. Этот сигнал обратной связи обеспечивает регулировку ВЧ-мощности в точке детектирования. При применении детекторов и ответвителей для внешней стабилизации мощности на частоте 10 ГГц при амплитуде 0 дБм соблюдайте изложенные ниже указания.

Необходимое оборудование

- Детектор с отрицательным выходным напряжением Keysight 8474E
- Направленный ответвитель Keysight 87301D
- Кабели и переходники согласно необходимости

Присоединение оборудования

Соедините оборудование, как показано на рисунке ниже (**Рисунок 4-2**).



Рисунок 4-2. Внешняя регулировка мощности с детектором и направленным ответвителем

Конфигурирование генераторов сигналов

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Frequency > 10 > GHz**.
3. Нажмите клавиши **Amplitude > 0 > dBm**.
4. Нажмите клавишу **RF On/Off**.
5. Нажмите клавиши **Leveling Mode > Ext Detector**.

Это отключает внутренний детектор ALC и переключает вход схемы ALC на соединитель ALC INPUT на задней панели. В области **AMPLITUDE** дисплея появляется вспомогательный индикатор **EXT**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Обратите внимание на то, что у генераторов сигналов с опцией 1E1 отображается вспомогательный индикатор **ATTN HOLD** (фиксация установки аттенюатора). При внешней регулировке мощности аттенюатор автоматически отключается от контура ALC для **всех** точек внешней регулировки мощности. В этом режиме регулировка амплитуды выходного ВЧ-сигнала ограничена диапазоном -20 дБм – +25 дБм. За дополнительной информацией обращайтесь к описанию под заголовком «**Внешняя регулировка мощности у генераторов с опцией 1E1**» на странице 129.

6. Обратите внимание на коэффициент связи (Coupling Factor), обозначенный на направленном ответвителе у порта детектора. Типичное значение коэффициента связи составляет -10 дБ – -20 дБ. Введите в генераторы сигналов положительное значение этого коэффициента связи.
7. Нажмите клавиши **More (1 of 2) > Ext Detector Coupling Factor > 16** (или положительное значение коэффициента связи, обозначенного у порта детектора на направленном ответвителе) **> dB**.

Теперь на выходе направленного ответвителя действует регулируемая выходная мощность.

ПРИМЕЧАНИЕ

При работе в режиме внешней регулировки мощности индицируемое на дисплее генератора значение амплитуды выходного ВЧ-сигнала зависит от значения коэффициента связи, в результате чего получается приближенное вычисление реальной амплитуды выходного ВЧ-сигнала. Для определения реальной амплитуды выходного ВЧ-сигнала в точке детектирования следует измерить напряжение на выходе внешнего детектора и обратиться к графику (Рисунок 4-3) или измерить мощность непосредственно измерителем мощности.

Определение регулируемой выходной мощности

Рисунок 4-3 изображает график зависимости выходного напряжения типичных диодных детекторов Keysight Technologies от мощности. По этому графику вы можете определить мощность на входе диодного детектора по измеренному напряжению на его выходе. К этому значению уровня мощности следует добавить значение коэффициента связи для определения регулируемой выходной мощности. Диапазон регулировки мощности составляет примерно от -20 дБм до +25 дБм.

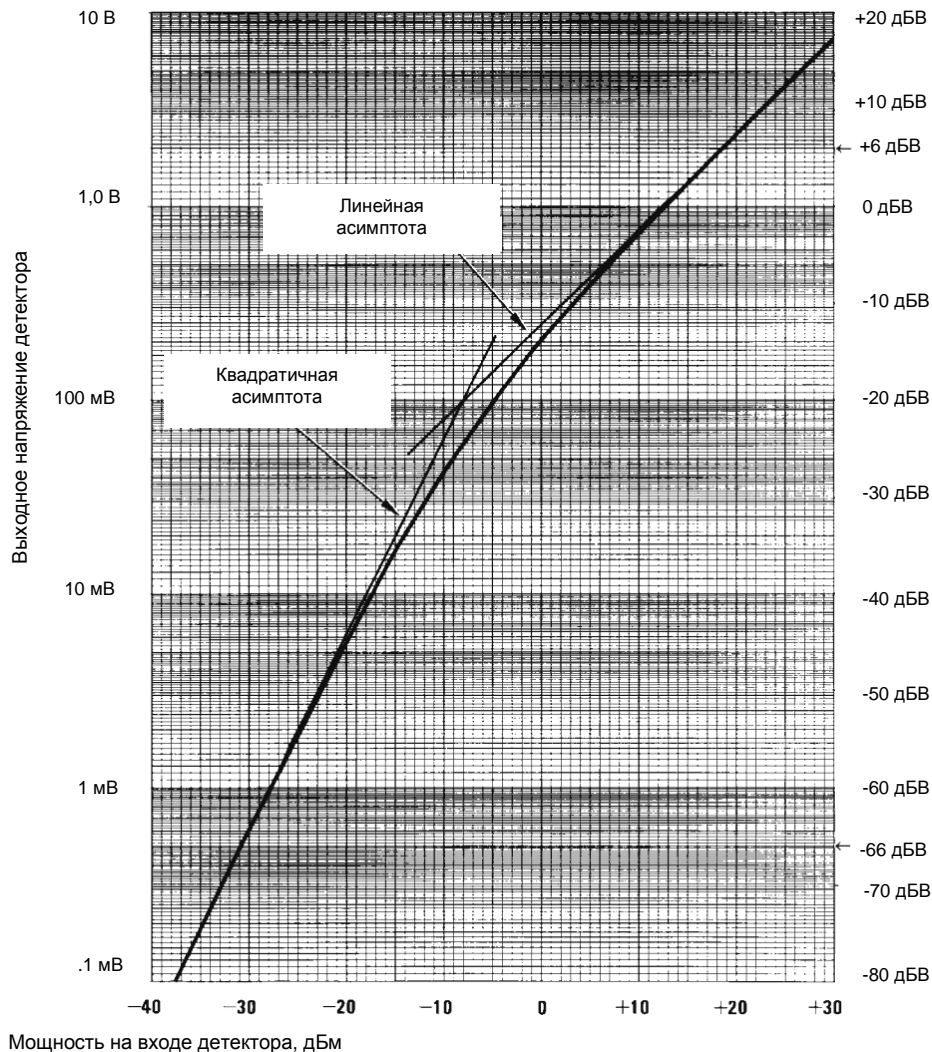


Рисунок 4-3. Типичная характеристика детектора при температуре 25 °С

Внешняя регулировка мощности у генераторов с опцией 1E1

У генераторов сигналов с опцией 1E1 имеется ступенчатый аттенюатор перед выходным ВЧ-соединителем. При внешней регулировке мощности генераторы сигналов автоматически поддерживают текущую установку аттенюатора при изменении амплитуды ВЧ-сигнала (для предотвращения бросков мощности, которые могут возникнуть при переключении аттенюатора). Для достижения требуемой амплитуды выходного ВЧ-сигнала здесь должен поддерживаться баланс между коэффициентом ослабления и оптимальным уровнем ALC. Для достижения оптимальной точности и минимального шума уровень ALC должен превышать -10 дБм.

Например, регулировка мощности немодулированного сигнала на выходе усилителя с усилением 30 дБ до уровня -10 дБм требует стабилизации выходного сигнала генератора на уровне около -40 дБм. Это выходит за пределы динамического диапазона самого модулятора ALC, в результате чего получается нерегулируемый выходной сигнал. Внесение ослабления 45 дБ обеспечивает уровень ALC +5 дБм, который находится в пределах динамического диапазона модулятора ALC.

ПРИМЕЧАНИЕ

В приведенном выше примере оптимальным значением ослабления является 55 дБ, при котором обеспечивается уровень ALC +15 дБм. При этом достигается надлежащий динамический диапазон для ALC и других функций, которые изменяют амплитуду выходного ВЧ-сигнала.

Для достижения оптимального уровня ALC при уровне сигнала немодулированной несущей -45 дБм на выходе генераторов сигналов действуйте следующим образом:

1. Нажмите клавиши **Amplitude > Set Atten > 45 > dB**.
2. Нажмите клавиши **Set ALC Level > 5 > dBm**.

Это устанавливает аттенюатор на 45 дБ и уровень ALC на +5 дБм, в результате чего достигается амплитуда выходного ВЧ-сигнала -40 дБм, что индицируется в области **AMPLITUDE** на дисплее.

Для обеспечения мощности, скорректированной с учетом неравномерности ЧХ, обращайтесь к [разделу «Создание и применение пользовательской коррекции неравномерности ЧХ»](#).

Регулировка мощности с модулем источника миллиметровых волн

Регулировка мощности с модулем источника миллиметровых волн аналогична регулировке мощности с внешним детектором. Сигнал обратной связи на схему ALC снимается с модуля источника миллиметровых волн вместо внутреннего детектора генераторов сигналов. Этот сигнал обратной связи подается на соединитель интерфейса SOURCE MODULE на задней панели генераторов сигналов.

За указаниями по настройке обращайтесь к [главе «Периферийные устройства»](#).

Создание и применение пользовательской коррекции неравномерности ЧХ

Пользовательская коррекция неравномерности ЧХ обеспечивает цифровую подстройку амплитуды выходного ВЧ-сигнала в множестве частотных точек (до 1601 точки) на любой частоте или в режиме развертки частоты. С применением измерителя мощности Keysight E4416A/17A или E4418B/19B (управляемого генераторами сигналов через интерфейс GPIB) для калибровки измерительной системы создается таблица поправок уровня мощности для частот, на которых возникают вариации уровня мощности или потери. Эти частоты можно задать с последовательными равномерными интервалами или произвольно.

Чтобы получить уникальные наборы данных коррекции для различных измерительных систем и различных частотных диапазонов, вы можете сохранить отдельные таблицы пользовательской коррекции неравномерности ЧХ в каталоге памяти генераторов сигналов и вызывать их из памяти по мере необходимости.

Руководствуйтесь указаниями [раздела «Создание и применение пользовательской коррекции неравномерности ЧХ» на странице 129](#) для создания набора данных пользовательской коррекции неравномерности ЧХ и применения этих данных для коррекции выхода генераторов сигналов.

Создание таблицы пользовательской коррекции неравномерности ЧХ

В этом примере показано, как создать таблицу пользовательской коррекции неравномерности ЧХ. Таблица коррекции неравномерности ЧХ содержит десять пар значений (значения амплитудной коррекции для определенных частот) от 1 ГГц до 10 ГГц с интервалами 1 ГГц.

Для измерения амплитуды выходного ВЧ-сигнала на заданных частотах и передачи результатов измерений на генераторы сигналов используется измеритель мощности Keysight E4416A/17A/18B/19B (управляемый генераторами сигналов через интерфейс GPIB) с измерительным преобразователем мощности E4413A. Генератор сигналов считывает результаты измерения мощности с измерителя мощности, вычисляет поправочные значения и сохраняет пары значений коррекции в таблице пользовательской коррекции.

Если у вас нет такого измерителя мощности Keysight или ваш измеритель мощности не имеет интерфейса GPIB, то вы можете вводить значения коррекции вручную.

Необходимое оборудование

- Измеритель мощности Keysight E4416A/17A/18B/19B
- Измерительный преобразователь мощности немодулированных сигналов Keysight E4413A серии E
- Кабель интерфейса GPIB
- Переходники и кабели согласно необходимости

ПРИМЕЧАНИЕ

Если в системе используется внешняя регулировка мощности, то предполагается, что в показанной на рисунке 4-4 (см. [Рисунок 4-4](#)) установке выполнены процедуры, необходимые для обеспечения правильной регулировки мощности выходного ВЧ-сигнала (см. [указания раздела «Применение внешней регулировки мощности» на странице 127](#)).

Конфигурирование измерителя мощности

1. Выберите SCPI в качестве языка дистанционного программирования измерителя мощности.
2. Выполните обнуление и калибровку измерительного преобразователя мощности.
3. Введите в измеритель мощности соответствующие калибровочные коэффициенты измерительного преобразователя мощности.
4. Введите в действие набор калибровочных коэффициентов измерителя мощности.

ПРИМЕЧАНИЕ

За конкретными инструкциями по эксплуатации измерителя мощности и измерительного преобразователя обращайтесь к их технической документации.

Присоединение оборудования

Соедините оборудование (см. [Рисунок 4-4](#)).

ПРИМЕЧАНИЕ

Во время процедуры создания набора данных пользовательской коррекции неравномерности ЧХ измеритель мощности подчиняется генераторам сигналов через интерфейс GPIB. На интерфейсе GPIB не должно быть никаких других контроллеров.

Конфигурирование генераторов сигналов

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Amplitude > (More 1 of 2) > User Flatness > More (1 of 2) > Power Meter > E4416A, E4417A, E4418B или E4419B**.
 - а) Нажмите клавишу **Meter Address >** введите адрес GPIB измерителя мощности **> Enter**.
 - б) Для моделей E4417A и E4419B нажмите клавишу **Meter Channel A B**, чтобы выбрать активный канал измерителя мощности.
 - в) Нажмите клавишу **Meter Timeout**, чтобы выбрать длительность временного интервала, по истечении которого прибор генерирует сообщение об ошибке при безуспешной попытке установления связи с измерителем мощности.

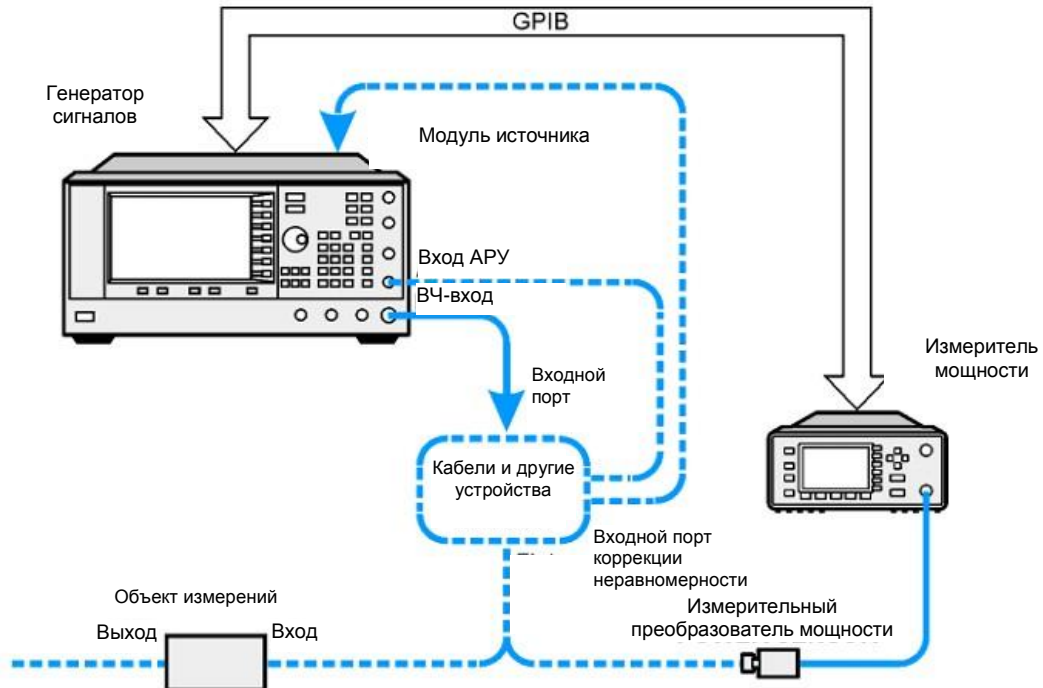


Рисунок 4-4. Схема соединений оборудования для пользовательской коррекции неравномерности ЧХ

3. Нажмите клавиши **More (2 of 2) > Configure Cal Array > More (1 of 2) > Preset List > Confirm Preset**.
 Это открывает табличный редактор User Flatness и предустанавливает список данных калибровки «частота/поправка».
4. Нажмите клавишу **Configure Step Array**.
 Это открывает меню для ввода ряда значений частоты для пользовательской коррекции.
5. Нажмите клавиши **Freq Start > 1 > GHz**.
6. Нажмите клавишу **Freq Stop > 10 > GHz**.
7. Нажмите клавиши **# of Points > 10 > Enter**.
 Пункты 4, 5 и 6 вводят данные частоты в список.
8. Нажмите клавиши **Return > Load Cal Array From Step Array > Confirm Load From Step Data**.
 Это заносит в таблицу пользовательской коррекции неравномерности ЧХ значения частоты, заданные в списке.
9. Нажмите клавиши **Amplitude > More (1 of 2) > Ampl Offset**.
 Введите номинальное (среднее) значение усиления или потерь в кабелях и других устройствах, присоединенных между выходом RF OUTPUT генераторов сигналов и измерительным преобразователем мощности (см. **Рисунок 4-4**). Усиление вводится как положительное значение, а потери – как отрицательное значение.

10. Нажмите клавишу **RF On/Off**.

Это включает выход ВЧ-сигнала. На дисплее появляется вспомогательный индикатор **RF ON**.

Выполнение пользовательской коррекции неравномерности ЧХ**ПРИМЕЧАНИЕ**

Если вы не применяете измеритель мощности Keysight E4416A/17A/18B/19B или у вашего измерителя мощности нет интерфейса GPIB, то вы можете вручную выполнить пользовательскую коррекцию неравномерности ЧХ, как описано далее на этой странице.

1. Нажмите клавиши **More (1 of 2) > User Flatness > Do Cal**.

Нажатие функциональной клавиши **Do Cal** запускает процедуру пользовательской коррекции неравномерности ЧХ. Процесс проведения этой процедуры отобразится при помощи индикатора на дисплее. Эта процедура создает таблицу точек коррекции, в которой каждая точка содержит значение частоты и амплитудной поправки на этой частоте. Значение амплитудной поправки в каждой точке представляет собой разность между уровнем мощности, измеренным измерителем мощности, и выходной мощностью генераторов сигналов.

ПРИМЕЧАНИЕ

При малых уровнях мощности может возникать превышение лимита времени счета (timeout) у измерителя мощности. Если появляется сообщение об ошибке, вызванное превышением лимита времени у измерителя мощности, то следует увеличить длительность этой паузы путем нажатия клавиш **Amplitude > More (1 of 2) > User Flatness > More (1 of 2) > Meter Timeout**.

2. Нажмите функциональную клавишу **Done**.

Нажатие функциональной клавиши **Done** загружает значения амплитудных поправок в таблицу пользовательской коррекции неравномерности ЧХ.

При необходимости нажмите функциональную клавишу **Configure Cal Array**.

Это открывает таблицу пользовательской коррекции неравномерности ЧХ, где вы можете посмотреть занесенные в таблицу значения амплитудных поправок. Эта таблица имеет заголовок **User Flatness: (UNSTORED)**, который указывает на то, что эти данные еще не занесены в каталог памяти.

Выполнение вручную пользовательской коррекции неравномерности ЧХ

Если вы не применяете измеритель мощности Keysight E4416A/17A/18B/19B или у вашего измерителя мощности нет интерфейса GPIB, то вы можете вручную выполнить пользовательскую коррекцию неравномерности ЧХ, как описано ниже, затем продолжить работу с соответствующим учебным пособием (tutorial).

1. Нажмите клавиши **More (1 of 2) > User Flatness > Configure Cal Array**.

Это открывает табличный редактор User Flatness и помещает курсор на значение частоты (1 ГГц) для строки 1. ВЧ-выход переключается на частоту, указанную в строке таблицы, в которой находится курсор, и в области **AMPLITUDE** дисплея индицируется значение **1.000 000 000 00**.

2. Посмотрите показание измерителя мощности и запишите результат измерения.

3. Вычитите это значение из 0 дБм.

4. Поместите табличный курсор на значение поправки в строке 1.

5. Нажмите клавишу **Edit Item >** введите разностное значение из пункта 3 **> dB**.

Генератор сигналов корректирует амплитуду выходного ВЧ-сигнала с учетом введенного поправочного значения.

6. Повторяйте операции по пунктам 2–5, пока измеритель мощности не покажет 0 дБм.

7. Нажмите клавишу [\downarrow], чтобы поместить курсор на значение частоты в следующей строке таблицы. ВЧ-выход переключается на частоту, указанную в строке таблицы, в которой находится курсор, что индицируется в области **AMPLITUDE** дисплея.

8. Повторите операции по пунктам 2–7 для каждого пункта в таблице User Flatness.

Занесение данных пользовательской коррекции неравномерности ЧХ в каталог памяти

Эта процедура позволяет сохранить данные пользовательской коррекции неравномерности ЧХ в каталоге памяти генераторов сигналов. В каталоге памяти может находиться несколько файлов пользовательской коррекции неравномерности ЧХ. Вы можете вызвать любой файл, загрузить его в таблицу коррекции и применять эти поправки к выходному ВЧ-сигналу для выполнения определенных требований к равномерности частотной характеристик ВЧ-выхода.

1. Нажмите клавишу **Load/Store**.
2. Нажмите клавишу **Store to File**.
3. Введите имя файла **FLATCAL1** с помощью буквенно-цифровых функциональных клавиш, цифровой клавиатуры или поворотной ручки.
4. Нажмите клавишу **Enter**.

Теперь таблица пользовательской коррекции неравномерности ЧХ FLATCAL1 занесена в каталог памяти как файл **UFLT**.

Применение таблицы пользовательской коррекции неравномерности ЧХ

Нажмите клавиши **Return > Return > Flatness Off On** на On.

Далее будет доступно использование таблицы пользовательской коррекции неравномерности ЧХ по ВЧ-выходу. В секции **AMPLITUDE** дисплея появляется вспомогательный индикатор **UF**, и в уровне амплитуды выходного ВЧ-сигнала будут учитываться данные, которые содержатся в таблице коррекции.

Вызов из памяти и применение таблицы пользовательской коррекции неравномерности ЧХ

Перед выполнением описанной ниже процедуры выполните процедуру создания таблицы пользовательской коррекции неравномерности ЧХ (стр. 133).

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Amplitude > More (1 of 2) > User Flatness > Configure Cal Array > More (1 of 2) > Preset List > Confirm Preset**.
3. Нажмите клавиши **More (2 of 2) > Load/Store**.
4. Убедитесь в том, что выделен файл **FLATCAL1**.
5. Нажмите клавиши **Load From Selected File > Confirm Load From File**.

Это заносит данные из файла **FLATCAL1** в таблицу пользовательской коррекции неравномерности ЧХ. В заголовке этой таблицы значится **User Flatness: FLATCAL1**.

6. Нажмите клавиши **Return > Flatness Off On** на On.

Это вызывает применение данных пользовательской коррекции неравномерности ЧХ, которые содержатся в файле **FLATCAL1**.

Возврат генераторов сигналов в режим приемника команд интерфейса GPIB

Во время процедуры создания набора данных пользовательской коррекции неравномерности ЧХ измеритель мощности управляется генераторами сигналов через интерфейс GPIB. На интерфейсе GPIB не должно быть при этом никаких других контроллеров. Генератор сигналов работает в режиме передатчика GPIB в качестве устройства, управляющего измерителем мощности. В этом режиме невозможен прием команд SCPI через интерфейс GPIB.

Если после выполнения пользовательской коррекции неравномерности ЧХ генераторы сигналов должны быть соединены с внешним контроллером, то следует переключить их из режима передатчика команд по интерфейсу GPIB в режим приемника команд GPIB.

Если ранее была сконфигурирована ВЧ-несущая, то вы должны сохранить в памяти текущее состояние прибора, прежде чем переключать его в режим приемника команд GPIB.

1. Сохраните состояние прибора в регистре состояний прибора (см. раздел «Применение регистров состояний прибора» на странице 68).
2. Нажмите клавиши **Amplitude > More (1 of 2) > User Flatness > GPIB Listener Mode**.
Это выполняет предустановку генераторов сигналов и возвращает их в режим приемника команд интерфейса GPIB. Теперь генераторы могут принимать команды от дистанционного контроллера через интерфейс GPIB.
3. Вызовите состояние вашего прибора из регистра состояний приборов (см. раздел «Применение регистров состояний прибора» на странице 68).

Создание таблицы пользовательской коррекции неравномерности ЧХ с модулем источника миллиметровых волн

ВНИМАНИЕ!

Опция 521 генераторов сигналов может вызвать повреждение модуля источника миллиметровых волн. Обратитесь к Руководству по эксплуатации модуля миллиметровых волн, чтобы выяснить предельно допустимое значения уровня входного сигнала.

В этом примере создается таблица пользовательской коррекции неравномерности ЧХ для обеспечения линейаризованной частотной характеристики мощности на выходе модуля источника миллиметровых волн Keysight 83554A, возбуждаемого генераторами E8257D.

Таблица коррекции неравномерности ЧХ содержит 28 пар точек коррекции (значения амплитудной коррекции на определенных частотах) от 26,5 до 40 ГГц с интервалами 500 МГц. В результате на выходе модуля источника миллиметровых волн 83554A получается 28 равномерно распределенных значений частоты с амплитудной коррекцией в диапазоне 26,5–40 ГГц.

Для измерения амплитуды выходного ВЧ-сигнала на заданных частотах у модуля источника миллиметровых волн и передачи результатов измерений на генераторы сигналов используется измеритель мощности Keysight E4416A/17A/18B/19B (управляемый генераторами сигналов через интерфейс GPIB) с измерительным преобразователем мощности R8486A. Генератор сигналов считывает результаты измерения мощности с измерителя мощности, вычисляет поправочные значения и сохраняет пары значений коррекции в таблице пользовательской коррекции.

Если у вас нет такого измерителя мощности Keysight или ваш измеритель мощности не имеет интерфейса GPIB, то вы можете вводить значения коррекции вручную.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пользовательская коррекция неравномерности ЧХ применима только к модулям источника миллиметровых волн Keysight серии 83550 и не работает с другими модулями миллиметровых волн, например, с модулями OML.

Необходимое оборудование

- Модуль источника миллиметровых волн Keysight 83554A
- Измеритель мощности E4416A/17A/18B/19B
- Измерительный преобразователь мощности Keysight R8486A
- СВЧ-усилитель Keysight 8349B (необходим для генераторов сигналов без опций 1EA, 1EU или 521)
- Кабель интерфейса GPIB
- Переходники и кабели согласно необходимости

ПРИМЕЧАНИЕ

Предполагается, что в показанных на рисунках 4-5 и 4-6 (Рисунок 4-5 и Рисунок 4-6) установках выполнены процедуры, необходимые для обеспечения правильной регулировки мощности выходного ВЧ-сигнала. Если у вас есть вопросы в отношении регулировки мощности с модулем источника миллиметровых волн, обращайтесь к разделу «Регулировка мощности с модулем источника миллиметровых волн» на странице 129.

Конфигурирование измерителя мощности

1. Выберите SCPI в качестве языка дистанционного управления измерителем мощности.

2. Выполните обнуление и калибровку измерительного преобразователя мощности.
3. Введите в измеритель мощности соответствующие калибровочные коэффициенты измерительного преобразователя мощности.
4. Введите в действие набор калибровочных коэффициентов измерителя мощности.

ПРИМЕЧАНИЕ

За конкретными инструкциями по эксплуатации измерителя мощности и измерительного преобразователя обращайтесь к их технической документации.

Присоединение оборудования

ВНИМАНИЕ!

Во избежание повреждения генераторов сигналов следует выключить сетевое питание генераторов перед присоединением интерфейсного кабеля от модуля источника к соединителю интерфейса SOURCE MODULE на задней панели генераторов.

Опция 521 генераторов сигналов может вызвать повреждение модуля источника миллиметровых волн. Обратитесь к Руководству по эксплуатации модуля миллиметровых волн, чтобы выяснить предельно допустимое значения уровня входного сигнала.

1. Включите сетевое питание генератора сигналов.
2. Соедините оборудование согласно схеме 4-5 для стандартных генераторов или согласно схеме (Рисунок 4-6) для генераторов сигналов с опциями 1EA, 1EU или 521.

ПРИМЕЧАНИЕ

Во время процедуры создания набора данных пользовательской коррекции неравномерности ЧХ измеритель мощности управляется ведущим генератором сигналов через интерфейс GPIB. На интерфейсе GPIB не должно быть никаких других контроллеров.

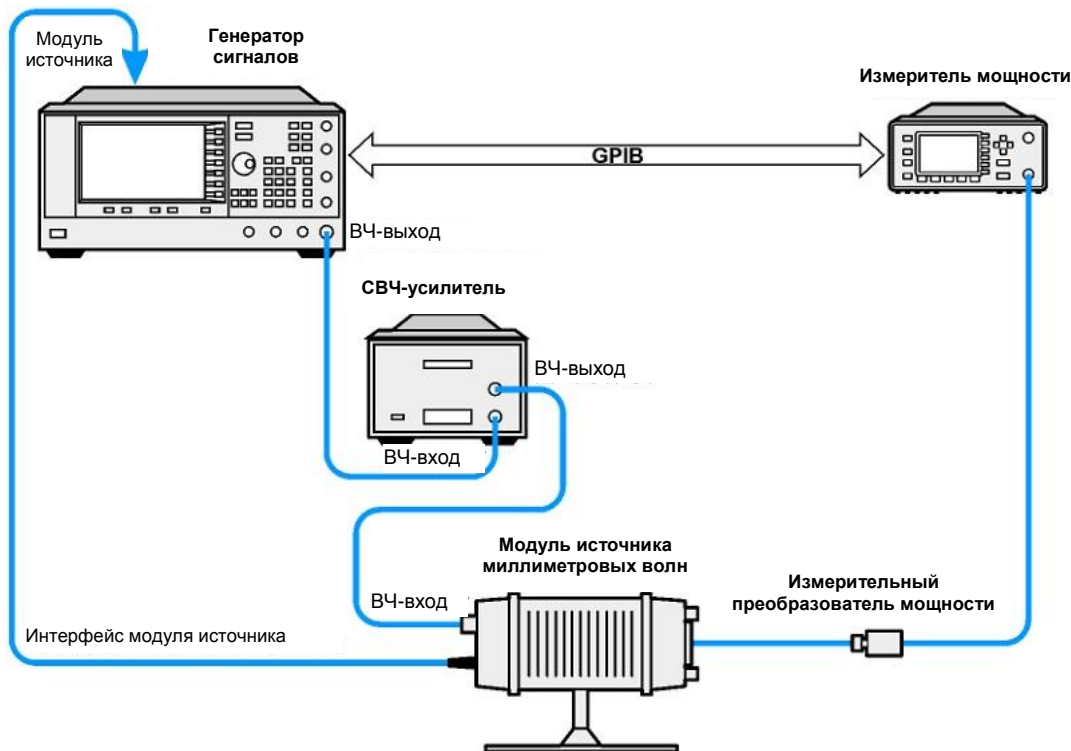


Рисунок 4-5. Схема соединений оборудования для пользовательской коррекции неравномерности ЧХ с модулем источника миллиметровых волн и генераторами сигналов без опций 1EA, 1EU и 521

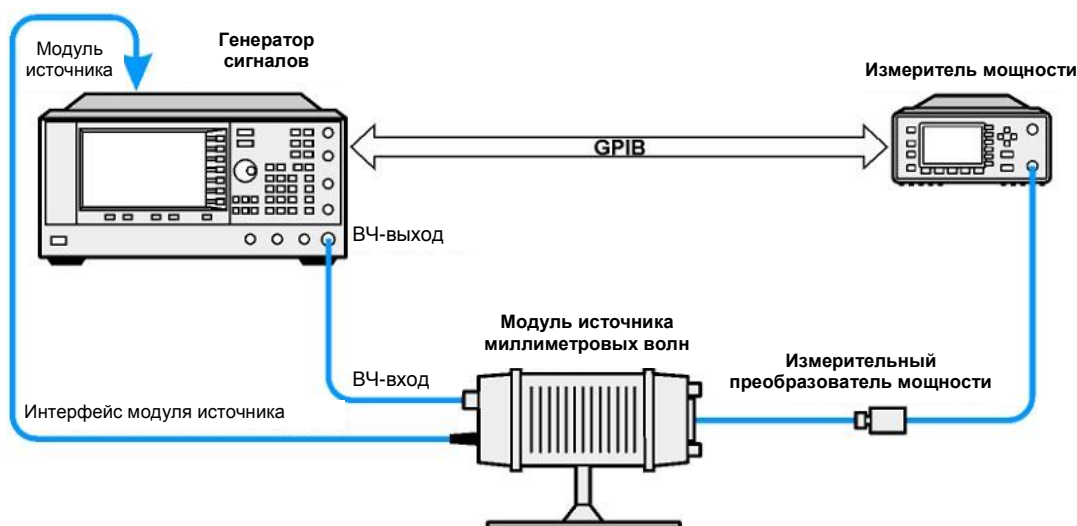


Рисунок 4-6. Схема соединений оборудования для пользовательской коррекции неравномерности ЧХ с модулем источника миллиметровых волн и генераторами сигналов с опциями 1EA, 1EU и 521

ВНИМАНИЕ!

Опция 521 генераторов сигналов может вызвать повреждение модуля источника миллиметровых волн. Обратитесь к Руководству по эксплуатации модуля миллиметровых волн, чтобы выяснить предельно допустимые значения уровня входного сигнала.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для обеспечения надлежащей амплитуды ВЧ-сигнала на входе RF INPUT модуля источника миллиметровых волн при применении генераторов сигналов с опциями 1EA, 1EU или 521 максимальные потери мощности на переходниках и кабелях между выходом генератора и входом модуля источника миллиметровых волн не должны превышать 1,5 дБ.

Конфигурирование генераторов сигналов

1. Включите сетевое питание генераторов сигналов. После включения генераторы автоматически выполняют следующие операции:
 - распознает модуль источника миллиметровых волн;
 - переключает режим регулировки мощности генераторов на регулировку с модулем источника миллиметровых волн;
 - устанавливает предустановленные значения частоты и амплитуды у модуля источника миллиметровых волн;
 - отображает частоту и амплитуду сигнала на выходе модуля источника миллиметровых волн.

Вспомогательный индикатор **MMOD** в области **FREQUENCY** и индикатор **MM** в области **AMPLITUDE** дисплея генераторов сигналов указывают, что задействован модуль источника миллиметровых волн.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для получения данных о частотно-амплитудных диапазонах обращайтесь к техническим характеристикам модуля источника миллиметровых волн.

2. Сконфигурируйте генераторы сигналов на взаимодействие с измерителем мощности.
 - а) Нажмите клавиши **Amplitude > (More 1 of 2) > User Flatness > More (1 of 2) > Power Meter > E4416A, E4417A, E4418B** или **E4419B**.
 - б) Нажмите клавишу **Meter Address >** введите адрес GPIB измерителя мощности **> Enter**.
 - в) Для моделей E4417A и E4419B нажмите клавишу **Meter Channel A B**, чтобы выбрать активный канал измерителя мощности.
 - г) Нажмите клавишу **Meter Timeout**, чтобы выбрать длительность временного интервала, по истечении которого прибор генерирует сообщение об ошибке при безуспешной попытке установления связи с измерителем мощности.

3. Нажмите клавиши **More (2 of 2) > Configure Cal Array > More (1 of 2) > Preset List > Confirm Preset.**

Это открывает табличный редактор User Flatness и предустанавливает список данных калибровки «частота/поправка».

4. Нажмите клавишу **Configure Step Array.**

Это открывает меню для ввода ряда значений частоты для пользовательской коррекции.

5. Нажмите клавиши **Freq Start > 26.5 > GHz.**

6. Нажмите клавишу **Freq Stop > 40 > GHz.**

7. Нажмите клавиши **# of Points > 28 > Enter.**

Это вводит в список пользовательской коррекции неравномерности ЧХ значения частоты (от 26,5 ГГц до 40 ГГц с интервалами 500 МГц).

8. Нажмите клавиши **Return > Load Cal Array From Step Array > Confirm Load From Step Data.**

Это заносит в таблицу пользовательской коррекции неравномерности ЧХ значения частоты, заданные в списке.

9. Нажмите клавиши **Amplitude > 0 > dBm.**

10. Нажмите клавишу **RF On/Off.**

Это включает выход ВЧ-сигнала. На дисплее появляется вспомогательный индикатор **RF ON.**

Выполнение пользовательской коррекции неравномерности ЧХ

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы не применяете измеритель мощности Keysight E4416A/17A/18B/19B или у вашего измерителя мощности нет интерфейса GPIB, то вы можете вручную выполнить пользовательскую коррекцию неравномерности ЧХ, как описано далее на этой странице.

1. Нажмите клавиши **More (1 of 2) > User Flatness > Do Cal.**

Это создает пункты таблицы значений амплитудной коррекции. Генератор сигналов начинает процедуру пользовательской коррекции неравномерности ЧХ. Процесс выполнения этой процедуры отображается при помощи индикатора прогресса на дисплее.

2. При получении запроса нажмите функциональную клавишу **Done.**

Нажатие функциональной клавиши **Done** загружает значения амплитудных поправок в таблицу пользовательской коррекции неравномерности ЧХ.

При необходимости нажмите функциональную клавишу **Configure Cal Array.**

Это открывает таблицу пользовательской коррекции неравномерности ЧХ, где вы можете посмотреть занесенные в таблицу расчетные значения амплитудных поправок на заданных частотах. Эта таблица имеет заголовок **User Flatness: (UNSTORED)**, который указывает на то, что эти данные еще не занесены в каталог памяти.

Выполнение вручную пользовательской коррекции неравномерности ЧХ

Если вы не применяете измеритель мощности Keysight E4416A/17A/18B/19B или у вашего измерителя мощности нет интерфейса GPIB, то вы можете вручную выполнить пользовательскую коррекцию неравномерности ЧХ, как описано ниже, затем продолжить работу с соответствующим учебным пособием (tutorial).

1. Нажмите клавиши **More (1 of 2) > User Flatness > Configure Cal Array.**

Это открывает табличный редактор User Flatness и помещает курсор на значение частоты (26,5 ГГц) для строки 1. ВЧ-выход переключается на частоту, указанную в строке таблицы, в которой находится курсор, и в области **AMPLITUDE** дисплея индицируется значение **26.500 000 000 00.**

2. Посмотрите показание измерителя мощности и запишите результат измерения.

3. Вычтите это значение из 0 дБм.
4. Поместите табличный курсор на значение поправки в строке 1.
5. Нажмите клавишу **Edit Item** > введите разностное значение из пункта 3 > **dB**.
Генератор сигналов корректирует амплитуду выходного ВЧ-сигнала с учетом введенного поправочного значения.
6. Повторяйте операции по пунктам 2–5, пока измеритель мощности не покажет 0 дБм.
7. Нажмите клавишу [\downarrow], чтобы поместить курсор на значение частоты в следующей строке таблицы. ВЧ-выход переключается на частоту, указанную в строке таблицы, в которой находится курсор, что индицируется в области **AMPLITUDE** дисплея.
8. Повторите операции по пунктам 2–7 для каждого пункта в таблице User Flatness.

Занесение данных пользовательской коррекции неравномерности ЧХ в каталог памяти

Эта процедура позволяет сохранить данные пользовательской коррекции неравномерности ЧХ в каталоге памяти генераторов сигналов. В каталоге памяти может находиться несколько файлов пользовательской коррекции неравномерности ЧХ. Вы можете вызвать любой файл, загрузить его в таблицу коррекции и применять эти поправки к выходному ВЧ-сигналу для выполнения определенных требований к равномерности частотной характеристик ВЧ-выхода.

1. Нажмите клавишу **Load/Store**.
2. Нажмите клавишу **Store to File**.
3. Введите имя файла **FLATCAL2** с помощью буквенно-цифровых функциональных клавиш и цифровой клавиатуры.
4. Нажмите клавишу **Enter**.

Теперь таблица пользовательской коррекции неравномерности ЧХ FLATCAL2 занесена в каталог памяти как файл **UFLT**.

Применение таблицы пользовательской коррекции неравномерности ЧХ

Нажмите клавиши **Return** > **Return** > **Flatness Off On** на On.

Это вызывает применение таблицы пользовательской коррекции неравномерности ЧХ к ВЧ-выходу. В секции **AMPLITUDE** дисплея генераторов сигналов появляется вспомогательный индикатор **UF**, и амплитуда выходного ВЧ-сигнала модуля источника миллиметровых волн корректируется в соответствии с данными, которые содержатся в таблице коррекции.

Вызов из памяти и применение таблицы пользовательской коррекции неравномерности ЧХ

Перед выполнением описанной ниже процедуры выполните процедуру создания таблицы пользовательской коррекции неравномерности ЧХ с модулем источника миллиметровых волн.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Amplitude** > **More (1 of 2)** > **User Flatness** > **Configure Cal Array** > **More (1 of 2)** > **Preset List** > **Confirm Preset**.
3. Нажмите клавиши **More (2 of 2)** > **Load/Store**.
4. Убедитесь в том, что выделен файл **FLATCAL2**.
5. Нажмите клавиши **Load From Selected File** > **Confirm Load From File**.
Это заносит данные из файла **FLATCAL2** в таблицу пользовательской коррекции неравномерности ЧХ. В заголовке этой таблицы значится **User Flatness: FLATCAL2**.
6. Нажмите клавиши **Return** > **Flatness Off On** на On.

Это активизирует коррекцию неравномерности ЧХ с использованием данных, которые содержатся в файле **FLATCAL2**.

Применение калибровки детектора опции 521 (опция 521)

ВНИМАНИЕ!

Использование функциональной клавиши **Option 521 Detector Calibration** изменяет заводскую калибровку. Избегайте применять эту функцию иначе, чем по рекомендации сервисного центра. Эту калибровку следует выполнять всякий раз, когда температура прибора изменяется за пределы нормированных значений и/или, когда требуется повышенная равномерность частотной характеристики вблизи частоты перехода 500 МГц. Обращайтесь к *Бюллетеню технических данных (Data Sheet)*.

ПРИМЕЧАНИЕ

Вы можете восстановить заводскую калибровку после необдуманного применения опции 521, как описано далее.

Целью этой калибровки является улучшение частотного перехода 500 МГц для компенсации изменений температуры. Переход граничной частоты 500 МГц может потребовать дополнительной калибровки для учета температурных эффектов. При применении калибровки детектора в случае изменения температуры можно оптимизировать равномерность частотной характеристики генераторов серии PSG. Обращайтесь к *Бюллетеню технических данных (Data Sheet)*.

Запуск калибровки детектора опции 521

Чтобы запустить калибровку детектора опции 521, нажмите клавиши **Amplitude > More > More > Option 521 Detector Calibration > Execute**.

Восстановление заводской калибровки равномерности ЧХ

Чтобы восстановить исходные установки параметров заводской калибровки, нажмите клавиши **Utility > Power On/Preset > Restore System Defaults**.

Подстройка полосы частот генераторов опорной частоты (опция UNR/UNX/UNY)

Полоса частот задаваемого сигнала для генераторов опорной частоты у генераторов сигналов с опцией UNR/UNX/UNY регулируется фиксированными ступенями для внутреннего или для внешнего генератора опорной частоты 10 МГц. Полосу частот генераторов опорной частоты можно установить на 25, 55, 125, 300 или 650 Гц; модели без опции UNR/UNX/UNY имеют полосу частот генераторов опорной частоты около 15 Гц.

При отстройках от частоты несущей менее 1 кГц стабильность и фазовый шум определяются внутренним или внешним генератором опорной частоты. При отстройках частоты более 1 кГц стабильность и фазовый шум определяются схемами синтезатора.

Для оптимизации общих характеристик фазового шума генераторов сигналов в вашем конкретном применении выполняйте эту подстройку в зависимости от вашей уверенности в характеристиках стабильности и фазового шума внешнего или внутреннего источника опорной частоты в сравнении с характеристиками синтезатора при различных отстройках от несущей.

Как выбрать полосу частот формирования сигнала генераторами опорной частоты

При применении внутреннего генератора опорной частоты

1. Нажмите клавиши **Utility > Instrument Adjustments > Reference Oscillator Adjustment > Internal Ref Bandwidth**.
2. Выберите нужное значение полосы частот.

При применении внешнего генератора опорной частоты

1. Нажмите клавиши **Utility > Instrument Adjustments > Reference Oscillator Adjustment > External Ref Bandwidth**.
2. Выберите нужное значение полосы частот

Как восстановить принятые по умолчанию заводские установки

Internal Timebase (внутренний генератор опорной частоты): 125 Гц

External Timebase (внешний генератор опорной частоты): 25 Гц

Нажмите клавиши **Utility > Instrument Adjustments > Reference Oscillator Adjustment > Restore Factory Defaults**.

Оптимизация фазового шума и гармоник на частотах ниже 3,2 ГГц (опция UNX)

Опции UNX/UNY (улучшение показателей по фазовому шуму) позволяет снизить шумовые характеристики и минимизировать нелинейные искажения на частотах ниже 3,2 ГГц. Обратитесь к *Бюллетеню технических данных серии PSG (Data Sheet)*.

Оптимизация фазового шума на частотах ниже 250 МГц

ВНИМАНИЕ!

Когда нажата функциональная клавиша **Low Phase Noise Below 250 MHz**, снижается максимально достижимая мощность на частотах ниже 3,2 ГГц. Обратитесь к *Бюллетеню технических данных серии PSG (Data Sheet)*.

Низкочастотный фазовый шум генераторов серии PSG на частотах ниже 250 МГц можно снизить путем нажатия функциональной клавиши **Low Phase Noise Below 250 MHz**. См. также [раздел «Оптимизация гармоник на частотах ниже 2 ГГц» на странице 140](#).

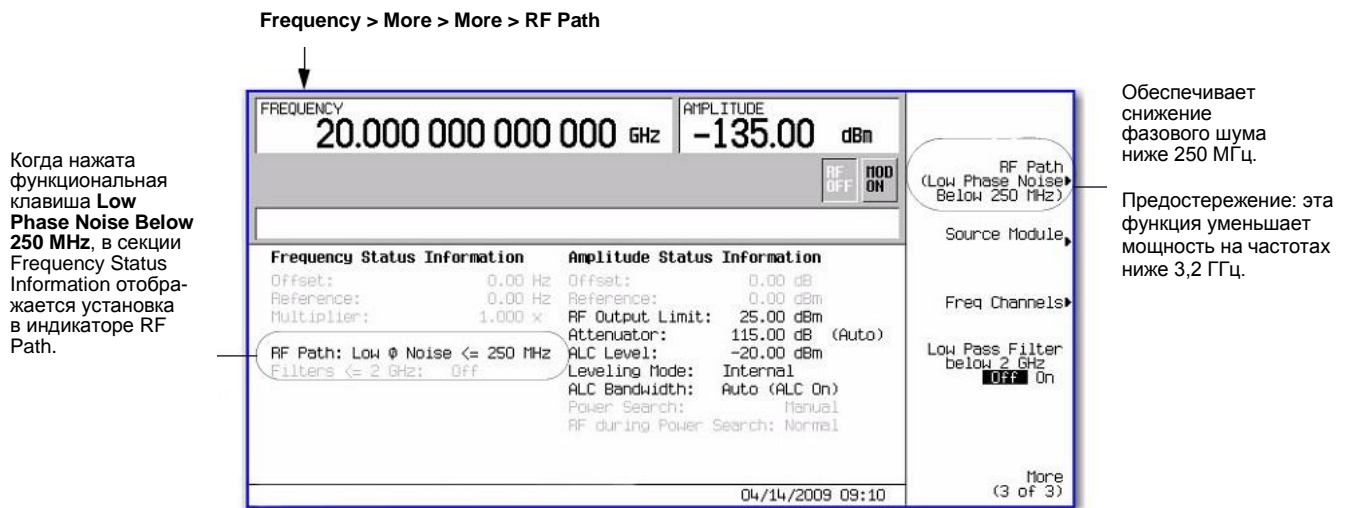


Рисунок 4-7. Оптимизация фазового шума на частотах ниже 250 МГц

За описанием команд SCPI обращайтесь к *Справочнику по командам SCPI («Keysight PSG Signal Generators SCPI Command Reference»)*.

Оптимизация гармоник на частотах ниже 2 ГГц

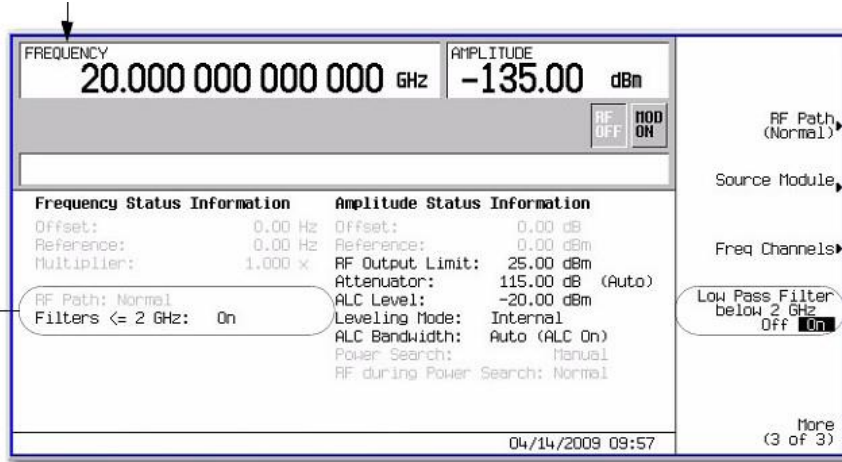
ВНИМАНИЕ!

Когда нажата функциональная клавиша **Low Pass Filter Below 2 GHz**, снижается максимально достижимая мощность на частотах ниже 3,2 ГГц. Обратитесь к *Бюллетеню технических данных серии PSG (Data Sheet)*.

Нелинейные искажения у генераторов серии PSG на частотах ниже 3,2 ГГц можно снизить путем нажатия функциональной клавиши **Low Pass Filter Below 2 GHz**. См. также [раздел «Оптимизация фазового шума и гармоник на частотах ниже 3,2 ГГц \(опция UNX\)» на странице 140](#).

Frequency > More > More

Когда нажата функциональная клавиша **Low Pass Filter Below 2 GHz**, в секции Frequency Status Information отображается эта установка.



Предостережение: эта функция уменьшает мощность на частотах ниже 3,2 ГГц.

Обеспечивает снижение коэффициента гармоник на частотах ниже 2 ГГц.

Рисунок 4-8. Оптимизация гармоник на частотах ниже 2 ГГц

За описанием команд SCPI обращайтесь к *Справочнику по командам SCPI (Keysight PSG Signal Generators SCPI Command Reference)*.

5 Аналоговая модуляция

В этой главе описаны возможности применения стандартных периодических модулирующих сигналов и дополнительные возможности аналоговой модуляции у аналоговых генераторов сигналов Keysight E8257D, E8663D и векторных генераторов сигналов E8267D. Эта информация изложена в следующих разделах:

- «Аналоговые модулирующие сигналы» на странице 143
- «Конфигурирование амплитудной модуляции (опция UNT)» на странице 143
- «Конфигурирование частотной модуляции (опция UNT)» на странице 144
- «Конфигурирование фазовой модуляции (опция UNT)» на странице 145
- «Конфигурирование импульсной модуляции (опция UNU/UNW)» на странице 145
- «Конфигурирование низкочастотного выхода (опция UNT)» на странице 147

Аналоговые модулирующие сигналы

Ниже перечислены стандартные встроенные модулирующие сигналы.

Синусоидальный сигнал (Sine)

Синусоидальный сигнал с регулируемой амплитудой и частотой

Двухчастотный синусоидальный сигнал (Dual Sine)

Двухчастотный синусоидальный сигнал с индивидуальной регулировкой частот и установкой относительного значения амплитуды для второго тонального сигнала (этот сигнал снимается только с генераторов функций)

Синусоидальный сигнал с разверткой (сweeping) частоты (Swept-Sine)

Синусоидальный сигнал, для которого задается начальная и конечная частота, скорость развертки и параметры запуска развертки (этот сигнал снимается только с генераторов функций)

Сигнал треугольной формы (Triangle)

Сигнал треугольной формы с регулируемой амплитудой и частотой

Сигнал пилообразной формы (Ramp)

Сигнал пилообразной формы с регулируемой амплитудой и частотой

Сигнал прямоугольной формы (Square)

Сигнал прямоугольной формы (меандр) с регулируемой амплитудой и частотой

Шумовой сигнал (Noise)

Шум с регулируемой амплитудой, задаваемой как междупиковое значение (среднеквадратическое значение составляет примерно 80 % от индицируемого значения)

С опцией UNT возможна амплитудная, частотная и фазовая модуляция несущей. Опция UNT обеспечивает также низкочастотный выход.

С опцией UNU возможна стандартная импульсная модуляция несущей (минимальная длительность импульсов 150 нс).

С опцией UNW возможна модуляция несущей короткими импульсами.

Конфигурирование амплитудной модуляции (опция UNT)

В этом примере показано, как генерировать амплитудно-модулированную несущую.

Установка несущей частоты

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Frequency > 1340 > kHz**.

Установка выходной амплитуды ВЧ-сигнала

Нажмите клавиши **Amplitude > 0 > dBm**.

Установка глубины амплитудной модуляции и частоты модулирующего сигнала

1. Нажмите аппаратную клавишу **AM**.
2. Нажмите клавиши **AM Depth > 90 > %**.
3. Нажмите клавиши **AM Rate > 10 > kHz**.

Теперь генераторы сигналов сконфигурированы на формирование амплитудно-модулированной несущей с частотой 1340 кГц и амплитудой 0 дБм при глубине амплитудной модуляции 90 % с частотой 10 кГц. Для модуляции используется синусоидальный сигнал. Обратите внимание на то, что синусоидальный сигнал принят по умолчанию для функциональной клавиши **AM Waveform**, которую можно увидеть, если нажать функциональную клавишу **More (1 of 2)**.

Включение амплитудной модуляции

Выполните эти последние операции, чтобы получить на выходе генераторов амплитудно-модулированный сигнал.

1. Нажмите функциональную клавишу **AM Off On** и установите режим в положение **On**.
2. Нажмите клавишу **RF On Off**.

Теперь появляются вспомогательные индикаторы **AM** и **RF ON**. Это указывает на то, что вы задействовали амплитудную модуляцию, и теперь выводится сигнал на соединитель **RF OUTPUT**.

Конфигурирование частотной модуляции (опция UNT)

В этом примере показано, как генерировать частотно-модулированную несущую.

Установка несущей частоты

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Frequency > 1 > GHz**.

Установка выходной амплитуды ВЧ-сигнала

Нажмите клавиши **Amplitude > 0 > dBm**.

Установка девиации частоты и частоты модулирующего сигнала

1. Нажмите аппаратную клавишу **FM/ФМ**.
2. Нажмите клавиши **FM Dev > 75 > kHz**.
3. Нажмите клавиши **FM Rate > 10 > kHz**.

Теперь генератор сигналов сконфигурирован на вывод частотно-модулированной несущей с частотой 1 ГГц и амплитудой 0 дБм при девиации частоты 75 кГц и с частотой модуляции 10 кГц. Для модуляции используется синусоидальный сигнал. Обратите внимание на то, что синусоидальный сигнал принят по умолчанию для функциональной клавиши **FM Waveform**, которую можно увидеть, если нажать функциональную клавишу **More (1 of 2)**.

Включение частотной модуляции

1. Переведите режим модуляции на ЧМ, нажав функциональную клавишу **FM Off On** и установив значение в **On**.
2. Нажмите клавишу **RF On/Off**.

Теперь появляются вспомогательные индикаторы **FM** и **RF ON**. Это указывает на то, что вы задействовали частотную модуляцию, и теперь выводится сигнал на соединитель **RF OUTPUT**.

Смещение постоянной составляющей внешнего сигнала частотной модуляции

Применение смещения постоянной составляющей внешнего сигнала частотной модуляции приводит к смещению частоты частотно-модулированного сигнала вверх или вниз в зависимости от полярности постоянной составляющей. Смещение частоты пропорционально уровню постоянной составляющей. Постоянное смещение +1,0 В и выше вызывает смещение частоты частотно-модулированного сигнала, сравнимое с установкой максимальной девиации. Например, если частота немодулированного сигнала равна 1 ГГц, и максимальная девиация частоты установлена на 100 кГц, то внешний модулирующий сигнал с постоянной составляющей +1,0 В приводит к тому, что центральная частота частотно-модулированного сигнала становится равной 1 ГГц + 100 кГц.

При сохранении прочих установок параметров установка уровня постоянной составляющей на +0,5 В приводит к тому, что центральная частота частотно-модулированного сигнала становится равной 1 ГГц + 50 кГц.

Конфигурирование фазовой модуляции (опция UNT)

В этом примере показано, как генерировать фазово-модулированную несущую.

Установка несущей частоты

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Frequency > 3 > GHz**.

Установка выходной амплитуды ВЧ-сигнала

Нажмите клавиши **Amplitude > 0 > dBm**.

Установка девиации фазы и частоты модулирующего сигнала

1. Нажмите аппаратную клавишу **FM/ФМ**.
2. Нажмите функциональную клавишу **FM ФМ**.
3. Нажмите клавиши **ФМ Dev > .25 > pi rad**.
4. Нажмите клавиши **ФМ Rate > 10 > kHz**.

Теперь генератор сигналов сконфигурирован на вывод фазово-модулированной несущей с частотой 3 ГГц и амплитудой 0 дБм при девиации фазы 0,25 π радиан и с частотой модуляции 10 кГц. Для модуляции используется синусоидальный сигнал. Обратите внимание на то, что синусоидальный сигнал принят по умолчанию для функциональной клавиши **ФМ Waveform**, которую можно увидеть, если нажать функциональную клавишу **More (1 of 2)**.

Включение фазовой модуляции

1. Нажмите функциональную клавишу **ФМ Off On** и установите режим в положение **On**.
2. Нажмите клавишу **RF On/Off**.

Теперь появляются вспомогательные индикаторы **ФМ** и **RF ON**. Это указывает на то, что вы задействовали фазовую модуляцию, и теперь выводится сигнал на соединитель **RF OUTPUT**.

Конфигурирование импульсной модуляции (опция UNU/UNW)

В этом примере показано, как сформировать стробированную импульсно-модулированную несущую с внешним запуском.

Установка несущей частоты

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Frequency > 2 > GHz**.

Установка выходной амплитуды ВЧ-сигнала

Нажмите клавиши **Amplitude > 0 > dBm**.

Установка периода повторения импульсов, их длительности и характера запуска

1. Нажмите клавиши **Pulse > Pulse Period > 100 usec**.
2. Нажмите клавиши **Pulse > Pulse Width > 24 > usec**.
3. Нажмите клавиши **Pulse > Pulse Source > Int Gated**.
4. Подайте сигнал TTL на соединитель **Trigger In** на задней панели генераторов сигналов. Чтобы сконфигурировать полярность сигнала запуска, нажмите клавиши **Utility > Instrument Adjustments > Signal Polarity Setup > Trigger In Polarity**.

Теперь генератор сигналов сконфигурирован на вывод импульсно-модулированной несущей с частотой 2 ГГц и амплитудой 0 дБм при периоде повторения импульсов 100 мкс и длительности импульсов 24 мкс. Источник

импульсов установлен на внутреннее стробирование. (Обратите внимание на то, для функциональной клавиши **Pulse Source** по умолчанию принята установка Free Run).

Включение импульсной модуляции

Выполните эти последние операции, чтобы получить на выходе генератора импульсно-модулированный сигнал.

1. Нажмите функциональную клавишу **Pulse Off On** и установите режим в положение On.
2. Нажмите клавишу **RF On Off**.

Теперь появляются вспомогательные индикаторы **Pulse** и **RF ON**. Это указывает на то, что вы задействовали импульсную модуляцию, и теперь выводится сигнал на соединитель RF OUTPUT. Импульсной модуляцией управляет состояние сигнала запуска TTL.

Запуск одновременных импульсов от двух генераторов серии PSG с использованием внутреннего или внешнего источника импульсов

Два генератора PSG в режиме формирования импульсно-модулированной несущей могут запускаться одновременно с использованием внутреннего импульсного генератора или внешнего источника импульсов. Импульс от генератора PSG1 запускается от внутреннего источника или от внешнего генератора импульсов, а импульс от генератора PSG2 запускается с помощью сигнала SYNC OUT от генератора PSG1. Для каждого генератора PSG можно установить различные значения длительности импульсов, периода повторения импульсов (PRI) и частоты выходного ВЧ-сигнала. Обращайтесь к разделам «Конфигурирование частотной модуляции (опция UNT)» и «Конфигурирование импульсной модуляции (опция UNU/UNW)».

1. Проследите за тем, чтобы у обоих генераторов PSG была установлена одинаковая плата «Analog Mod Gen» (т. е. E8251-60306) с одинаковым кодом версии программного обеспечения платы (т.е. A0100).
Чтобы проверить эти данные приборов, нажмите у каждого генератора PSG клавиши **Utility > Instrument Info/Help Mode > Installed Board Info**.
2. Установите частоту ВЧ-сигнала f1 у генератора PSG1 и частоту f2 у генератора PSG2.
3. Соедините два генератора серии PSG ([Рисунок 5-1](#) и [Таблица 5-1](#)).

ВНИМАНИЕ!

Кабели должны иметь минимальную длину.

Таблица 5-1. Соединение генераторов серии PSG для конфигурации одновременных импульсов

от PSG1: ^{a)}	к PSG2:
10 MHz OUT	10 MHz IN
SYNC OUT	GATE/PULSE/TRIGGER INPUT

а) Если для запуска применяется внешний источник импульсов, то выход источника импульсов следует присоединить к соединителю GATE/PULSE/TRIGGER INPUT генератора PSG1.

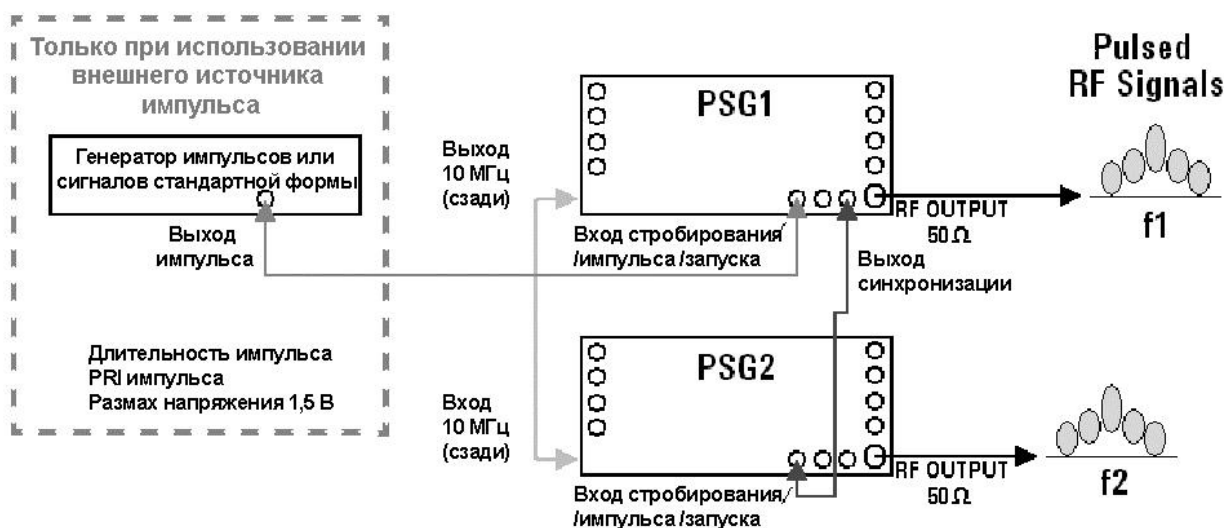


Рисунок 5-1. Схема соединений генераторов серии PSG для одновременного запуска импульсно-модулированных сигналов

4. Если вы применяете:
 - Внешний источник импульсов в качестве импульсного запуска:
Установите у обоих генераторов серии PSG режим запуска на внутренний запуск. Для этого нажмите у обоих генераторов клавиши **Pulse > Pulse Source > Internal Triggered**.
 - Генератор серии PSG1 в качестве внутреннего источника импульсов:
 - а) Установите режим запуска у PSG1 на Free Run (периодический запуск). Для этого нажмите клавиши **Pulse > Pulse Source > Int Free-Run**.
 - б) Установите режим запуска у PSG2 на внутренний запуск. Для этого нажмите клавиши **Pulse > Pulse Source > Internal Triggered**.
5. Вы можете отрегулировать относительное смещение формируемых импульсов PSG с помощью функциональной клавиши **Pulse Delay** у каждого генератора серии PSG.

Конфигурирование низкочастотного выхода (опция UNT)

Генератор сигналов с опцией UNT имеет низкочастотный выход. В качестве источника низкочастотного сигнала можно выбрать **Internal 1 Monitor**, **Internal 2 Monitor**, **Function Generator 1** или **Function Generator 2**.

При применении источника **Internal 1 Monitor** или **Internal 2 Monitor** на выход LF OUTPUT подается копия сигнала от внутреннего источника, который используется в данный момент для модуляции ВЧ-сигнала. Параметры модуляции для этого сигнала устанавливаются через меню AM, FM или ФМ.

При применении источника **Function Generator 1** или **Function Generator 2** выход LF OUTPUT возбуждается непосредственно от секции генератора функций внутреннего источника модуляции. Частоту и форму сигнала устанавливают через меню LF Out, а не через меню AM, FM или ФМ. Для выбора формы сигнала имеются следующие варианты:

Синусоидальный сигнал (Sine)

Синусоидальный сигнал с регулируемой амплитудой и частотой

Двухчастотный синусоидальный сигнал (Dual Sine)

Двухчастотный синусоидальный сигнал с индивидуальной регулировкой частот и установкой относительного значения амплитуды для второго тонального сигнала (этот сигнал снимается только с генератора функций 1).

Синусоидальный сигнал с разверткой частоты (Swept-Sine)

Синусоидальный сигнал, для которого задается начальная и конечная частота, скорость развертки и параметры запуска развертки (этот сигнал снимается только с генератора функций 1).

Сигнал треугольной формы (Triangle)

Сигнал треугольной формы с регулируемой амплитудой и частотой.

Сигнал пилообразной формы (Ramp)

Сигнал пилообразной формы с регулируемой амплитудой и частотой

Сигнал прямоугольной формы (Square)

Сигнал прямоугольной формы (меандр) с регулируемой амплитудой и частотой.

Шумовой сигнал (Noise)

Шум с регулируемой амплитудой, задаваемой как междупиковое значение (среднеквадратическое значение составляет примерно 80 % от индицируемого значения).

Сигнал постоянного тока (DC)

Постоянный ток с регулируемой амплитудой

ПРИМЕЧАНИЕ

Рабочим состоянием выхода LF OUTPUT управляет функциональная клавиша **LF Out Off On**. Однако, когда в качестве источника сигнала выбран вариант **Internal Monitor**, у вас есть три способа управления выходом. Вы можете пользоваться клавишей включения-выключения источника модуляции (AM, FM или ФМ), клавишей включения-выключения выхода LF или функциональной клавишей **Mod On/Off**.

Клавиша **RF On/Off** не действует на соединитель LF OUTPUT.

Конфигурирование низкочастотного выхода с внутренним источником модуляции

В этом примере источником выходного низкочастотного сигнала является внутренний источник сигнала частотной модуляции.

ПРИМЕЧАНИЕ

Внутренняя модуляция (**Internal Monitor**) принята по умолчанию в качестве источника низкочастотного выхода.

Конфигурирование внутренней модуляции как источника низкочастотного выхода

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавишу **FM/ФМ**.
3. Нажмите клавиши **FM Dev > 75 > kHz**.
4. Нажмите клавиши **FM Rate > 10 > kHz**.
5. Нажмите клавишу **FM Off On**.

Вы установили сигнал частотной модуляции с частотой 10 кГц и девиацией частоты 75 кГц. Вспомогательный индикатор **FM** указывает, что вы задействовали частотную модуляцию.

Конфигурирование низкочастотного выхода

1. Нажмите аппаратную клавишу **LF Out**.
2. Нажмите клавиши **LF OUT Amplitude > 3 > Vp**.
3. Нажмите клавишу **LF Out Off On**.

Вы сконфигурировали выходной низкочастотный сигнал синусоидальной формы (принята по умолчанию) с амплитудой 3 Впик, который служит для частотной модуляции с помощью источника **Internal 1 Monitor** (этот источник принят по умолчанию).

Конфигурирование низкочастотного выхода с генераторами функций в качестве источника

В этом примере источником выходного низкочастотного сигнала являются генераторы функций.

Конфигурирование генераторов функций как источников выходного НЧ-сигнала

1. Нажмите клавишу **Preset**.

2. Нажмите аппаратную клавишу **LF Out**.
3. Нажмите клавиши **LF Out Source > Function Generator 1**.

Конфигурирование формы сигнала

1. Нажмите клавиши **LF Out Waveform**.
2. Нажмите клавиши **LF Out Start Freq > 100 > Hz**.
3. Нажмите клавиши **LF Out Stop Freq > 1 > kHz**.
4. Нажмите клавиши **Return > Return**. Это возвращает вас в меню верхнего уровня LF Output.

Конфигурирование низкочастотного выхода

1. Нажмите клавиши **LF Output Amplitude > 3 > Vp**.
Это устанавливает амплитуду (пиковое значение) выходного НЧ сигнала на 3 В.
2. Нажмите клавишу **LF Out Off On**.
Теперь на выход LF OUTPUT подается сигнал, источником которого является генератор функций 1, с амплитудой 3 В и с разверткой частоты от 100 Гц до 1 кГц.

6 Режим генератора специальных сигналов произвольной формы

В этой главе описан режим генератора специальных сигналов произвольной формы (Custom Arb Waveform Generator), который доступен только у векторных генераторов сигналов E8267D с опций 601 или 602. Эта информация изложена в следующих разделах:

- «Общие сведения» на странице 151
- «Работа с предустановленными типами модулированных сигналов» на странице 151
- «Работа с пользовательскими наборами параметров (режимами) – только Custom Arb» на странице 152
- «Работа с фильтрами» на странице 153
- «Работа с меню Symbol Rate» на странице 160
- «Работа с разными типами модуляции» на странице 162
- «Конфигурирование оборудования» на странице 168

См. также главу 3 «Основные операции для векторной модуляции» на странице 82.

Общие сведения

Режим генератора специальных сигналов произвольной формы позволяет формировать одну модулированную несущую или несколько модулированных несущих. Каждый модулирующий сигнал должен быть рассчитан и сконфигурирован до того, как он будет подан на выход; формирование этого сигнала производится во внутреннем генераторе модулирующих сигналов (опция 601 или 602). После того, как будет создан модулирующий сигнал, его можно будет записать в память и вызывать из памяти, что обеспечивает возможность повторного воспроизведения тестовых сигналов.

Чтобы приступить к применению режима генератора специальных сигналов произвольной формы, выберите, что именно вы хотите создать – одну модулированную несущую или несколько модулированных несущих:

- Если вы хотите создать сигнал одной модулированной несущей, начинайте с выбора набора параметров цифровой модуляции (Digital Modulation Setup) из ряда предустановленных режимов (наборов параметров). После выбора одного из предустановленных режимов вы можете изменить тип модуляции, применяемый фильтр, скорость передачи символов и тип запуска; кодовая комбинация данных является случайной по умолчанию. Тогда можно будет занести в память модифицированный набор параметров и использовать его повторно.
- Если вы хотите создать сигнал нескольких модулированных несущих, начните с выбора набора параметров модуляции с несколькими несущими (Multicarrier Setup) из ряда предустановленных режимов (наборов параметров). После выбора одного из предустановленных режимов вы можете изменить количество несущих, частотное разнесение несущих и тип запуска; кодовая комбинация данных является случайной по умолчанию, фильтр по умолчанию установлен на 40 МГц, а скорость передачи символов автоматически определяется выбранным типом модуляции.

Работа с предустановленными типами модулированных сигналов

Когда вы выбираете предустановленный режим формирования векторного сигнала, автоматически задаются принятые по умолчанию значения его характеристик (в том числе фильтр, скорость передачи символов и тип модуляции).

Выбор стандартной настройки ARB или пользовательского режима цифровой модуляции

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Arb Waveform Generator > Setup Select**.
3. Выберите либо:
 - один из предустановленных профилей сигналов: **NADC, PDC, PHS, GSM, DECT, EDGE, APCO 25 w/C4FM, APCO 25 w/CQPSK, CDPD, PWT** или **TETRA**

Таким образом запускается предустановленный набор параметров, где фильтрация, скорость передачи символов и тип модуляции заданы выбранным вами предустановленными профилями; пакетная передача или кодирование каналов при этом необходимо задавать отдельно.

либо

– Custom Digital Mod State

Таким образом можно выбрать специальный (пользовательский) набор параметров, занесенный в каталог памяти **Catalog of DMOD Files**. Как создать пользовательский набор параметров цифровой модуляции, описано ниже в разделе «Работа с пользовательскими наборами параметров (режимами) – только Custom Arb» на [странице 152](#).

Работа с пользовательскими наборами параметров (режимами) – только Custom Arb

Изменение набора параметров модуляции NADC с одной несущей

В ходе этой процедуры вы узнаете, как начать с цифровой модуляции NADC с одной несущей и изменить ее для создания специального сигнала с пользовательской установкой типа модуляции, скорости передачи символов и фильтрации.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > ARB Waveform Generator > Setup Select > NADC**.
3. Нажмите клавиши **Digital Mod Define > Modulation Type > PSK > QPSK and OQPSK > QPSK**.
4. Нажмите клавиши **Symbol Rate > 56 > ksp/s**.
5. Нажмите клавиши **Filter > Select > Nyquist**.
6. Нажмите клавиши **Return > Return > Digital Modulation Off On**.

Таким образом запускается формирование цифрового сигнала из профиля NADC с одной несущей. На дисплее индицируется **Dig Mod Setup: NADC (Modified)**. Во время генерирования сигнала появляются вспомогательные индикаторы **DIGMOD** и **I/Q** и заносится во временную память состояние пользовательской цифровой модуляции с одной несущей.

7. Установите частоту выходного ВЧ-сигнала на 835 МГц.
8. Установите амплитуду выходного ВЧ-сигнала на 0 дБм.
9. Нажмите клавишу **RF On/Off**.
Теперь на соединитель RF OUTPUT подается заданный пользователем сигнал NADC.
10. Нажмите клавиши **Return > Return**.
Это возвращает вас в меню верхнего уровня Digital Modulation, где первой функциональной клавишей является клавиша **Digital Modulation Off On**.
11. Нажмите клавиши **Digital Mod Define > Store Custom Dig Mod State > Store To File**.
Если активная область ввода занята именем файла из каталога памяти **Catalog of DMOD Files**, нажмите клавиши **Edit Keys > Clear Text**.
12. Введите имя файла (например, **NADCQPSK**) с помощью буквенных клавиш и цифровой клавиатуры.
13. Нажмите клавишу **Enter**.

Теперь состояние пользовательской цифровой модуляции с одной несущей занесено в долговременную (энергонезависимую) память. Установки амплитуды выходного ВЧ-сигнала, частоты и рабочего состояния не сохраняются в качестве части файла состояния пользовательской цифровой модуляции.

Изменение набора параметров модуляции с несколькими несущими

В ходе этой процедуры вы узнаете, как изменить предустановленный набор параметров цифровой модуляции с несколькими несущими, путем создания пользовательского профиля цифровой модуляции EDGE с тремя несущими.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Arb Waveform Generator > Multicarrier Off On**.
3. Нажмите клавиши **Multicarrier Define > Initialize Table > Carrier Setup > EDGE > Done**.
4. Выделите значение **Freq Offset** для несущей в строке 2 (**500.000 kHz**) и нажмите клавиши **Edit Item > -625 > kHz**.
5. Выделите значение **Power** для несущей в строке 2 (**0.00 dB**) и нажмите клавиши **Edit Item > -10 > dB**.

Теперь вы имеете специальный сигнал модуляции EDGE с несущей при отстройке частоты -625 кГц и с уровнем мощности -10,00 дБм.

6. Нажмите клавиши **Return > Digital Modulation Off On**.

Это генерирует сигнал с пользовательским профилем модуляции EDGE с несколькими несущими. На дисплее индицируется **Dig Mod Setup: Multicarrier (Modified)**. Во время генерирования сигнала появляются вспомогательные индикаторы **DIGMOD** и **I/Q** и заносится во временную память новое состояние пользовательской цифровой модуляции EDGE с несколькими несущими.

7. Установите частоту выходного ВЧ-сигнала на 890,01 МГц.

8. Установите амплитуду выходного ВЧ-сигнала на -10 дБм.

9. Нажмите клавишу **RF On/Off**.

Теперь на соединитель RF OUTPUT подается заданный пользователем сигнал EDGE с несколькими несущими; он не включает в себя пакетную передачу или кодирование каналов.

10. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Arb Waveform Generator**, где **Digital Modulation Off On** является первой функциональной клавишей.

11. Нажмите клавиши **Multicarrier Off On > Multicarrier Define > More (1 of 2) > Load/ Store > Store To File**.

Если активная область ввода занята именем файла из каталога памяти **Catalog of DMOD Files**, нажмите клавиши **Edit Keys > Clear Text**.

12. Введите имя файла (например, **EDGEM1**) с помощью буквенных клавиш и цифровой клавиатуры

Теперь профиль пользовательской цифровой модуляции с несколькими несущими занесен в долговременную (энергонезависимую) память.

ПРИМЕЧАНИЕ

Установки амплитуды выходного ВЧ-сигнала, частоты и рабочего состояния (например, RF On/Off) не сохраняются в качестве части файла состояния пользовательской цифровой модуляции. За дополнительной информацией обращайтесь к [разделу «Применение функций сохранения данных» на странице 67](#).

Вызов из памяти пользовательского профиля цифровой модуляции

В ходе этой процедуры вы узнаете, как вызвать из каталога памяти (**Catalog of DMOD Files**)

занесенное туда ранее состояние пользовательской цифровой модуляции.

1. Нажмите клавишу **Preset**.

2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > ARB Waveform Generator > Setup Select**.

3. Нажмите клавиши **More (1 of 2) > Custom Digital Mod State**.

4. Нажмите клавишу **Select File**, чтобы выбрать пользовательский профиль модуляции из каталога **Catalog of DMOD Files**.

Теперь из энергонезависимой памяти должно быть вызвано состояние пользовательского профиля цифровой модуляции. Поскольку установки амплитуды выходного ВЧ-сигнала, частоты и рабочего состояния не сохраняются в характеристиках профиля пользовательской цифровой модуляции, то их теперь следует установить или вызвать из памяти отдельным образом. За дополнительной информацией обращайтесь к [разделу «Применение функций сохранения данных» на странице 67](#).

Работа с фильтрами

В этом разделе описано применение предустановленных и пользовательских фильтров FIR.

ПРИМЕЧАНИЕ

Описанные в этом разделе процедуры относятся только к фильтрам, созданным в режиме генератора специальных сигналов произвольной формы (Custom Arb Waveform Generator) или в режиме специальной I/Q-модуляции в реальном масштабе времени (Custom Real Time Baseband I/Q). Эти процедуры не работают с загруженными файлами типа тех, что создаются в программе Matlab.

Варианты выбора в меню **Filter** позволяют вам применить к генерируемому сигналу фильтр, определить фильтр с конечной импульсной характеристикой (FIR), изменить коэффициент Alpha у корневого фильтра Найквиста или фильтра Найквиста, изменить параметр BbT у гауссовского фильтра или восстановить принятые по умолчанию значения всех параметров фильтра. В режиме специальной I/Q- модуляции в реальном масштабе времени (Custom Real Time Baseband I/Q) вы можете также оптимизировать фильтр FIR в отношении модуля вектора погрешности (EVM) или мощности в соседнем канале (ACP).

Предустановленные фильтры (Filter > Select)

- **Root Nyquist** – корневой фильтр Найквиста. Это предмодуляционный фильтр FIR с характеристикой корня квадратного из приподнятого косинуса. Фильтр применяется, когда необходимо половину полосы фильтрации распределить внутри частотного диапазона передатчика, а другую половину – в полосе приемника. Частотная характеристика идеального фильтра типа корня квадратного из приподнятого косинуса характеризуется единичным усилением на низких частотах, следованию функции корня квадратного из приподнятого косинуса на средних частотах и полным ослаблением на высоких частотах. Ширина области средних частот определяется коэффициентом спада или параметром Filter Alpha ($0 < \text{Filter Alpha} < 1$).
- **Nyquist** – фильтр Найквиста. Это предмодуляционный фильтр FIR с характеристикой приподнятого косинуса. Фильтр Найквиста применяется для уменьшения необходимой для сигнала полосы частот без потери информации. Частотная характеристика идеального фильтра типа приподнятого косинуса характеризуется единичным усилением на низких частотах, следованию функции приподнятого косинуса на средних частотах и полным ослаблением на высоких частотах. Ширина области средних частот определяется коэффициентом спада или параметром Filter Alpha ($0 < \text{Filter Alpha} < 1$).
- **Gaussian** – это гауссовский предмодуляционный фильтр FIR.
- **User FIR** – это вариант предоставляет вам возможность выбора пользовательских настроек фильтра из каталога фильтров FIR. Пользуйтесь этим вариантом, когда предустановленные фильтры FIR не удовлетворяют вашим требованиям. См. ниже **Define User FIR**.
- **Rectangle** – это прямоугольный предмодуляционный фильтр FIR.
- **APCO 25 C4FM** – это фильтр C4FM по спецификации APCO 25, представляющий собой фильтр Найквиста с параметром Alpha = 0,200 в сочетании с формирующим фильтром.

Параметры фильтров

- **Define User FIR** – пользуйтесь этим вариантом, когда предустановленные фильтры FIR не удовлетворяют вашим требованиям. Вы можете задать коэффициенты FIR и установить коэффициент избыточности выборки (количество коэффициентов фильтра на каждый символ) для применения в специальном фильтре FIR.
- **Filter Alpha** – позволяет вам изменить параметр Alpha для фильтра Найквиста или корневого фильтра Найквиста. Когда применяется гауссовский фильтр, эта функциональная клавиша называется **Filter NbT**. При выборе любого другого фильтра эта функциональная клавиша не действует (обозначена светло-серым цветом).
- *(Только режим векторной I/Q-модуляции в реальном масштабе времени)*
Optimize FIR for EVM ACP – эта функциональная клавиша позволяет вам оптимизировать фильтр Найквиста или корневой фильтр Найквиста для минимизации модуля вектора ошибки (EVM) или мощности в соседнем

канале (ACP). При выборе любого другого фильтра эта функциональная клавиша не действует (обозначена светло-серым цветом).

- **Restore Default Filters** – заменяет текущий фильтр FIR фильтром FIR, принятым по умолчанию для выбранного формата.

Применение предустановленного фильтра FIR

Выбор предустановленного фильтра FIR

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > ARB Waveform Generator > Digital Mod Define > Filter > Select**
или
Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Filter > Select
3. Выберите нужный фильтр. Если нужный вам фильтр отсутствует в первом списке, нажмите функциональную клавишу **More (1 of 2)**.

Изменение параметра Filter Alpha у предустановленного фильтра Найквиста или корневого фильтра Найквиста

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > ARB Waveform Generator > Digital Mod Define > Filter > Filter Alpha**
или
Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Filter > Filter Alpha.
3. Введите новое значение параметра Filter Alpha и нажмите клавишу **Enter**.

Изменение параметра BbT (произведение Bandwidth–Bit–Time) у предустановленного гауссовского фильтра

1. Нажмите клавиши **Mode > Custom > ARB Waveform Generator > Digital Mod Define > Filter > Select > Gaussian**
или
Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Filter > Select > Gaussian.
2. Нажмите функциональную клавишу **Filter BbT**.
3. Введите новое значение параметра BbT и нажмите клавишу **Enter**.

Оптимизация фильтра Найквиста или корневого фильтра Найквиста в отношении EVM или ACP (только режим специальной I/Q-модуляции в реальном масштабе времени)

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Filter > Optimize FIR For EVM or ACP**.

Теперь фильтр FIR оптимизирован для минимизации модуля вектора ошибки (EVM) или мощности в соседнем канале (ACP). Эта функция применяется только к фильтру Найквиста или к корневому фильтру Найквиста. При выборе любого другого фильтра эта функциональная клавиша не действует (обозначена светло-серым цветом).

Восстановление принятых по умолчанию параметров фильтра FIR

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > ARB Waveform Generator > Digital Mod Define > Filter > Restore Default Filter**. Это заменяет текущий фильтр FIR фильтром FIR, принятым по умолчанию для выбранного формата.

Применение пользовательского фильтра FIR

Вы можете создавать и модифицировать фильтры FIR путем задания коэффициентов FIR или путем задания коэффициента избыточности выборок (количество коэффициентов фильтра на каждый символ) для применения в вашем собственном пользовательском фильтре FIR.

Изменение предустановленных коэффициентов FIR для гауссовского фильтра с помощью редактора значений FIR

Вы можете задать от одного до 32 коэффициентов FIR, где максимальная комбинация символов и коэффициента избыточности выборок (oversample ratio) составляет 1024 коэффициента. Хотя редактор значений FIR (FIR Values Editor) допускает максимальную длину фильтра в 1024 коэффициента, но аппаратная часть серии PSG ограничена до 64 символов при генерировании модулирующих сигналов в реальном масштабе времени или до 512 символов при генерировании сигналов произвольной формы (количество символов равно результату деления количества коэффициентов на коэффициент избыточности выборок).

Если вы введете более 64 символов для формирования в реальном масштабе времени или более 512 символов для формирования сигналов произвольной формы, генераторы серии PSG не смогут использовать этот фильтр, а станут применять прореживание (отбрасывать коэффициенты), пока не будет выполнено требуемое условие, затем будет использоваться фильтр, однако в результате этого может быть утрачено изначально сконфигурированное разрешение из импульсной характеристики.

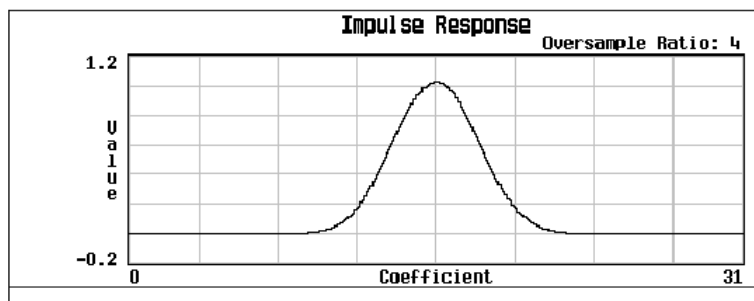
С помощью редактора значений FIR можно без затруднений изменять параметры фильтров FIR, занесенных в память генераторов сигналов. В этом примере показано, как загрузить редактор значений FIR значениями коэффициентов из принятого по умолчанию фильтра FIR (или из файла пользовательского фильтра FIR, занесенного в каталог памяти), изменить значения коэффициентов и сохранить новый файл в каталоге памяти.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Arb Waveform Generator > Digital Mod Define > Filter**
или
Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Filter.
3. Нажмите клавиши **Define User FIR > More (1 of 2) > Load Default FIR > Gaussian**.
4. Нажмите клавиши **Filter BbT > 0.300 > Enter**.
5. Нажмите клавиши **Filter Symbols > 8 > Enter**.
6. Нажмите клавишу **Generate**.

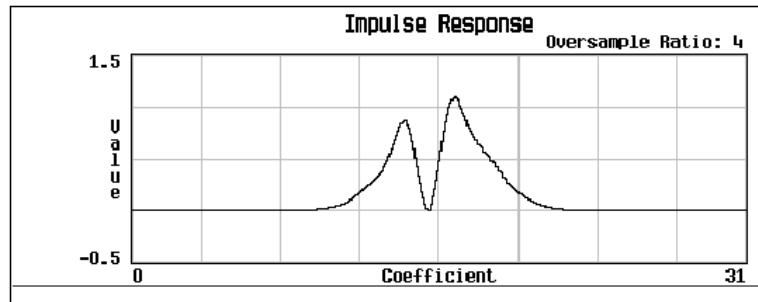
ПРИМЕЧАНИЕ

Реальный коэффициент избыточности выборок (oversample ratio) во время модуляции автоматически выбирается прибором. Выбирается значение от 4 до 16 в зависимости от скорости передачи символов, количества битов на символ у данного типа модуляции и количества символов.

7. Нажмите клавишу **Display Impulse Response**. Отображается график импульсной характеристики текущих коэффициентов FIR.



8. Нажмите клавишу **Return**.
9. Выделите коэффициент 15.
10. Нажмите клавиши **0 > Enter**.
11. Нажмите клавишу **Display Impulse Response**.



Отображение графика может оказаться полезным средством выявления неполадок. В данном случае по графику видно, что неправильно установлено значение коэффициента, в результате чего искажается форма гауссовской импульсной характеристики.

12. Нажмите клавишу **Return**.
13. Выделите коэффициент 15.
14. Нажмите клавиши **1 > Enter**.
15. Нажмите клавиши **Load/Store > Store To File**.
16. Присвойте файлу имя NEWFIR2 и нажмите клавишу **Enter**.

Текущее содержание редактора значений FIR сохраняется в файле в каталоге памяти. В каталоге файлов FIR появляется новый файл.

Создание пользовательского фильтра FIR с помощью редактора значений FIR

В этой процедуре применяется редактор **FIR Values** для создания и сохранения в памяти 8-символьного взвешивающего фильтра типа sinc function с коэффициентом избыточности выборок 4. Коэффициент избыточности выборок (OSR) представляет собой количество коэффициентов фильтра на каждый символ.

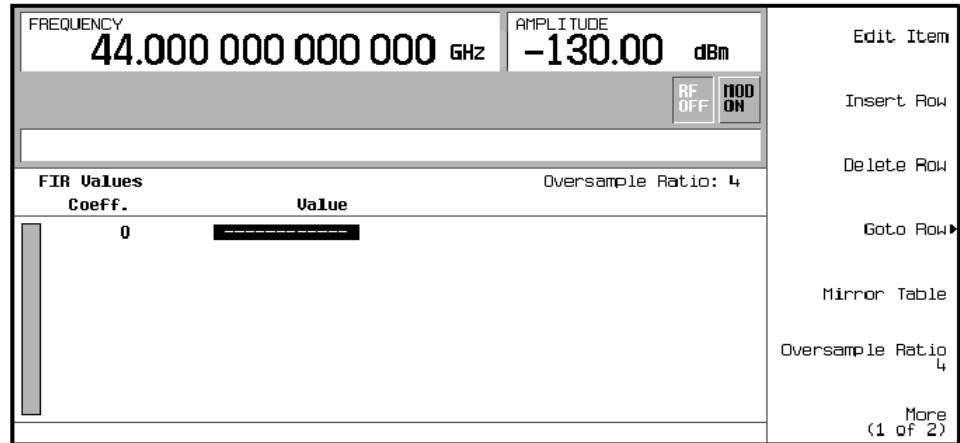
Вы можете задать от одного до 32 коэффициентов FIR, где максимальная комбинация символов и коэффициента избыточности выборок составляет 1024 коэффициента.

Редактор значений FIR (FIR Values Editor) допускает максимальную длину фильтра в 1024 коэффициента, однако аппаратная часть серии PSG ограничена до 64 символов при генерировании модулирующих сигналов в реальном масштабе времени или до 512 символов при генерировании сигналов произвольной формы. Количество символов равно результату деления количества коэффициентов на коэффициент избыточности выборок.

Если вы введете количество символов, превышающее аппаратный предел, генераторы серии PSG не смогут использовать этот фильтр, а станет применять прореживание (отбрасывать коэффициенты), пока не будет выполнено требуемое условие, затем будет использовать фильтр, однако в результате этого может быть утрачено изначально сконфигурированное разрешение из импульсной характеристики.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Arb Waveform Generator > Digital Mod Define > Filter**
или
Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Filter.
3. Нажмите клавиши **Define User FIR > More (1 of 2)**.
4. Нажмите клавиши **Delete All Rows > Confirm Delete Of All Rows > More (2 of 2)**.

Это выводит на экран редактор значений FIR и очищает таблицу существующих значений.



5. Нажмите клавиши **Edit Item**. Должно быть выделено поле **Value** для коэффициента 0.
6. С помощью цифровой клавиатуры введите первое значение (-0.000076) из следующей таблицы и нажмите клавишу **Enter**. При нажатии цифровых клавиш появляются соответствующие цифры в поле ввода. Если вы сделаете ошибку, то ее можно исправить с помощью клавиши заборя ($\pm \leftarrow$). Продолжайте вводить значения из таблицы, пока не введете все 16 значений.

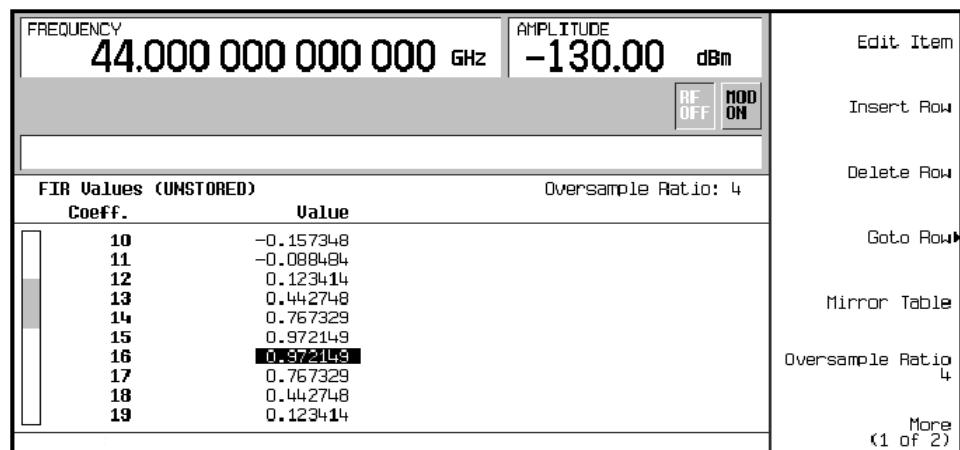
Coefficient	Value
0	-0.000076
1	-0.001747
2	-0.005144
3	-0.004424
4	0.007745
5	0.029610

Coefficient	Value
6	0.043940
7	0.025852
8	-0.035667
9	-0.116753
10	-0.157348
11	-0.088484

Coefficient	Value
12	0.123414
13	0.442748
14	0.767329
15	0.972149

7. Нажмите клавишу **Mirror Table**.

У взвешивающего фильтра типа sinc function вторая половина коэффициентов идентична первой половине, но в обратном порядке. Генератор сигналов обеспечивает функцию зеркальной таблицы, которая автоматически дублирует имеющиеся коэффициенты в обратном порядке; автоматически генерируются коэффициенты 16–31 и выделяется первый из этих коэффициентов (номер 16), как показано на следующем рисунке.

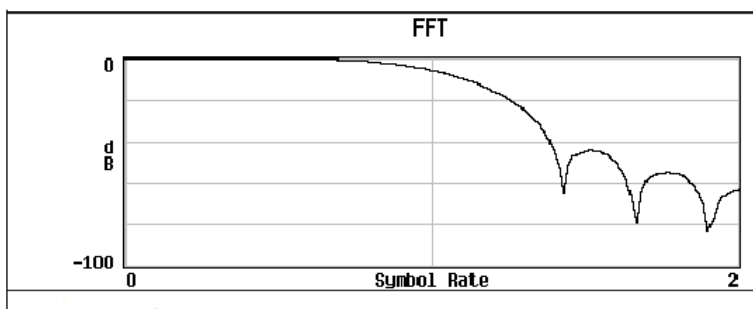


8. В этом примере нужное значение OSR равно 4 (принято по умолчанию), поэтому здесь не требуется никаких действий.

Коэффициент избыточности выборок (OSR) представляет собой количество коэффициентов фильтра на каждый символ. Приемлемыми являются значения OSR от 1 до 32; максимальная комбинация символов и коэффициента избыточности выборок, допускаемая редактором FIR, составляет 1024. Однако имейте в виду, что аппаратная часть серии PSG ограничена до 64 символов при генерировании модулирующих сигналов в реальном масштабе времени или до 512 символов при генерировании сигналов произвольной формы. Количество символов равно результату деления количества коэффициентов на коэффициент избыточности выборок.

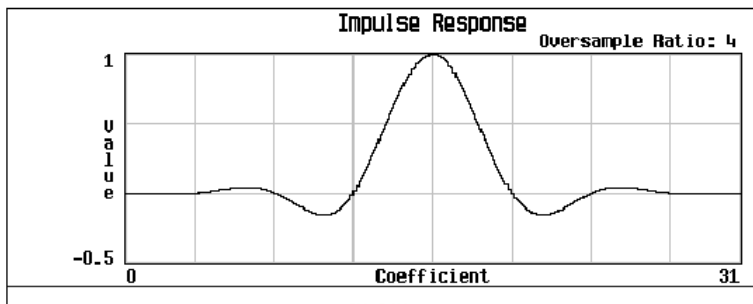
9. Нажмите клавиши **More (1 of 2) > Display FFT** (быстрое преобразование Фурье).

На дисплее отображается график результата быстрого преобразования Фурье текущего набора коэффициентов FIR. Генератор сигналов обладает способностью отображения характеристик фильтра как во временной, так и в частотной области.



10. Нажмите клавиши **Return > Display Impulse Response**.

Теперь отображается график импульсной характеристики текущего набора коэффициентов FIR.



11. Нажмите клавиши **Return > Load/Store > Store To File**.

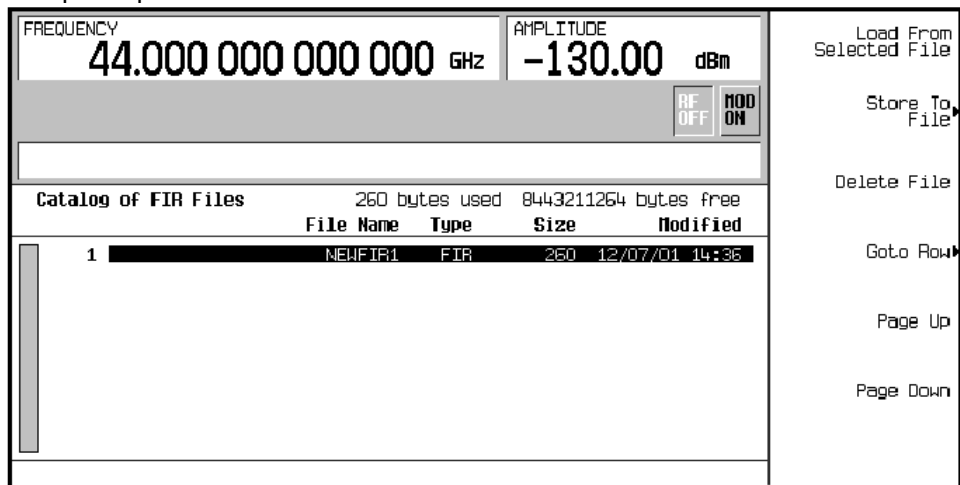
На дисплее появляется каталог файлов FIR с указанием размера доступной памяти.

12. Если в области активного ввода уже отображается имя файла, нажмите клавиши **Edit Keys > Clear Text**.

13. С помощью алфавитного меню и цифровой клавиатуры введите имя файла **NEWFIR1**.

14. Нажмите клавишу **Enter**.

Файл NEWFIR1 является первым файлом в списке. (Если вы ранее занесли в память другие файлы FIR, то их имена перечисляются ниже имени файла NEWFIR1). В списке отображается тип файла (FIR), его размер (260 байт). Отображается также размер использованной памяти (260 bytes used). Количество файлов, которые можно сохранить, зависит от размера файлов и от размера использованной памяти.



Работа с меню Symbol Rate

Меню Symbol Rate позволяет вам установить символьную скорость, с которой отсчеты I/Q передаются на I/Q- модулятор. В этом меню можно также восстановить принятую по умолчанию скорость передачи символов.

- Скорость передачи символов (индицируется как **Sym Rate**) представляет собой количество символов в секунду, передаваемых в заданном типе модуляции (индицируется как **Mod Type** с учетом установок типа фильтра и коэффициента Filter Alpha (индицируется как **Filter**). Скорость передачи символов непосредственно определяет ширину полосы частот, занимаемую сигналом.

Скорость передачи символов представляет собой отношение скорости передачи битов (Bit Rate) к количеству битов, которые могут передаваться с каждым символом. Это называется также скоростью передачи данных в бодах (Baud Rate).

- Скорость передачи битов характеризует поток битов, передаваемых в системе. Внутренние генераторы модулирующих сигналов (опция 602) автоматически формируют поток выбранной кодовой комбинации данных (Data Pattern) с соответствующей скоростью для адаптации к заданному значению скорости передачи символов:

Скорость передачи битов = (скорость передачи символов) x (количество битов на символ)

- Ширина занимаемой полосы частот = (скорость передачи символов) x (1 + Filter Alpha), следовательно, ширина полосы частот, занимаемая сигналом, зависит от параметра Filter Alpha применяемого фильтра Найквиста или корневого фильтра Найквиста. Чтобы изменить параметр Filter Alpha, обращайтесь к подразделу 6.4.1.

Установка символьной скорости

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > ARB Waveform Generator > Digital Mod Define > Symbol Rate**
или
Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Symbol Rate.
3. Введите новое значение символьной скорости и нажмите функциональную клавишу **Msps, ksps** или **sps**.

Восстановление принятой по умолчанию символьной скорости (только режим пользовательской I/Q-модуляции в реальном масштабе времени)

Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Symbol Rate > Restore Default Symbol Rate**.

Это заменяет текущую установку символьной скорости значением, принятым по умолчанию для выбранного формата модуляции.

Обозначения в таблице: bps = бит/с; sps = символ/с

Тип модуляции		Кол-во битов на символ	Скорость передачи битов ¹⁾	Внутренняя скорость передачи символов (мин. – макс.)	Внешняя скорость передачи символов ²⁾ (мин. – макс.)
PSK Фазовая манипуляция	QPSK и QQPSK (квадратурная фазовая манипуляция и смещенная квадратурная фазовая манипуляция), в том числе: QPSK, IS95 QPSK, Gray Coded QPSK, OQPSK, IS95 OQPSK	1	90 bps – 100 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 25 Msps
	BPSK (двоичная фазовая манипуляция)	1	45 bps – 50 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 50 Msps
	p/4 DQPSK	2	90 bps – 100 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 25 Msps
	8PSK	3	135 bps – 150 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 16,67 Msps
	16PSK	4	180 bps – 200 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 12,5 Msps
	D8PSK	3	135 bps – 150 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 16,67 Msps
MSK Манипуляция с минимальным сдвигом	MSK (GSM – глобальная система мобильной связи)	1	45 bps – 50 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 50 Msps
FSK Частотная манипуляция	2–Lvl FSK	1	45 bps – 50 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 50 Msps
	4–Lvl FSK	2	90 bps – 100 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 25 Msps
	8–Lvl FSK	3	135 bps – 150 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 16,67 Msps
	16–Lvl FSK	4	180 bps – 200 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 12,5 Msps
	C4FM	2	90 bps – 100 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 25 Msps
QAM Квадратурная амплитудная модуляция	4QAM	2	90 bps – 100 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 25 Msps
	16QAM	4	180 bps – 200 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 12,5 Msps
	32QAM	5	225 bps – 250 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 10 Msps
	64QAM	6	270 bps – 300 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 8,33 Msps
	128QAM Для этой модуляции нет предустановки; она должна быть задана пользователем	7	315 bps – 350 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 7,14 Msps
	256QAM	8	360 bps – 400 Mbps	45 sps – 50 Msps	45 sps – 6,25 Msps

1) Скорость передачи битов = (скорость передачи символов) x (количество битов на символ)

2) Только режим пользовательской I/Q-модуляции в реальном масштабе времени

Работа с разными типами модуляции

Меню Modulation Type позволяет вам задать тип модуляции, применяемой к сигналу несущей, когда включена модуляция клавишей **Mod On Off**.

Когда установлена на On функциональная клавиша **Custom Off On**:

- В режиме встроенного генератора сигналов произвольной формы (Custom Arb) генераторы модулирующих сигналов формируют выборки модулирующих сигналов I/Q на основе случайной кодовой комбинации данных и выбранного вами типа модуляции.
- В режиме пользовательской I/Q-модуляции в реальном масштабе времени (Custom Real Time I/Q) формирователь символов I/Q создает символы I/Q на основе кодовой комбинации данных и выбранного вами типа модуляции (за информацией о выборе кодовой комбинации данных обращайтесь к [разделу «Работа с кодовыми комбинациями данных» на странице 170](#)).

В режиме пользовательской I/Q-модуляции в реальном масштабе времени (Custom Real Time I/Q) вы также можете:

- создать пользовательский тип модуляции (см. раздел [«Применение модуляции пользовательского типа \(только в режиме Real Time I/Q\)» на странице 162](#), который можно применять немедленно или сохранить в каталоге памяти;
- восстановить принятое по умолчанию состояние всех параметров модуляции.

Выбор предустановленного типа модуляции

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > ARB Waveform Generator > Digital Mod Define > Modulation Type > Select**
или
Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Modulation Type > Select.
3. Выберите один из имеющихся типов модуляции.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы выбираете **QPSK** или **QQPSK**, то вы должны сделать определенный выбор из меню, которое появляется в этом случае.

Применение модуляции пользовательского типа (только в режиме Real Time I/Q)

Создание файла пользовательского типа I/Q-модуляции 128QAM с помощью редактора значений I/Q

В схемах I/Q-модуляции символы занимают принятые по умолчанию позиции в плоскости I/Q. С помощью редактора **I/Q Values** вы можете задать собственное символьное созвездие путем изменения позиции одного или нескольких символов. Пользуйтесь описанной ниже процедурой для создания и занесения в память 128-символьной квадратурной амплитудной модуляции (QAM).

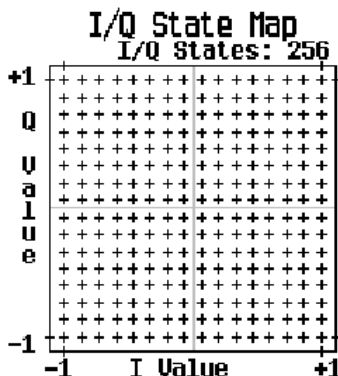
ПРИМЕЧАНИЕ

Хотя эта процедура обеспечивает быстрый способ реализации формата модуляции 128QAM, она не реализует все преимущества динамического диапазона I/Q-модулятора. Это является следствием того, что вы начинаете с совокупности 256QAM и удаляете ненужные точки. Оставшиеся точки, образующие совокупность 128QAM, находятся ближе друг к другу, чем в том случае, когда бы вы наносили каждую точку специально. Кроме того, этот подход не позволяет вам задать битовую комбинацию, ассоциированную с каждой точкой символа, как это было бы возможно в том случае, когда совокупность 128QAM задана поточечно.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Modulation Type > Define User I/Q > More (1 of 2) > Load Default I/Q Map > QAM > 256QAM**.

Это загружает в редактор значений I/Q принятую по умолчанию I/Q-модуляцию 256QAM.

3. Нажмите клавиши **More (2 of 2) > Display I/Q Map**.



На следующих этапах вы удалите определенные части этого символьного созвездия I/Q и сформируете созвездие типа 128QAM, которое содержит 128 состояний квадратур.

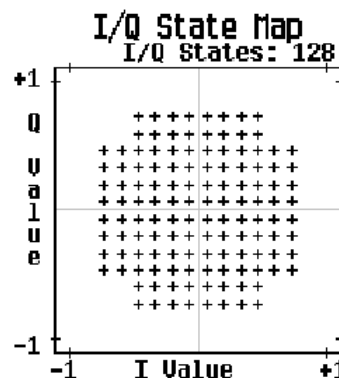
4. Нажмите клавиши **Return > Goto Row > 0011 0000 > Enter**; это строка 48.
5. Нажмите функциональную клавишу Delete Row 16 раз. Повторите операции по этой схеме согласно следующей таблице.

Goto Row...	Нажать функциональную
0110 0000 (96)	16 раз
1001 0000 (144)	16 раз
1100 0000 (192)	16 раз
0001 0000 (16)	4 раза
0001 0100 (20)	4 раза
0001 1000 (24)	8 раз
0011 0000 (48)	4 раза
0011 0100 (52)	4 раза
0011 1000 (56)	4 раза
0101 1000 (88)	8 раз
0111 0000 (112)	4 раза
0111 0100 (116)	4 раза
0111 1000 (120)	8 раз

6. Нажмите клавишу **Display I/Q Map**, чтобы увидеть новую созданную вами совокупность. Символьное созвездие I/Q в этом примере содержит 128 символов.
7. Нажмите клавишу **Return**. Когда содержание таблицы **I/Q Values** не занесено в память, на дисплее появляется надпись **I/Q Values (UNSTORED)**.
8. Нажмите клавиши **More (1 of 2) > Load/Store > Store To File**.

Если активная область ввода занята именем файла из каталога памяти **Catalog of IQ Files**, нажмите клавиши **Editing Keys > Clear Text**.

9. Введите имя файла (например, **128QAM**) с помощью алфавитных клавиш и цифровой клавиатуры.



10. Нажмите клавишу **Enter**.

Теперь в каталог памяти **Catalog of IQ Files** должна быть занесена пользовательское сигнальное созвездие I/Q.

Создание файла пользовательского типа I/Q-модуляции QPSK с помощью редактора значений I/Q

В схемах I/Q-модуляции символы занимают принятые по умолчанию позиции в плоскости I/Q. С помощью редактора **I/Q Values** вы можете задать собственное символьное созвездие путем изменения позиции одного или нескольких символов. Пользуйтесь описанной ниже процедурой для создания и занесения в память 4-символьной несимметричной модуляции QPSK.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Modulation Type > Define User I/Q > More (1 of 2) > Delete All Rows > Confirm Delete All Rows**.

Это загружает в редактор значений I/Q принятую по умолчанию I/Q-модуляцию 4QAM и очищает редактор значений I/Q.


3. Введите значения I и Q, перечисленные в следующей таблице.

Символ	Данные	Значение I	Значение Q
0	0000	0.500000	1.000000
1	0001	-0.500000	1.000000
2	0010	0.500000	-1.000000
3	0011	-0.500000	-1.000000

а) Нажмите клавиши **0.5 > Enter**.

б) Нажмите клавиши **1 > Enter**.

в) Введите остальные значения I и Q.

Когда обновится значение I, выделение перемещается на первый элемент Q (и обеспечивает по умолчанию значение 0), а под первой строкой появляется пустая строка. Когда обновится значение Q, выделение перемещается на следующее значение I. Когда вы нажимаете цифровые клавиши, цифры появляются в активной области ввода. Если вы сделаете ошибку, нажмите клавишу заборя () и введите правильное значение.

Обратите также внимание на то, что в списке определенных значений (**Distinct Values**) появляется в качестве первого пункта **0.000000**, и в качестве определенных значений индицируются **0.500000** и **1.000000**.

4. Нажмите клавиши **More (2 of 2) > Display I/Q Map**.

Отображается карта состояния I/Q (I/Q State Map) из текущих значений в таблице **I/Q Values**.

Карта состояния I/Q в этом примере содержит четыре символа. Для создания этих четырех символов использованы *четыре* индивидуальных значения: 0,5, 1,0, -0,5 и -1,0. Это характеризует не количество значений, которое определяет, сколько символов имеет карта, а способ комбинирования этих значений.

5. Нажмите клавишу **Return**.

Когда содержание таблицы **I/Q Values** не занесено в память, на дисплее появляется надпись **I/Q Values (UNSTORED)**.

6. Нажмите клавиши **More (1 of 2) > Load/Store > Store To File**.

Если активная область ввода занята именем файла из каталога памяти **Catalog of IQ Files**, нажмите клавиши **Editing Keys > Clear Text**.

7. Введите имя файла (например, **NEW4QAM**) с помощью алфавитных клавиш и цифровой клавиатуры.

8. Нажмите клавишу **Enter**. Теперь в каталог памяти **Catalog of IQ Files** будет занесено пользовательское символьное созвездие I/Q с учетом

расположения символов, которую можно будет вызвать из памяти даже после выключения и последующего включения генераторов сигналов.

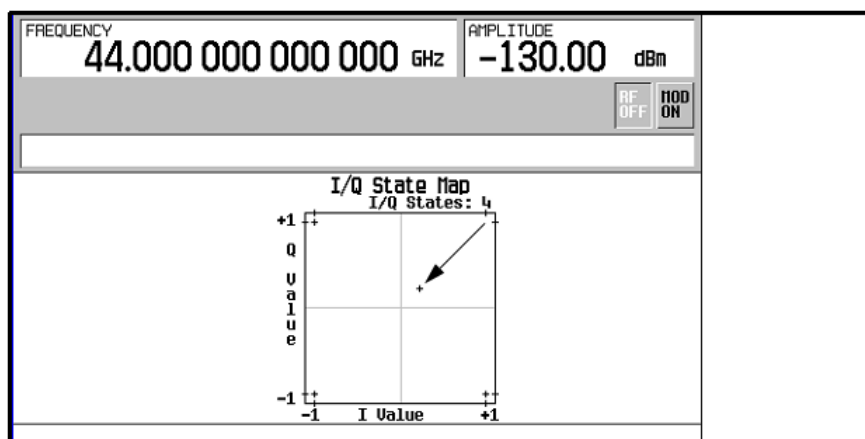
Изменение предустановленного типа I/Q-модуляции (символы I/Q) и имитация разбаланса амплитуды и фазы квадратур

Ниже описана процедура манипулирования положением символов, которая имитирует погрешности модуля и фазы квадратур (квадратурный разбаланс). В этом примере вы редактируете совокупность 4QAM, чтобы переместить один символ ближе к началу координат.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Modulation Type > Define User I/Q > More (1 of 2) > Load Default I/Q Map > QAM > 4QAM**.
Это загружает в редактор **I/Q Values** принятую по умолчанию I/Q-модуляцию 4QAM.
3. Нажмите клавишу **More (2 of 2)**.
4. В редакторе **I/Q Values** перейдите к пункту **Data 00000000** и нажмите клавишу **Edit Item**.
5. Нажмите клавиши **.235702 > Enter**, затем **.235702 > Enter**.

Когда вы нажимаете клавишу **Enter** первый раз, обновляется значение I и выделение перемещается на первый элемент Q. Во второй раз обновляется значение Q и выделение перемещается на следующий элемент I.

6. Нажмите клавишу **Display I/Q Map**. Обратите внимание на то, что переместился один символ, как показано ниже.



Создание файла пользовательского профиля FSK с помощью редактора значений частоты

Ниже описана процедура установки девиации частоты для данных **00, 01, 10** и **11** для конфигурирования пользовательской модуляции FSK.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Modulation Type > Define User FSK > More (1 of 2) > Delete All Rows > Confirm Delete All Rows**.

Это вызывает редактор значений частоты (**Frequency Values**) и очищает предыдущие значения.

3. Нажмите клавиши **600 > Hz**.
4. Нажмите клавиши **1.8 > kHz**.
5. Нажмите клавиши **-600 > Hz**.
6. Нажмите клавиши **-1.8 > kHz**.

Каждый раз, когда вы вводите значение, столбец **Data** переходит к следующему двоичному числу вплоть до 16 значений данных (от **0000** до **1111**). Создается не занесенный в память файл значений девиации частоты для пользовательского файла 4-level FSK.

7. Нажмите клавиши **Load/Store > Store To File**.

Если активная область ввода занята именем файла из каталога памяти **Catalog of FSK Files**, нажмите клавиши **Edit Keys > Clear Text**.

8. Введите имя файла (например, **NEWFSK**) с помощью алфавитных клавиш и цифровой клавиатуры.

9. Нажмите клавишу **Enter**.

Теперь в каталог памяти **Catalog of FSK Files** должен быть занесен файл пользовательской модуляции FSK.

Изменение файла пользовательского профиля FSK с помощью редактора значений частоты

С помощью редактора значений частоты (**Frequency Values**) вы можете создавать, изменять и сохранять в памяти пользовательский профиль частотной манипуляции (FSK). Редактор значений частоты доступен для режима пользовательской I/Q-модуляции в реальном масштабе времени (Custom Real Time Baseband I/Q), но недоступен для модулирующих сигналов, которые генерируются в режиме генератора специальных сигналов произвольной формы (Custom Arb Waveform Generator). В этом примере показано, как добавлять ошибки к принятой по умолчанию модуляции FSK.

1. Нажмите клавишу **Preset**.

2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Modulation Type > Define User FSK > More (1 of 2) > Load Default FSK**.

3. Нажмите клавиши **Freq Dev > 1.8 > kHz**.

4. Нажмите клавишу **4-Lvl FSK**.

Это устанавливает девиацию частоты и открывает редактор значений частоты, в котором отображаются принятые по умолчанию значения модуляции 4-level FSK.

5. Нажмите клавиши **-1.81 > kHz**.

6. Нажмите клавиши **-590 > Hz**.

7. Нажмите клавиши **1.805 > kHz**.

8. Нажмите клавиши **610 > kHz**.

По мере того, как вы изменяете значения девиации частоты, курсор перемещается к следующей строке данных. Создается не занесенный в память файл значений девиации частоты для пользовательского файла 4-level FSK.

9. Нажмите клавиши **Load/Store > Store To File**.

Если активная область ввода занята именем файла из каталога памяти **Catalog of FSK Files**, нажмите клавиши **Edit Keys > Clear Text**.

10. Введите имя файла (например, **NEWFSK**) с помощью алфавитных клавиш и цифровой клавиатуры.

11. Нажмите клавишу **Enter**.

Теперь в каталог памяти **Catalog of FSK Files** должен быть занесен файл пользовательской модуляции FSK.

Дифференциальные широкополосные входы I/Q (опция 016)

Генератор сигналов с опцией 016 может принимать сигналы квадратур от внешней источника I/Q-модуляции (двухканальные генераторы сигналов произвольной формы) для генерирования модулированного сигнала с полосой частот до 2 ГГц. Чтобы задействовать широкополосные входы I/Q:

1. Нажмите аппаратную клавишу **I/Q**.

2. Нажмите клавишу **I/Q Off**.

3. Нажмите клавишу **I/Q Path Wide (Ext Rear Inputs)**.

4. Нажмите клавишу **I/Q On**.

Присоедините внешний источник I/Q-модуляции к дифференциальным широкополосным входам I/Q на задней панели генераторов сигналов. Уровень

напряжения на входах равен ± 1 В. Широкополосная I/Q модуляция возможна при частоте выходного ВЧ-сигнала выше 3,2 ГГц. За дополнительной информацией обращайтесь к *Бюллетеню технических данных (Data Sheet)*.

Дополнительно можно задействовать внутренний генератор сигналов произвольной формы (ARB) в качестве источника модулирующих сигналов при использовании широкополосных входов на высоких частотах. Сигналы I и Q внутреннего генератора ARB поступают на выходные соединители I OUT, Q OUT, I-bar OUT и Q-bar OUT. Действуйте, как описано ниже, чтобы установить внутренний генератор ARB в качестве источника модулирующих сигналов и совместно с ним задействовать широкополосные входы.

1. Выполните настройку внутреннего генератора модулирующих сигналов для конфигурирования требуемого модулирующего сигнала.
2. Нажмите аппаратную клавишу **Mux**.
3. Нажмите клавишу **I/Q Out**.
4. Нажмите клавишу **BBG1**.
5. Нажмите аппаратную клавишу **I/O**.
6. Нажмите клавишу **I/O Off**.
7. Нажмите клавишу **I/Q Path Wide (Ext Rear Inputs)**.
8. Нажмите клавишу **I/Q On**.

Несимметричные широкополосные входы I/Q (опция 015 – выпуск прекращен)

Генератор сигналов с опцией 015 может принимать сигналы квадратур от внешней источника I/Q-модуляции (двухканальный генератор сигналов произвольной формы) для формирования модулированного сигнала с полосой частот до 2 ГГц. Чтобы задействовать широкополосные входы I/Q:

1. Нажмите аппаратную клавишу **I/Q**.
2. Нажмите клавишу **I/Q Off**.
3. Нажмите клавишу **I/Q Path Wide (Ext Rear Inputs)**.
4. Нажмите клавишу **I/Q On**.

Присоедините внешний источник I/Q-модуляции к широкополосным входам I и Q на задней панели генераторов сигналов. Уровень напряжения на входах равен ± 1 В. Широкополосная I/Q модуляция возможна при частоте выходного ВЧ-сигнала выше 3,2 ГГц. За дополнительной информацией обращайтесь к *Бюллетеню технических данных (Data Sheet)*.

Дополнительно можно задействовать внутренний генератор сигналов произвольной формы (ARB) в качестве источника модулирующих сигналов при использовании широкополосных входов на высоких частотах. Сигналы I и Q внутреннего генератора ARB поступают на выходные соединители I OUT, Q OUT, I-bar OUT и Q-bar OUT. Действуйте, как описано ниже, чтобы установить внутренний генератор ARB в качестве источника модулирующих сигналов и совместно с ним задействовать широкополосные входы.

1. Выполните настройку внутреннего генератора модулирующих сигналов для конфигурирования требуемого модулирующего сигнала.
2. Нажмите аппаратную клавишу **Mux**.
3. Нажмите клавишу **I/Q Out**.
4. Нажмите клавишу **BBG1**.
5. Нажмите аппаратную клавишу **I/O**.
6. Нажмите клавишу **I/O Off**.
7. Нажмите клавишу **I/Q Path Wide (Ext Rear Inputs)**.
8. Нажмите клавишу **I/Q On**.

Конфигурирование оборудования

Установка запуска с задержкой относительно внешнего импульса положительной полярности

Эта процедура показывает, как использовать внешние генераторы функций для подачи сигнала однократного запуска векторной модуляции с несколькими несущими с учетом конфигурируемой задержки.

1. Присоедините генератор функций Keysight 33120A или аналогичный к порту PATT TRIGGER IN генератора сигналов (см. [Рисунок 6-1](#)).

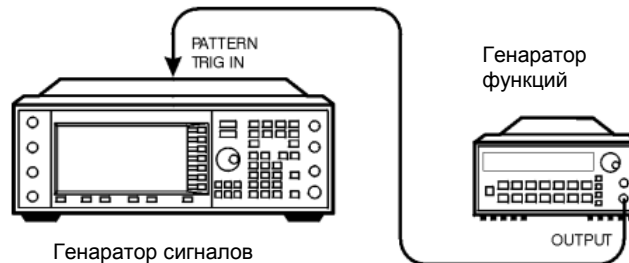


Рисунок 6-1

2. Нажмите клавишу **Preset** на передней панели генераторов сигналов.
3. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Arb Waveform Generator**.
4. Нажимайте клавишу **Multicarrier Off On**, чтобы выделить On.
5. Нажмите клавиши **Trigger > Single**.
6. Нажмите клавиши **Trigger > Trigger Setup > Trigger Source > Ext**.
7. Нажимайте клавишу **Ext Polarity Neg Pos**, чтобы выделить Pos.
8. Нажимайте клавишу **Ext Delay Off On**, чтобы выделить On.
9. Нажмите клавиши **Ext Delay Time > 100 > msec**.

Теперь встроенный генератор сигналов произвольной формы сконфигурирован на воспроизведение однократного модулирующего сигнала для нескольких несущих через 100 мс после обнаружения положительного перепада сигнала TTL на соединителе PATT TRIG IN на задней панели.

10. Установите генератор функций на формирование сигнала прямоугольной формы с частотой 0,1 Гц при выходном уровне от 0 до 5 В.
11. У генератора сигналов нажмите клавиши **Mode > Custom > Arb Waveform Generator > Digital Modulation Off On** и укажите состояние On.

Таким образом установлен модулирующий сигнал с пользовательской конфигурацией нескольких несущих. На дисплее появляется индикация **Dig Mod Setup: Multicarrier**.

Во время генерирования модулирующего сигнала на дисплее отображаются вспомогательные индикаторы **DIGMOD** и **I/Q**, а во временную (энергозависимую) память ARB заносится новое состояние с несколькими несущими. Несущая должна модулироваться этим сигналом.

12. Нажмите клавишу **RF On/Off**.

На соединителе RF OUTPUT генератора сигналов должен появиться сигнал с несколькими несущими через 100 мс после обнаружения положительного перепада сигнала TTL на соединителе PATT TRIG IN.

7 Режим пользовательской I/Q-модуляции в реальном масштабе времени

В этой главе описан режим пользовательской I/Q-модуляции в реальном масштабе времени (Custom Real Time I/Q Baseband), который доступен только у векторных генераторов сигналов E8267D с опций 601 или 602. Эта информация изложена в следующих разделах:

- «Общие сведения» на странице 170
- «Работа с предустановленными наборами параметров (режимами)» на странице 170
- «Работа с кодовыми комбинациями данных» на странице 170
- «Работа с формами пакетных сигналов» на странице 175
- «Конфигурирование оборудования» на странице 178
- «Работа с полярностью фазы» на странице 179
- «Работа с дифференциальным кодированием данных» на странице 179

См. также главу 3 «Основные операции для векторной модуляции» на странице 82.

Общие сведения

Режим пользовательской I/Q-модуляции в реальном масштабе времени может формировать одну несущую, которую можно модулировать данными в реальном масштабе времени, что обеспечивает оперативное управление всеми параметрами, которые влияют на сигнал. Формируемый сигнал одной несущей можно изменять путем применения различных комбинаций данных, фильтров, значений скорости передачи символов, типов модуляции и форм пакетных сигналов.

Чтобы приступить к применению этого режима, начинайте с выбора из набора предустановленных режимов (наборов параметров) или задайте набор параметров путем выбора кодовой комбинации данных, фильтра, скорости передачи символов, типа модуляции, формы пакетного сигнала, конфигурации оборудования, полярности фазы и использования дифференциального кодирования данных.

Работа с предустановленными наборами параметров (режимами)

Когда вы выбираете предустановленный режим, автоматически задаются принятые по умолчанию значения профилей настройки (в том числе фильтр, скорость передачи символов и тип модуляции).

Выбор предустановленного набора параметров модуляции в реальном масштабе времени

Ниже описана процедура выбора предустановленного режима, для которого фильтрация, скорость передачи символов и тип модуляции заданы в профиле цифровой модуляции APCO 25 w/C4FM, с последующим возвратом в меню специальной модуляции верхнего уровня.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband**.
3. Нажмите клавиши **More (1 of 3) > More (2 of 3) > Predefined Mode > APCO 25 w/C4FM**.
4. Нажмите клавишу **More (3 of 3)**.

Отмена выбора предустановленного набора параметров модуляции в реальном масштабе времени

Чтобы отменить ранее выбранный предустановленный режим модуляции и вернуться в меню специальной модуляции верхнего уровня:

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband**.
3. Нажмите клавиши **More (1 of 3) > More (2 of 3) > Predefined Mode > None**.
4. Нажмите клавишу **More (3 of 3)**.

Работа с кодовыми комбинациями данных

В этом разделе приведена информация по следующим темам:

- Применение предустановленной кодовой комбинации данных
- Применение пользовательской кодовой комбинации данных
- Применение подаваемой извне кодовой комбинации данных

Меню Data позволяет вам сделать выбор из предустановленных и пользовательских кодовых комбинаций данных. Кодовые комбинации данных (Data Patterns) используются для передачи потока структурированных данных (без учета кадровой привязки). Когда функциональная клавиша **Custom Off On** установлена на On, то генераторы IQ-выборки формируют их на основе выбранной кодовой комбинации данных и выбранного типа модуляции. За информацией о выборе типа модуляции обращайтесь к [разделу «Работа с разными типами модуляции»](#).

Доступны следующие кодовые комбинации данных:

- Функциональная клавиша **PN Sequence** обеспечивает доступ к меню (PN9, PN11, PN15, PN20, PN23) для внутреннего генерирования псевдослучайных последовательностей (псевдослучайных шумовых последовательностей). Псевдослучайная шумовая последовательность представляет собой периодическую двоичную последовательность, приближающуюся в некотором смысле к математическому описанию процесса Бернулли («бросание монеты» с равновероятными исходами).
- Функциональная клавиша **FIX4 0000** позволяет вам задать 4-битовую комбинацию данных в повторяющейся последовательности и сделать ее активной. Выбранная 4-битовая комбинация данных повторяется по необходимости для формирования непрерывного потока данных.
- Функциональная клавиша **Other Patterns** позволяет вам загрузить другие варианты комбинаций данных (4 единицы и 4 нуля, 8 единиц и 8 нулей, 16 единиц и 16 нулей, 32 единицы и 32 нуля или 64 единицы и 64 нуля). Каждая комбинация данных содержит равное количество единиц и нулей. Выбранная комбинация данных повторяется по необходимости для формирования непрерывного потока данных.
- Функциональная клавиша **User File** позволяет вам создать пользовательский файл с комбинацией данных и сохранить его в каталоге битовых файлов, выбрать файл из каталога битовых файлов и использовать его, либо выбрать файл из каталога битовых файлов, отредактировать и сохранить его.
- Функциональная клавиша **Ext** позволяет подавать в реальном масштабе времени комбинации данных на генераторы IQ-выборок через порт DATA.

Применение предустановленной кодовой комбинации данных

Выбор предустановленной псевдошумовой последовательности

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Data > PN Sequence**.
3. Нажмите одну из следующих функциональных клавиш: **PN9, PN11, PN15, PN20, PN23**.

Выбор предустановленной фиксированной 4-битовой комбинации данных

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Data > FIX4**.
3. Нажмите клавиши **1010 > Enter > Return**.

Выбор предустановленной комбинации данных с равным количеством единиц и нулей

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Data > Other Patterns**.
3. Нажмите одну из следующих функциональных клавиш:
4 1's & 4 0's, 8 1's & 8 0's, 16 1's & 16 0's, 32 1's & 32 0's или 64 1's & 64 0's.

Применение пользовательской кодовой комбинации данных

Пользовательские файлы (файлы заданных пользователем кодовых комбинаций данных) можно создавать и изменять с применением редактора битовых файлов (**Bit File Editor**) генераторов сигналов либо создавать их на дистанционном компьютере и перемещать в генератор сигналов для непосредственного применения. Эти созданные на компьютере файлы также можно редактировать с помощью редактора битовых файлов. За дополнительной информацией о создании файлов пользовательских данных обращайтесь к *Руководству по программированию (Ketsight PSG Signal Generators Programming Guide)*.

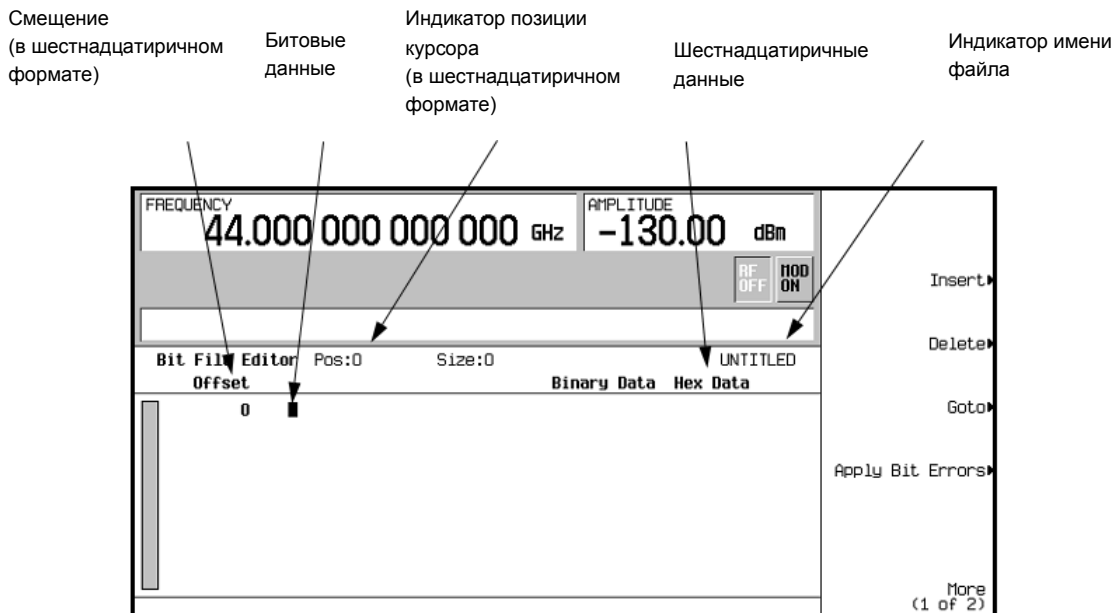
Эти процедуры демонстрируют, как применять редактор битовых файлов для создания, редактирования и сохранения в памяти файлов пользовательских комбинаций данных для применения в режиме пользовательской I/Q-модуляции в реальном масштабе времени. В этом примере создается пользовательский файл для применения в специальной цифровой связи.

Создание файла пользовательской кодовой комбинации данных с помощью редактора битовых файлов

Эта процедура использует редактор битовых файлов для создания файла пользовательской кодовой комбинации данных и сохранения результирующего файла в каталоге памяти (описан в разделе «Применение каталога памяти» на странице 67).

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Data > User File > Create File**.

Это открывает редактор битовых файлов (**Bit File Editor**), который содержит три колонки, как показано на следующем рисунке.

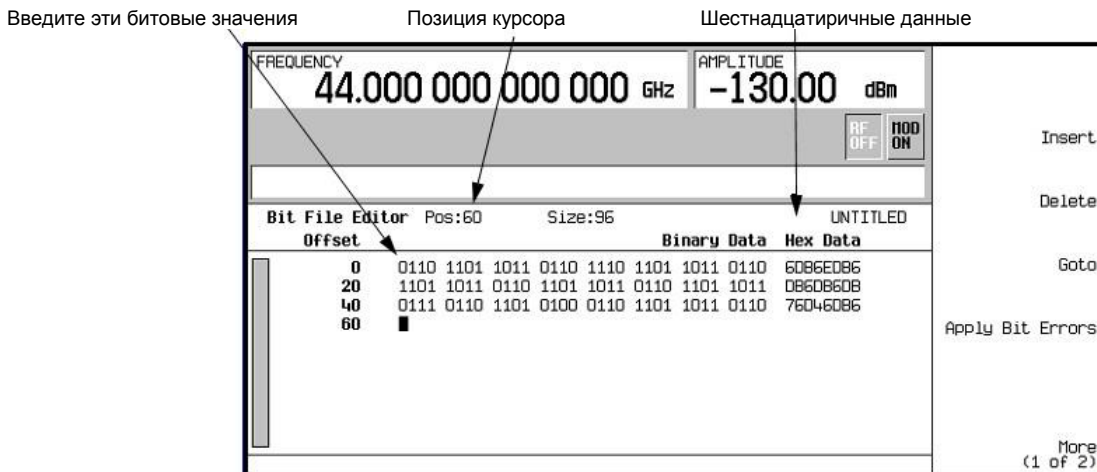


ПРИМЕЧАНИЕ

Когда вы создаете новый файл, ему по умолчанию присваивается имя **UNTITLED**, **UNTITLED1** и так далее. Тем самым предотвращается перезапись предыдущих файлов.

3. С помощью цифровой клавиатуры (**но не** функциональных клавиш) введите показанные ниже 32-битовые значения.

Битовые данные вводят в редактор битовых файлов в двоичном (однобитовом) формате. В столбце **Hex Data** отображается текущее шестнадцатичное значение двоичных данных, а позиция курсора отображается индикатором **Position** в шестнадцатичном формате.



4. Нажмите клавиши **More (1 of 2) > Rename > Editing Keys > Clear Text**.
5. Введите имя файла (например, **USER1**) с помощью буквенных клавиш и цифровой клавиатуры.
6. Нажмите клавишу **Enter**. Теперь пользовательский файл переименован и занесен в каталог памяти под именем **USER1**.

Выбор пользовательского файла кодовой комбинации данных из каталога битовых файлов

В описании ниже указано, как выбрать пользовательский файл кодовой комбинации данных из каталога битовых файлов. Если вы еще не создали и не сохранили в памяти файл пользовательской кодовой комбинации данных, то выполните описанную выше процедуру.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Data > User File**.
3. Выделите файл, который вы хотите выбрать (например, **USER1**).
4. Нажмите клавишу **Edit File**. Выбранный файл должен открыться в окне **Bit File Editor**.

Внесение изменений в имеющийся пользовательский файл кодовой комбинации данных

В этом примере показано, как внести изменения в имеющийся пользовательский файл кодовой комбинации данных путем перехода к позиции определенного бита и изменения его значения. Далее показано, как инвертировать битовые значения в имеющемся пользовательском файле.

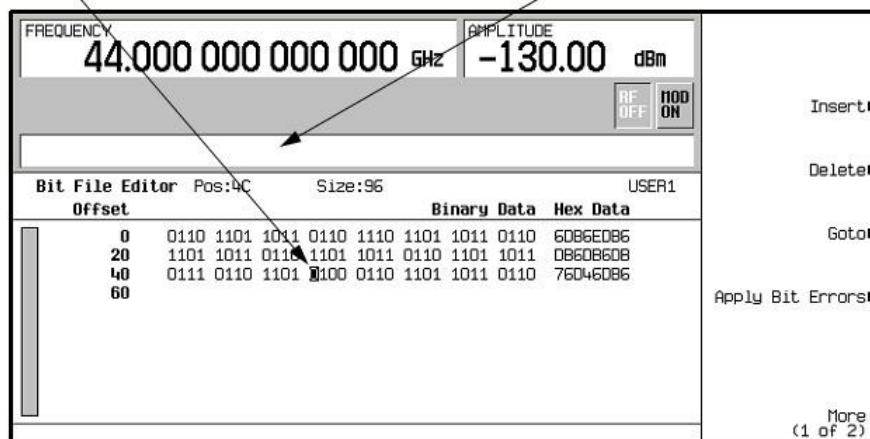
Если вы еще не создали, не сохранили в памяти и не вызвали из памяти файл пользовательской кодовой комбинации данных, то выполните обе описанные выше процедуры.

Перемещение по битовым значениям в существующем пользовательском файле

Нажмите клавиши **Goto > 4 > C > Enter**. Это перемещает курсор в битовую позицию 4C в таблице, как показано на этом рисунке.

Курсор перемещается в новую позицию

Изменяется индикатор позиции

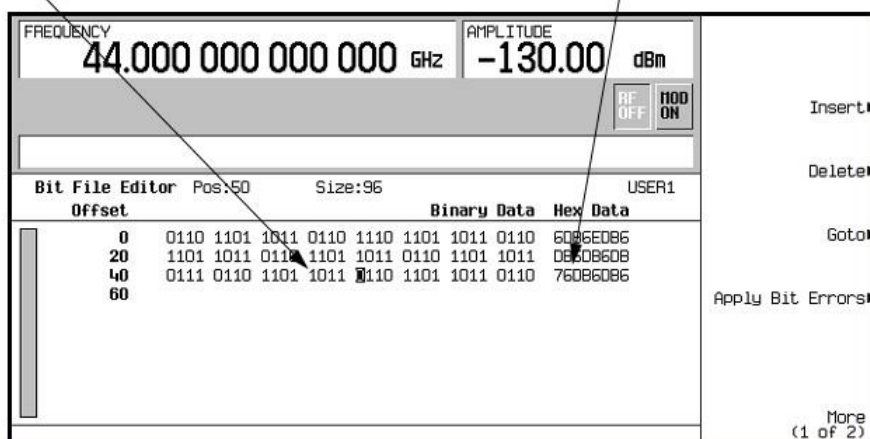


Инвертирование битовых значений в существующем пользовательском файле кодовой комбинации данных

Нажмите клавиши **1011** на клавиатуре. Это инвертирует битовые значения в позициях от 4C до 4F. Обратите внимание на то, что шестнадцатиричное значение в этой строке изменилось на 76DB6DB6, как показано на следующем рисунке.

Инвертированы биты от 4C до 4F

Изменилось шестнадцатиричное значение



Добавление битовых ошибок к существующему пользовательскому файлу кодовой комбинации данных

В этом примере показано, как добавить битовые ошибки к существующему пользовательскому файлу кодовой комбинации данных. Если вы еще не создали и не сохранили в памяти файл пользовательской кодовой комбинации данных, то выполните процедуру, описанную на [стр. 153](#).

1. Нажмите клавишу **Apply Bit Errors**.
2. Нажмите клавиши **Bit Errors > 5 > Enter**.
3. Нажмите клавишу **Apply Bit Errors**.

Обратите внимание на то, что обе функциональные клавиши **Apply Bit Errors** изменяют значение, поскольку он связаны между собой.

Применение подаваемой извне кодовой комбинации данных

Для данного режима в реальном масштабе времени на генераторы подается внешняя кодовая комбинация данных через соединители DATA, DATA CLOCK и SYMBOL SYNC.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Data > Ext**.
3. Подайте данные в реальном масштабе времени на вход DATA.

4. Подайте сигнал запуска синхронизации данных на вход DATA CLOCK.
5. Подайте сигнал запуска синхронизации символов на вход SYMBOL SYNC.

Работа с формами пакетных сигналов

Меню Burst Shape позволяет вам изменять время нарастания и время спада, задержку нарастания и спада, а также форму пакетного сигнала (либо синусоидальная, либо задаваемая пользователем). Кроме того, вы можете задать форму пакетного сигнала и просматривать ее в редакторе Rise Shape Editor, а также восстанавливать исходные (принятые по умолчанию) значения параметров формы пакетного сигнала.

Время нарастания (Rise Time) – это выраженный в битах интервал времени, в течение которого пакетный сигнал нарастает от минимума -70 дБ (0) до полной мощности (1).

Время спада (Fall Time) – это выраженный в битах интервал времени, в течение которого пакетный сигнал спадает от полной мощности (1) до минимума -70 дБ (0).

Задержка нарастания (Rise Delay) – это выраженный в битах интервал времени, характеризующий задержку начала нарастания пакетного сигнала. Задержка нарастания может быть как отрицательной, так и положительной. Ввод отличного от нуля значения задержки смещает точку полной мощности в ту или иную сторону относительно начала первого полезного символа.

Задержка спада (Fall Delay) – это выраженный в битах интервал времени, характеризующий задержку начала спада пакетного сигнала. Задержка спада может быть как отрицательной, так и положительной. Ввод отличного от нуля значения задержки смещает точку полной мощности в ту или иную сторону относительно конца последнего полезного символа.

Задаваемая пользователем форма пакетного сигнала (User Burst Shape) – до 256 вводимых пользователем значений, которые определяют форму кривой во время нарастания или спада. Эти значения могут изменяться от 0 (нулевая мощность) до 1 (полная мощность) и масштабируются линейно. После того, как будут заданы эти значения, они подвергаются повторной дискретизации для создания кривой кубической сплайн-аппроксимации, которая проходит через все точки выборки.

Принятая по умолчанию форма пакетного сигнала для каждого формата реализуется согласно стандартам для выбранного формата. Однако вы можете изменять следующие аспекты формы пакетного сигнала:

Значения d , заданные пользователем

Значения d , заданные пользователем



Максимальные значения времени нарастания и спада зависят от следующих факторов:

- скорость передачи символов;
- тип модуляции.

Когда задержка нарастания и спада равна нулю, форма пакетного сигнала пытается синхронизировать точку максимальной мощности с началом первого действительного символа и с окончанием последнего действительного символа.

Если вы обнаружите, что при включении режима пакетирования увеличивается модуль вектора ошибки (EVM) или мощность в соседнем канале (ACP), вы можете корректировать форму пакетного сигнала для выявления неполадок.

Конфигурирование параметров нарастания и спада пакетного сигнала

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Burst Shape**.
3. Нажмите клавиши **Rise Time > 5 > bits**.
4. Нажмите клавиши **Rise Delay > 1 > bits**.
5. Нажмите клавиши **Fall Time > 5 > bits**.
6. Нажмите клавиши **Fall Delay > 1 > bits**.

Это конфигурирует форму пакетного сигнала для формата пользовательской цифровой I/Q-модуляции в реальном масштабе времени. Указания по созданию и применению задаваемых пользователем кривых формы пакетных сигналов изложены ниже в [разделе «Применение задаваемых пользователем кривых формы пакетных сигналов» на странице 176](#).

Применение задаваемых пользователем кривых формы пакетных сигналов

Вы можете скорректировать форму кривой нарастания и форму кривой спада с помощью редакторов **Rise Shape Editor** и **Fall Shape Editor**. Каждый редактор позволяет вам ввести до 256 эквидистантных по времени значений для описания формы кривой. Эти значения подвергаются затем повторной дискретизации для создания кривой кубической сплайн-аппроксимации, которая проходит через все точки выборки.

Редакторы **Rise Shape Editor** и **Fall Shape Editor** доступны для сигналов пользовательской I/Q-модуляции в реальном масштабе времени. Они недоступны для сигналов, формируемых сдвоенными генераторами сигналов произвольной формы.

Вы можете также создавать файлы формы пакетных сигналов внешними средствами и загружать их в генераторы сигналов. За дополнительной информацией обращайтесь к *Руководству по программированию (Keysight PSG Signal Generators Programming Guide)*.

Создание и занесение в память пользовательских кривых формы пакетных сигналов

Эта процедура показывает, как вводить выборочные значения формы нарастания и получать их зеркальное отображение для описания формы спада при создании симметричной формы пакетного сигнала.

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Burst Shape**.
3. Нажмите клавиши **Define User Burst Shape > More (1 of 2) > Delete All Rows > Confirm Delete Of All Rows**.

4. Введите значения, аналогичные выборочным значениям в следующей таблице:

Rise Shape Editor (Редактор формы кривой нарастания)			
Выборка	Значение	Выборка	Значение
0	0.000000	5	0.900000
1	0.400000	6	0.950000
2	0.600000	7	0.980000
3	0.750000	8	0.990000
4	0.830000	9	1.000000

- Выделите значение (**1.000000**) для выборки 1.
 - Нажмите клавиши **.4 > Enter**.
 - Нажмите клавиши **.6 > Enter**.
 - Введите остальные значения для выборок 3–9 согласно этой таблице.
 - Нажмите клавиши **More (2 of 2) > Edit Fall Shape > Load Mirror Image of Rise Shape > Confirm Load Mirror Image of Rise Shape**.
- Это изменяет значения точек кривой спада на зеркальное отображение точек кривой нарастания.

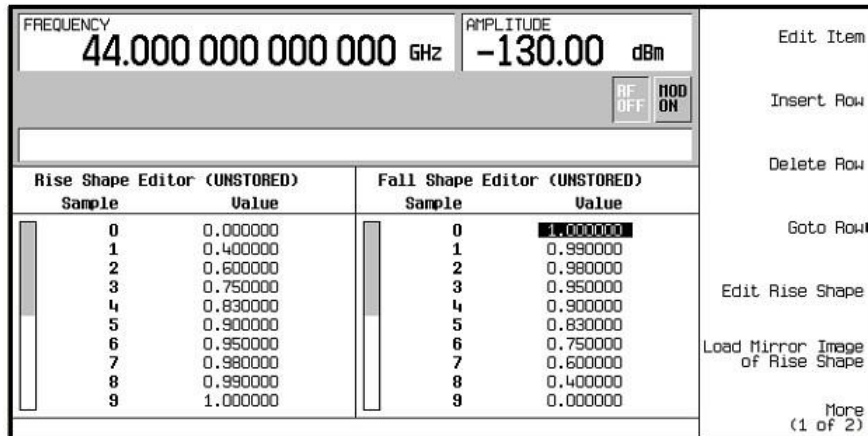


Рисунок 7-1

- Нажмите клавиши **More (1 of 2) > Display Burst Shape**.
На экране появляется график кривой нарастания и спада.

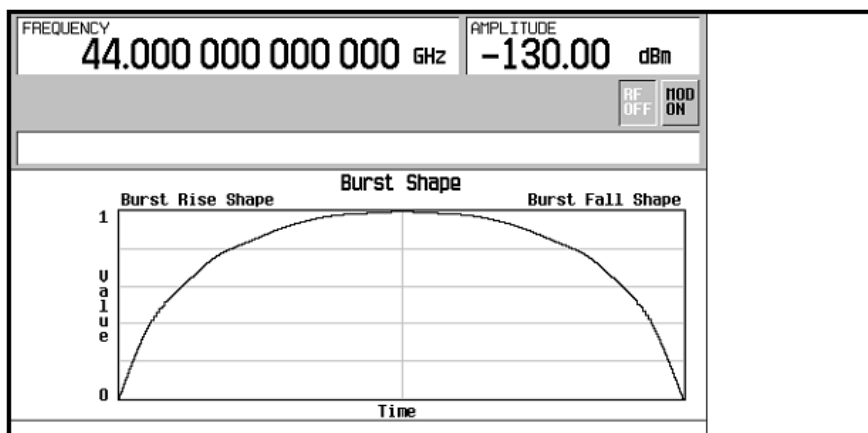


Рисунок 7-2

ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы вернуть форму пакетного сигнала в состояние, принятое по умолчанию, нажмите клавиши **Return > Return > Confirm Exit From Table Without Saving > Restore Default Burst Shape**.

6. Нажмите клавиши **Return > Load/Store > Store To File**.
Если активная область ввода занята именем файла из каталога памяти **Catalog of SHAPE Files**, нажмите клавиши **Editing Keys > Clear Text**.
7. Введите имя файла (например, **NEWBURST**) с помощью буквенных клавиш и цифровой клавиатуры.
8. Нажмите клавишу **Enter**.

Содержание текущих редакторов **Rise Shape** и **Fall Shape** сохраняется в каталоге памяти **Catalog of Shape Files**. Эту форму пакетного сигнала можно теперь использовать для адаптации модуляции к вашим требованиям или в качестве основы для создания новой формы пакетного сигнала.

Как выбрать и вызвать из каталога памяти пользовательскую кривую формы пакетного сигнала

После того, как вы сохраните в каталоге памяти файл пользовательской формы пакетного сигнала, вы сможете вызвать его из памяти для применения в пользовательской цифровой I/Q-модуляции в реальном масштабе времени.

В этом примере используется занесенный в память файл пользовательской формы пакетного сигнала. Если вы еще не создали и не сохранили в памяти такой файл, то выполните процедуру, описанную на [стр. 153](#).

1. Нажмите клавишу **Preset**.
 2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Burst Shape > Burst Shape Type > User File**.
 3. Выделите файл интересующей вас формы пакетного сигнала (например, **NEWBURST**).
 4. Нажмите клавишу **Select File**.
- Теперь выбранный файл формы пакетного сигнала применяется к текущему состоянию цифровой I/Q-модуляции в реальном масштабе времени.
5. Нажмите клавиши **Return > Custom Off On**.
- Таким образом запущена генерация векторного сигнала с формой пакетного сигнала, заданной пользователем на предыдущих этапах. Во время генерирования модулирующего сигнала на дисплее отображаются вспомогательные индикаторы **CUSTOM** и **I/Q**. Теперь генерируемый сигнал модулирует несущую.
6. Нажмите клавишу **RF On/Off**.

Теперь на выход RF OUTPUT генераторов сигналов подается модулированный сигнал с заданной пользователем формой пакетного сигнала.

Конфигурирование оборудования

Установка входа DATA CLOCK на прием сигналов Normal или Symbol

1. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > More (1 of 3) > Configure Hardware**.
Функциональная клавиша **Configure Hardware** позволяет вам обратиться к меню, из которого вы можете установить внешний вход DATA CLOCK на прием сигналов Normal или Symbol.
2. Нажмите функциональную клавишу **Ext Data Clock**, чтобы выбрать Normal или Symbol; эта установка не влияет на режим внутренней синхронизации.
 - При установке на Normal входной соединитель DATA CLOCK требует битовой синхронизации.
 - При установке на Symbol на входной соединитель DATA CLOCK должен подаваться однократный или периодический сигнал символьной синхронизации.

Установка BBG DATA CLOCK на External или Internal

1. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > More (1 of 3) > Configure Hardware**.

Функциональная клавиша **Configure Hardware** позволяет вам обратиться к меню, из которого вы можете установить BBG DATA CLOCK на прием входного сигнала от внешнего (External) или внутреннего (Internal) источника.

2. Нажмите функциональную клавишу **BBG Data Clock Ext Int**, чтобы выбрать External или Internal.
 - При установке на Ext соединитель DATA CLOCK используется для подачи сигнала BBG Data Clock.
 - При установке на Int используется внутренняя синхронизация данных.

Подстройка масштабирования I/Q

Подстройка масштабирования I/Q (амплитуды выходных сигналов I/Q) умножает данные I и Q на масштабирующий коэффициент, который отдельно задается. Это можно использовать для улучшения показателя АСР (мощность в соседнем канале). Уменьшение масштабных коэффициентов приводит к улучшению показателя АСР. Эта установка не влияет на модуляцию MSK или FSK.

1. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > More (1 of 3) > Configure Hardware**.

Функциональная клавиша **Configure Hardware** позволяет вам обратиться к меню, из которого вы можете подстроить масштабирование I/Q.

2. Нажмите клавишу **I/Q Scaling**, введите нужный уровень масштабирования I/Q и нажмите клавишу **%**.

Работа с полярностью фазы

Установка нормальной или инвертированной полярности фазы

1. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > More (1 of 3) > Phase Polarity Normal Invert**.

Функциональная клавиша **Phase Polarity Normal Invert** позволяет вам либо оставить выбор нормальной (Normal) полярности (чтобы фазовое соотношение между сигналами I и Q не изменялось функцией полярности) или установить на Invert и инвертировать внутренний сигнал Q, изменяя на обратное направление вращения вектора фазовой модуляции.

Когда вы выбираете Invert, то синфазная составляющая в результирующей модуляции отстает от квадратурной составляющей на 90°. Инвертированную полярность фазы требуется для некоторых стандартов радиосвязи, и это полезно для применений со смешиванием в нижней боковой полосе. Выбор варианта Inverted применяется также к выходным сигналам I, I-bar, Q и Q-bar.

Работа с дифференциальным кодированием данных

Меню Differential Data Encode Off On позволяет вам переключать рабочее состояние дифференциального кодирования данных у генераторов сигналов.

- При установке на Off биты данных не кодируются перед модуляцией.
- При установке на On биты данных кодируются перед модуляцией. Дифференциальное кодирование использует функцию «исключающее ИЛИ» для подстановки модулированного бита. Модулированные биты имеют значение 1, если бит данных отличается от предыдущего бита, или они имеют значение 0, если бит данных совпадает с предыдущим битом.

В этом разделе предоставлена информация по следующим темам:

- [«Принципы дифференциального кодирования» на странице 180](#)
- [«Применение дифференциального кодирования сигнала» на странице 183](#)

Принципы дифференциального кодирования

Дифференциальное кодирование представляет собой метод цифрового кодирования, согласно которому двоичное значение обозначается *изменением* сигнала, а не конкретным состоянием сигнала. С помощью дифференциального кодирования двоичные данные в любой заданной пользователем I/Q-модуляции или модуляции FSK можно кодировать в процессе модуляции через смещения таблицы символов, заданные в карте дифференциальных состояний (Differential State Map).

Рассмотрим, к примеру, принятую по умолчанию у генераторов сигналов I/Q-модуляцию 4QAM. При пользовательской модуляции, основанной на принятом по умолчанию шаблоне 4QAM, редактор **I/Q Values** содержит данные, которые отображают четыре символа (00, 01, 10 и 11), нанесенные на плоскость I/Q с использованием двух особых значений 1.000000 и -1.000000. Эти четыре символа можно дифференциально закодировать во время процесса модуляции путем назначения значений смещения таблицы символов, ассоциированных с каждым значением элемента данных.

Рисунок 7-3 показывает модуляцию 4QAM в редакторе **I/Q Values**.

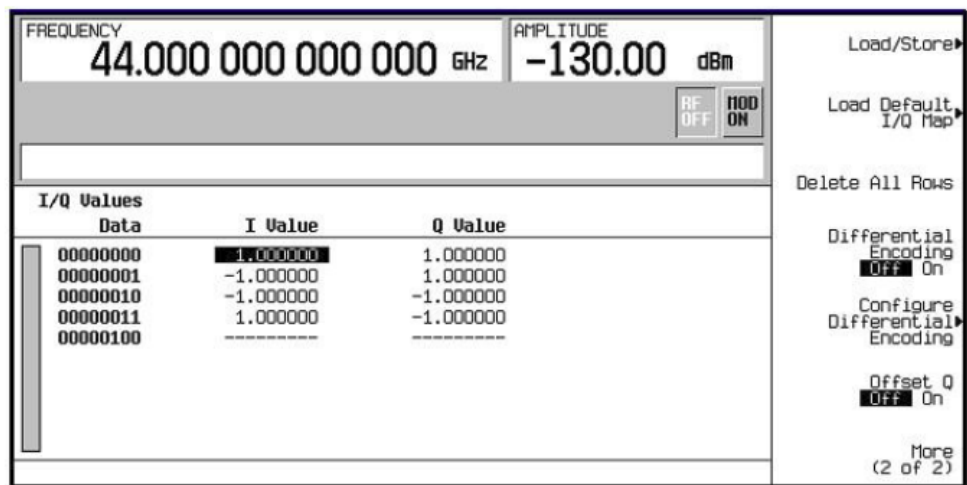


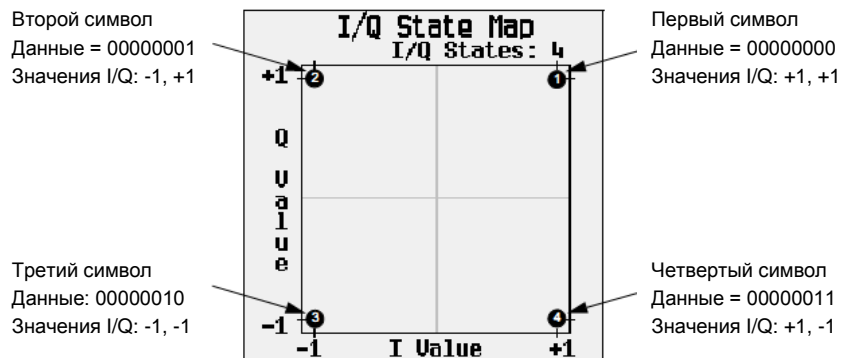
Рисунок 7-3

ПРИМЕЧАНИЕ

Количество битов на символ можно выразить следующей формулой. Поскольку это выражение является округляющей функцией, если значение x содержит дробную часть, то x округляется до следующего целого числа.

Здесь x – количество битов на символ, y – количество дифференциальных состояний.

Ниже показана карта состояний I/Q при модуляции 4QAM.



Дифференциальное кодирование данных

У модулирующих сигналов в режиме пользовательской I/Q-модуляции в реальном масштабе времени кодируются данные (единицы и нули), которые модулируют несущую частоту и передаются на приемник. В отличие от дифференциального кодирования (сигнала), дифференциальное кодирование *данных* изменяет поток данных *перед* преобразованием I/Q. В то время, как дифференциальное кодирование кодирует первичные данные путем использования значений смещения таблицы символов для манипулирования преобразованием I/Q в точке модуляции, дифференциальное кодирование данных использует *переход от одного битового значения к другому* для кодирования первичных данных.

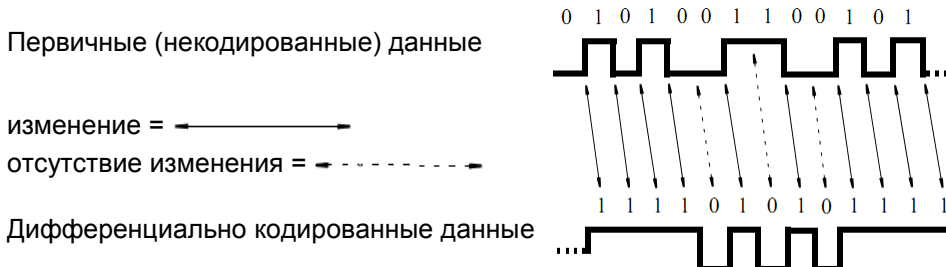
Дифференциальное кодирование данных изменяет первичные оцифрованные данные путем создания вторичного потока кодированных данных, который определяется *изменениями* в цифровом состоянии (с единицы на нуль или с нуля на единицу) потока первичных данных. Этот дифференциально кодированный поток данных затем модулируется и передается.

При дифференциальном кодировании данных *изменение* цифрового состояния бита с единицы на нуль или с нуля на единицу формирует единицу в кодированном потоке данных. *Отсутствие изменения* в цифровом состоянии от одного бита к следующему (другими словами, когда за битом со значением 1 следует бит со значением 1 или за битом со значением 0 следует бит со значением 0) формирует нуль кодированных данных. Например, дифференциальное кодирование потока данных, содержащего 0101001100101, дает в результате 11110101111.

Дифференциальное кодирование данных можно описать следующим выражением:

$$\text{transmittedbit}(i) = \text{databit}(i - 1) \oplus \text{databit}(i)$$

Следующий рисунок иллюстрирует процесс кодирования.



Как работает дифференциальное кодирование сигнала

Дифференциальное кодирование сигнала использует смещения в таблице символов для кодирования пользовательских схем модуляции. Редактор **Differential State Map** (карта дифференциальных состояний) используется для внесения значений смещения таблицы символов, что в свою очередь вызывает переходы через карту состояний I/Q (I/Q State Map) на основе их ассоциированного значения данных. Всякий раз, когда модулируется значение данных, значение смещения, хранящееся в карте дифференциальных состояний, используется для кодирования данных путем перехода через карту состояний I/Q в направлении и на расстояние, определяемые значением смещения таблицы символов.

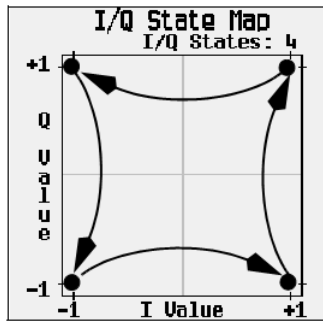
Ввод значения +1 вызывает переход на одно состояние вперед через карту состояний I/Q. В качестве примера рассмотрим следующие значения данных и смещения таблицы символов. Эти смещения таблицы символов вызывают один из показанных ниже переходов.

ПРИМЕЧАНИЕ

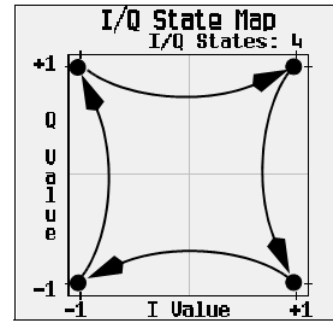
Следующие иллюстрации карты состояний I/Q показывают все возможные переходы состояний, использующих конкретное значение смещения таблицы символов. Реальный переход из одного состояния в другое зависит от состояния, при котором начинается модуляция.

Пример	Данные	Значение смещения
1	00000000	+1
2	00000001	-1
3	00000010	+2
4	00000011	0

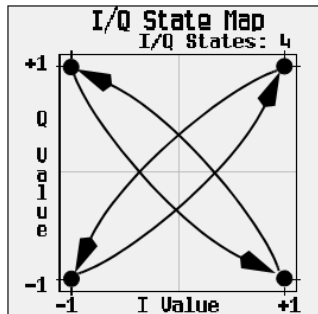
Пример 1
Переход на одно состояние вперед



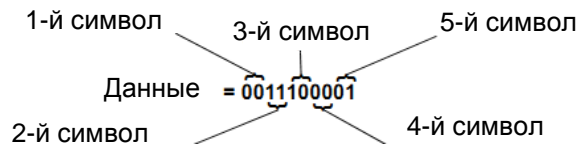
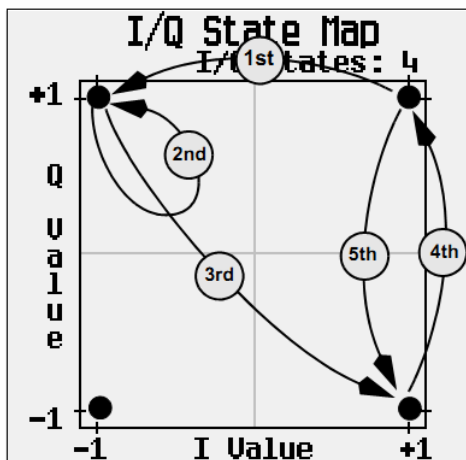
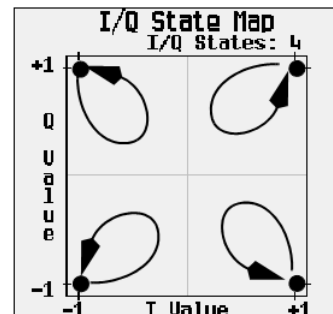
Пример 2
Переход на одно состояние назад



Пример 3
Переход на два состояния вперед



Пример 4
Нет перехода



Значение данных	Смещение таблицы символов
00	+1
01	-1
10	+2
11	+0

Применительно к заданной пользователем (и принятой по умолчанию) карте I/Q 4QAM, начиная с первого символа (данные 00), на этом рисунке показаны переходы дифференциального кодирования для потока данных (в двухбитовых символах) 0011100001.

Необходимо отметить, что первый и четвертый символы, имеющие одинаковое значение данных (00) формируют одинаковый переход состояния (на одно состояние вперед). В дифференциальном кодировании значения символов не определяют расположение; они определяют направление и модуль *перехода* по карте состояний I/Q.

Указания по конфигурированию дифференциального кодирования приведены на [странице 180](#).

Применение дифференциального кодирования сигнала

Дифференциальное кодирование представляет собой метод цифрового кодирования сигнала, согласно которому двоичное значение обозначается *изменением* сигнала, а не конкретным состоянием сигнала. Дифференциальное кодирование возможно в режиме пользовательской I/Q-модуляции в реальном масштабе времени, но невозможно для сигналов, генерируемых в режиме генераторов сигналов произвольной формы.

Редактор **Differential State Map** (карта дифференциальных состояний) позволяет вам изменять карту дифференциальных состояний, ассоциированную с пользовательской I/Q-модуляцией и пользовательской модуляцией FSK. В этой процедуре показано, как создать пользовательскую I/Q-модуляцию, затем сконфигурировать, ввести в действие и применять дифференциальное кодирование к пользовательской модуляции. За дополнительной информацией обращайтесь к [разделу «Принципы дифференциального кодирования»](#) на [странице 180](#).

Конфигурирование пользовательской I/Q-модуляции

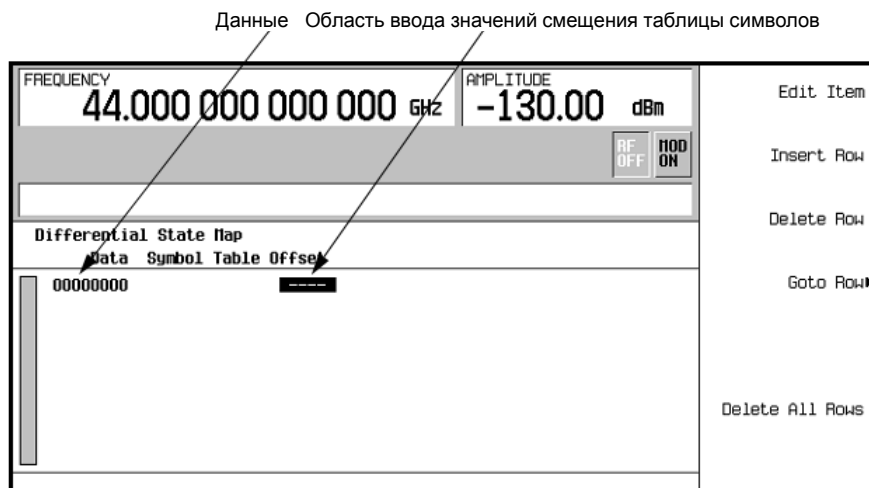
1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > Custom > Real Time I/Q Baseband > Modulation Type > Define User I/Q > More (1 of 2) > Load Default I/Q Map > QAM > 4QAM**.

Это загружает принятую по умолчанию I/Q-модуляцию 4QAM и отображает ее в редакторе значений I/Q. Принятая по умолчанию I/Q-модуляция 4QAM содержит данные, которые отображают четыре символа (00, 01, 10 и 11), нанесенные на плоскость I/Q с использованием двух особых значений (1.000000 и 1.000000). Эти четыре символа будут прослеживаться в процессе модуляции значениями смещения таблицы символов, ассоциированными с каждым символом данных.

Обращение к редактору карты дифференциальных состояний

- Нажмите функциональную клавишу **Configure Differential Encoding**.

Это открывает редактор **Differential State Map**. В этот момент вы видите данные для первого символа (00000000) и курсор, готовый для ввода значения смещения. Теперь вы подготовлены к созданию пользовательского дифференциального кодирования для пользовательской (принятой по умолчанию) I/Q-модуляции 4QAM.



Редактирование карты дифференциальных состояний

1. Нажмите клавиши **1 > Enter**.

Редактируется первый символ путем добавления смещения 1 в таблице символов, что означает, что этот символ вращается *вперед* на карте состояний на значение 1, когда модулируется значение данных 0.

2. Нажмите клавиши **+/- > 1 > Enter**.

Редактируется второй символ путем добавления смещения -1 в таблице символов, что означает, что этот символ вращается *назад* на карте состояний на значение 1, когда модулируется значение данных 1.

ПРИМЕЧАНИЕ

В этот момент модуляция имеет один бит на символ. Для первых двух значений данных (00000000 и 00000001) значащими являются только последние биты (соответственно 0 и 1).

3. Нажмите клавиши **2 > Enter**.

Редактируется третий символ путем добавления смещения 2 в таблице символов. Символ вращается *вперед* на карте состояний на 2 значения, когда модулируется значение данных 10.

4. Нажмите клавиши **0 > Enter**.

Редактируется четвертый символ путем добавления смещения 0 в таблице символов. Символ *не вращается* на карте состояний, когда модулируется значение данных 11.

ПРИМЕЧАНИЕ

В этот момент модуляция имеет два бита на символ. Для значений данных 00000000, 00000001, 00000010 и 00000011 значения символов составляют соответственно 00, 01, 10 и 11.

5. Нажмите клавиши **Return > Differential Encoding Off On**.

Это применяет специальное дифференциальное кодирование к пользовательской модуляции.

ПРИМЕЧАНИЕ

Обратите внимание на то, что рядом с надписью **Differential State Map** на дисплее появилась надпись **(UNSTORED)**. Карты дифференциальных состояний связаны с пользовательской модуляцией, для которой они были созданы. Чтобы сохранить в памяти специальную карту дифференциальных состояний, вы должны сохранить в памяти пользовательскую модуляцию, для которой она была разработана. В противном случае данные смещений таблицы символов очищаются, когда вы нажмете функциональную клавишу **Confirm Exit From Table Without Saving** при выходе из редактора I/Q или FSK.

8 GPS-модуляция (Опция 409)

Опция 409 включает возможность генерации сигналов нескольких спутников или одного спутника Системы глобального позиционирования (GPS) в режиме реального времени. Эта функция доступна только на векторных генераторах сигналов E8267D серии PSG с Опцией 602. В этой главе содержатся следующие темы:

- «MSGPS в реальном времени» (несколько спутников GPS) на странице 186
- «GPS в реальном времени» (один спутник GPS) на странице 192

ПРИМЕЧАНИЕ

Генератор сценариев Keysight для программного обеспечения GPS (Опция 422) позволяет создавать пользовательские файлы сценариев для воспроизведения в реальном времени с помощью Опции 409. Вы можете бесплатно загрузить программное обеспечение, которое позволяет изучать возможности генератора сценариев, создавать и сохранять файлы сценариев, а также передавать их на генераторы сигналов E8267D. Чтобы использовать файлы сценариев, созданные программным обеспечением, генераторы сигналов должна иметь лицензии для Опций 422 и 409. Более подробную информацию можно найти на сайте компании Keysight по ссылке: www.keysight.com/find/gps

MSGPS в реальном времени

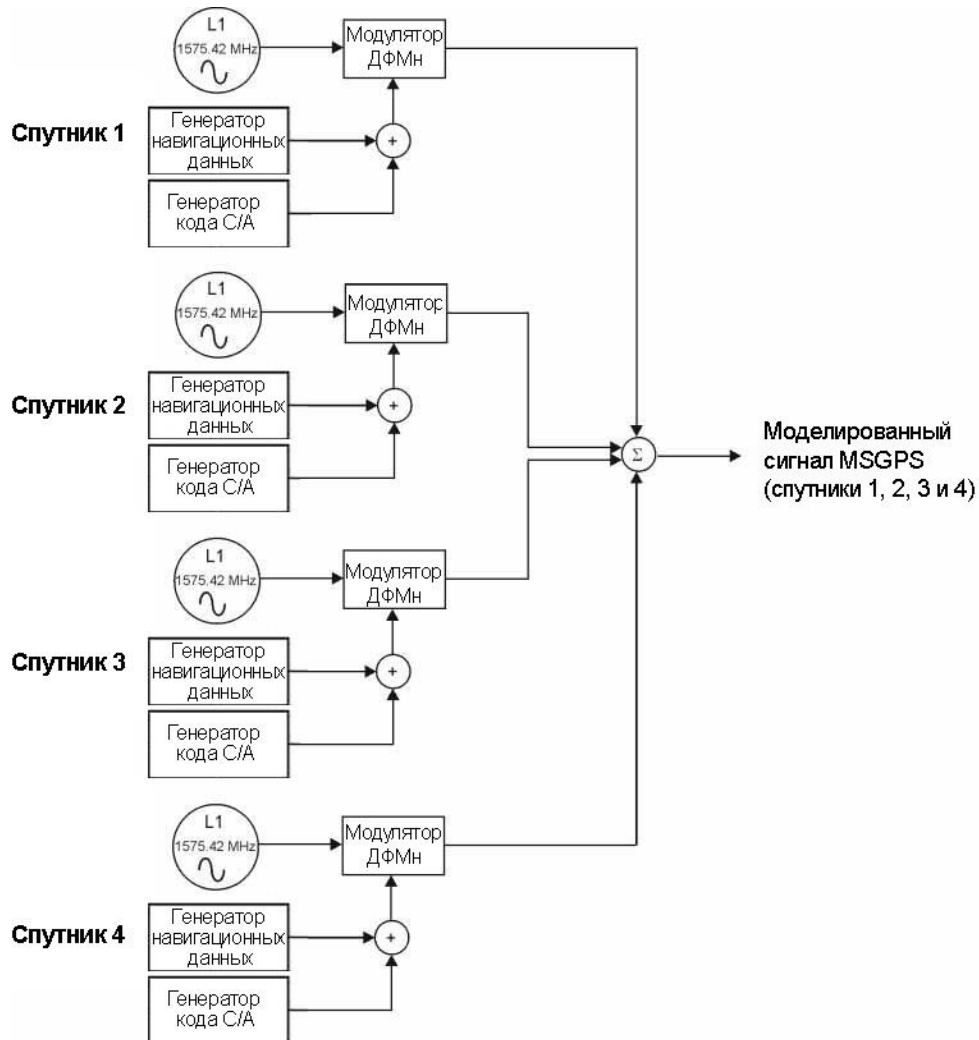
В режиме MSGPS реального времени можно выбрать файлы сценариев, которые описывают модель среды с несколькими спутниками. E8267D (только модель с кодом C/A) генерирует сигнал, имитирующий вещание от нескольких спутников, используя информацию из выбранного файла сценариев. Возможности генерации сигнала MSGPS включают:

- выбор файлов сценария MSGPS, содержащих следующую информацию:
 - моделируемое расположение (город, широта, долгота, высота);
 - моделируемое время и дата;
 - продолжительность сценария;
 - идентификаторы присутствующих спутников (находящихся в пределах видимости);
- функции паузы и возобновления воспроизведения для воспроизводимого в данный момент сценария;
- функция повторного воспроизведения с начала текущего сценария (без выключения ВЧ-выхода);
- настраиваемое количество спутников в зоне видимости, включаемых в генерируемый сигнал;
- выбор внешнего или внутреннего источника опорного сигнала тактирования;
- настройка опорного сигнала тактирования (10,23 млн цикл./с \pm 10%);
- выбор фазы I/Q (нормальная или инвертированная).

Блок-схема генерации сигнала

Рисунок 8-1 демонстрирует процесс генерации сигнала MSGPS, моделирующего четыре спутника. PSG воспроизводит навигационный сигнал каждого спутника, а затем суммирует их, чтобы сгенерировать сигнал MSGPS. Чтобы указать количество спутников для модели MSGPS, воспользуйтесь программной кнопкой **Number of Satellites (Количество спутников)**.

Рисунок 8-1. Схема генерации сигнала MSGPS



Файлы сценариев

При установке Опции 409 в энергонезависимой памяти PSG создается директория GPS, и два файла сценариев MSGPS загружаются в эту директорию. Для Опции 409 доступны также дополнительные файлы сценариев. (См. информацию на сайте: <http://www.keysight.com/find/gps>).

После загрузки файла сценария на ваш ПК вы можете загрузить файл сценария на PSG через FTP по локальной сети (LAN) или с помощью команд SCPI через интерфейс GPIB (интерфейсной шины общего назначения).

Загрузка файлов сценариев через веб-интерфейс PSG

Следующая процедура описывает загрузку файлов сценариев в PSG через веб-интерфейс PSG и по сети LAN:

1. Откройте свой веб-браузер и наберите IP адрес вашего PSG. Откроется стартовая страница PSG.
2. Кликните с левой стороны ссылку **Signal Generator FTP Access (Доступ к FTP генератора сигналов)**. Откроется окно проводника.
3. Если в окне проводника не видно вашего рабочего стола, откройте его, выбрав последовательно View/Explorer Bar/Folders (Просмотр/Панель проводника/Папки) из выпадающего меню. Это предоставит вам доступ к вашему рабочему столу и системе файлов PSG.
4. Найдите файл сценария с расширением.GPS, ранее загруженный на ваш ПК.
5. Перетащите файл.GPS в директорию USER/GPS на PSG.

ПРИМЕЧАНИЕ

Более подробная информация о загрузке файлов приводится в *Руководстве по программированию*.

Загрузка файлов сценариев через FTP (LAN)

Следующая процедура описывает загрузку файлов сценариев в PSG через FTP на компьютере, подключенном к вашему PSG с помощью локальной сети.

1. На компьютере кликните кнопки **Start (Пуск) > Programs (Программы) > Accessories (Стандартные) > Command Prompt (Командная строка)**.
2. В командной строке наберите: ftp <IP address> или <hostname>
3. В строке для ввода имени пользователя нажмите **Enter (Ввод)**.
4. В строке для ввода пароля нажмите **Enter (Ввод)**. Теперь вы находитесь в пользовательской директории генератора сигналов.
5. Наберите cd GPS.
6. Наберите bin.
7. Наберите put <scenario_file>.
8. Наберите quit или bye, чтобы завершить вашу FTP-сессию.
9. Наберите exit, чтобы завершить сессию работы с командной строкой.

Загрузка файлов сценариев с помощью команд SCPI (GPIB)

Следующая процедура описывает загрузку файлов сценариев в PSG с помощью команд SCPI на компьютере, подключенном к вашему PSG через интерфейс GPIB.

1. Откройте свой веб-браузер и наберите IP адрес вашего PSG. Откроется стартовая страница PSG.
2. Кликните **Signal Generator Web Control (Веб-интерфейс управления генератором сигналов)**. Под графическим представлением на передней панели PSG есть поле для ввода команд SCPI.
3. Введите в поле команд SCPI следующую команду:

```
:MEMory:DATA "<GPS:file_name>",<data_block>
```

где file_name – это имя файла назначения в памяти PSG, а GPS: указывает на директорию назначения. См. *Руководство по программированию*, чтобы найти описание параметра <data_block>.

ПРИМЕЧАНИЕ

Более подробная информация о загрузке файлов приводится в *Руководстве по программированию*.

Сведения об уровне ВЧ-мощности

При настройке тестового сигнала GPS уделите особое внимание уровню ВЧ-мощности, направляемой на приемник GPS. Поскольку обычная чувствительность GPS находится в пределах от –155 дБм до –159 дБм, передача на ваше устройство сигнала GPS мощностью более –150 дБм или менее –160 дБм может привести к неправильным результатам теста.

Если вы используете физическое подключение для передачи сигнала GPS на антенну, помните, что большинство GPS-антенн являются активными (на антенну с приемника подается напряжение постоянного тока). Поэтому между генератором сигналов и антенной необходимо устройство блокировки постоянной составляющей тока. Для прямого подключения компания Keysight рекомендует настроить выход ВЧ-мощности на генераторах сигналов в диапазоне от –70 до –80 дБм и добавить аттенюатор на 80 дБ и устройство удаления постоянной составляющей между выходом генераторов сигналов и входом антенны тестируемого приемника.

Если вы используете эфирное подключение, разместите приемник в откалиброванную тестовую оснастку, позволяющую контролировать мощность на антенном входе приемника в диапазоне мощности от –150 дБм до –160 дБм.

Использование данных NMEA для отслеживания мощности сигнала

Для отслеживания уровня сигнала на приемнике можно контролировать поток данных NMEA (National Marine Electronics Association) создаваемый приемником. Большинство приемников GPS могут выдавать данные в формате NMEA через последовательный порт RS232. Сообщение NMEA, которое обозначается как GPGSV, сообщает об уровнях сигнала от спутников, которые отслеживает GPS-приемник. Сообщение GPGSV информирует о значении соотношения несущая/шум (CNO) для каждого из наблюдаемых спутников. Просматривая эти сообщения, увеличивайте и уменьшайте мощность приемника, пока значение CNO на приемнике не окажется в диапазоне от 35 до 40. Таблица 8-1 показывает, как получить значение CNO из сообщения GPGSV.

В следующем примере приводится набор из трех сообщений GPGSV. Приемник создает не более трех сообщений GPGSV в секунду. Поля разделены запятыми. Две стоящие рядом запятые означают поле, которому значение не присвоено.

```
$GPGSV,3,1,12,21,71,000,,27,68,000,34,08,62,000,33,29,52,000,,*71
```

```
$GPGSV,3,2,12,24,39,000,,10,36,000,,26,35,000,,25,32,000,35*71
```

```
$GPGSV,3,3,12,19,29,000,,03,20,000,33,16,19,000,34,18,19,000,*71
```

Таблица 8-1 описывает каждое поле для первого из трех сообщений GPGSV в этом примере:

```
$GPGSV,3,1,12,21,71,000,,27,68,000,34,08,62,000,33,29,52,000,,*71
```

Таблица 8-1. Поля GPGSV

Поле GPGSV	Описание
\$GPGSV,	Количество сообщений GPGSV в наборе
3,	Номер этого сообщения GPGSV в наборе (1 из 3)
1,	
12,	Общее количество спутников в поле видимости
21,71,000,,	Спутник 21, угол места 71, азимут 0, CNO неизвестно
27,68,000,34	Спутник 27, угол места 68, азимут 0, CNO 34
08,62,000,33,	Спутник 8, угол места 62, азимут 0, CNO 33
29,52,000,,	Спутник 29, угол места 52, азимут 0, CNO неизвестно
*71	Контрольная сумма

Если значение CNO для отдельного спутника (спутники 21 и 29 в таблице) отсутствует, значит приемник в данный момент не отслеживает этот спутник.

Более подробная информация содержится в документе по адресу <http://www.nmea.org/pub/0183/>.

NMEA 0183, Стандарт взаимодействия морских электронных устройств

Генерация сигнала MSGPS в реальном времени

В этой процедуре используется внутренний опорный тактовый генератор с заводскими предварительными настройками (частота тактирования C/A составляет 1,023 мегациклов в секунду при частоте опорного сигнала 10,23 мегациклов в секунду).

Установите несущую частоту и амплитуду

1. Нажмите клавишу **Preset (Сброс)**.
2. Нажмите клавишу **Frequency (Частота)**. С помощью числовых кнопок установите частоту несущего ВЧ-сигнала генератора, равную 1,57542 ГГц.
3. Нажмите клавишу **Amplitude (Амплитуда)**. С помощью числовых кнопок установите амплитуду ВЧ-выхода генератора сигналов, равную –135 дБм.
4. Нажмите **RF On/Off (ВЧ вкл./выкл.)**, чтобы включить ВЧ-выход.

Выберите и воспроизведите сценарий с несколькими спутниками

1. Нажмите **Mode (Режим) > More (1 of 2) (Еще, 1 из 2) > GPS > Real Time MSGPS (MSGPS в реальном времени)**.
2. Нажмите **Scenario (Сценарий)**.
3. Для выделения файла сценария **santarosa** воспользуйтесь навигационными программными кнопками или курсорными клавишами «вверх» и «вниз».
4. Нажмите **Select Scenario (Выбрать сценарий)**. Отобразится краткая информация о сценарии, включая моделируемое расположение, дату и время, а также спутники в пределах видимости.
5. Нажмите **Number of Satellites (Количество спутников)** и введите число **5**, чтобы использовать для генерации сигнала только первые пять спутников в пределах видимости.
6. Нажмите **Real-time MSGPS Off On (MSGPS в реальном времени: выкл./вкл.)** в положение «вкл.», чтобы воспроизвести выбранный сценарий.
7. Нажмите **Pause (Пауза)**. Воспроизведение сценария остановится.
8. Press **Resume (Возобновить)**. Воспроизведение файла сценария продолжится с той точки, в которой оно было поставлено на паузу.
9. Нажмите **Restart (Повторный запуск)**. Файл сценария будет воспроизводиться с начала, без выключения ВЧ.

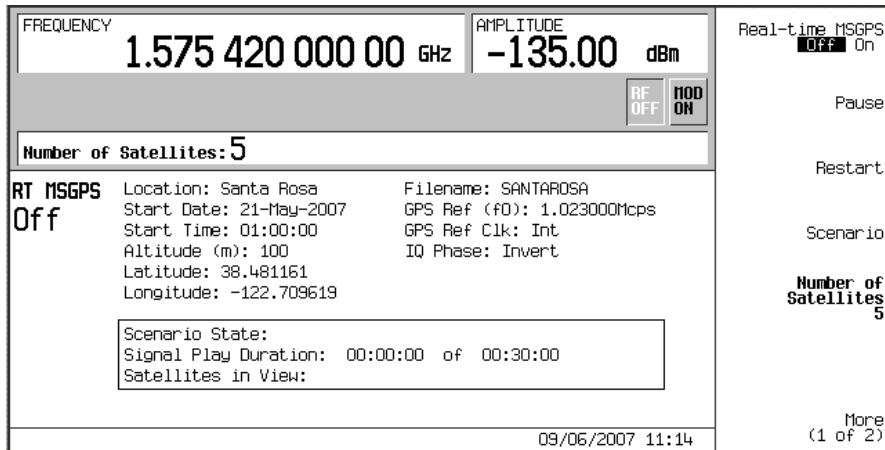
ПРИМЕЧАНИЕ

При выборе нового сценария, включении/выключении режима MSGPS реального времени или нажатии кнопки «Повторный запуск» активный сценарий возвращается на начальную точку. Если функция возобновления активна, сценарий немедленно начнет воспроизводиться. Если активна функция паузы, выберите Resume (Возобновить), чтобы начать воспроизведение сценария.

Рисунок 8-2 демонстрирует экран генераторов сигналов с выбранным сценарием MSGPS **santarosa**.

Информация о сценарии динамически изменяется в блоке отображения (состояние сценария, продолжительность воспроизведения сигнала, спутники в пределах видимости). Информация о сценарии за пределами окошка (место, дата начала и т. д.) – статическая.

Рисунок 8-2. Сценарий MSGPS в реальном времени



Настройка внешнего опорного тактирования

1. Подключите внешний опорный тактовый генератор к разъему BASEBAND GEN REF IN (Вход опорной частоты генератора) на задней панели.
2. Установите нужную частоту внешнего источника тактирования.
3. Нажмите **Mode (Режим) > More (1 of 2) (Еще, 1 из 2) > GPS > Real Time MSGPS (MSGPS в реальном времени) > More (1 of 2) (Еще, 1 из 2) > GPS Ref Clk Ext Int (Опорное тактирование GPS: внешнее, внутреннее)** в положение Ext (Внешнее).
4. Нажмите **GPS Ref (f0)**.
5. С помощью числовых клавиш установите опорные тактовые сигналы GPS на ту же частоту, что и у внешних тактовых сигналов.

ПРИМЕЧАНИЕ

Частота внешнего источника тактовых сигналов должна соответствовать частоте опорных тактовых сигналов, которая настраивается программной кнопкой **GPS Ref (f0)**.

GPS в реальном времени

Эта система в реальном времени моделирует сигналы спутника GPS для тестирования одноканального приемника. Базовые возможности по генерации сигнала GPS включают:

- создание P-кода с частотой 10,23 мегациклов в секунду при стандартной опорной частоте GPS 10,23 мегациклов в секунду¹
- создание кода C/A с частотой 1,023 мегациклов в секунду при стандартной опорной частоте GPS 10,23 мегациклов в секунду
- вывод навигационных данных со скоростью 50 бит/с, используя PN9, PN15, фиксированную 4-битовую структуру данных, пользовательский файл или стандартный режим данных TLM для формирования кода C/A или C/A и P-кода.
- три режима генерируемых кодов: C/A, P или C/A+P
- идентификаторы спутников в диапазоне от 1 до 32, поддержка диапазона от 33 до 37 для дополнительных задач;
- выбор режимов данных: исходные, закодированные или TLM;
- моделирование доплеровского сдвига в диапазоне 250 кГц;
- выбор внешнего или внутреннего источника опорного сигнала тактирования;

Предустановленная настройка генераторов сигналов для создания сигнала GPS: код «грубого позиционирования» C/A, идентификатор спутника 1, доплеровский сдвиг отсутствует, опорная частота тактирования 10,23 мегациклов в секунду, использование исходных данных и режима PN9.

Номера спутников совпадают с псевдослучайными номерами, используемыми для генерации кодов C/A и P, и используются для внесения задержки сигнала тактирования в соответствии со стандартами GPS.

Также доступны следующие расширенные функции:

- корректировка мощности для P-кода (от –40 до 0 дБ);
- настройка опорного сигнала тактирования (от 1 тыс. цикл./с до 12,5 млн цикл./с);
- выбор фазы I/Q;
- выбор фильтров и возможность создавать пользовательские фильтры.

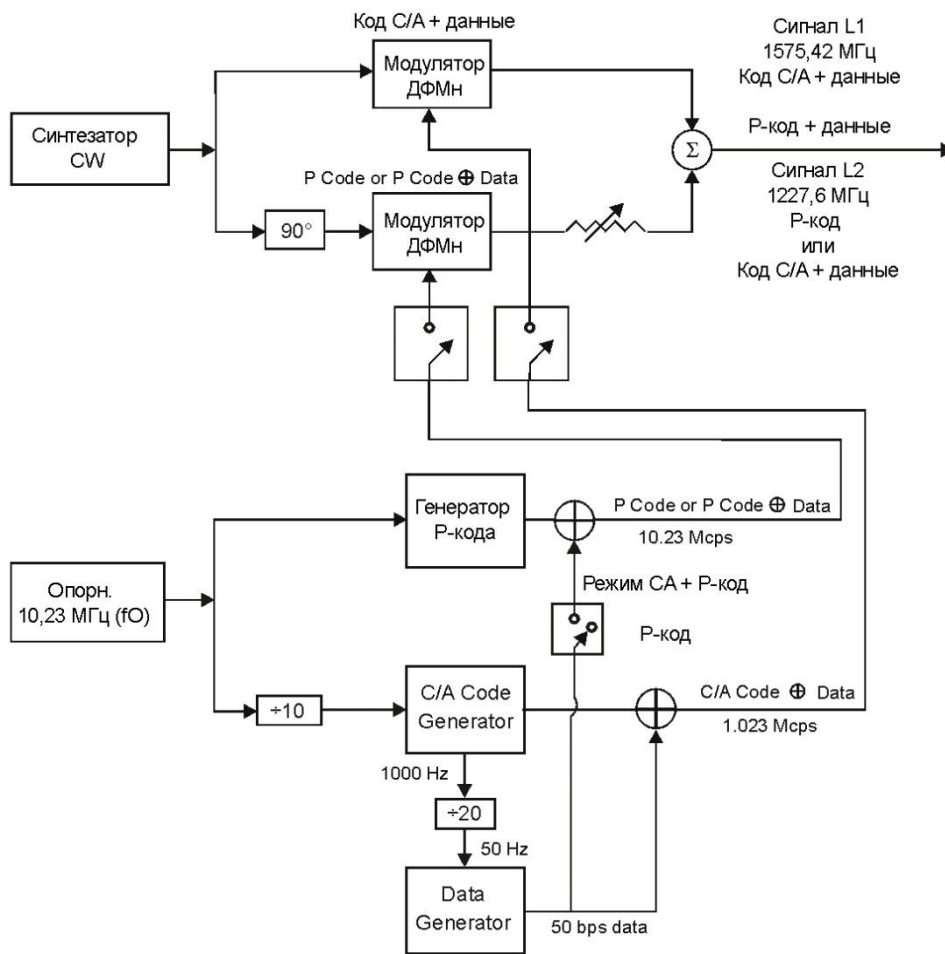
GPS в реальном времени – Введение

Блок-схема генерации сигнала

Рисунок 8-3 демонстрирует, как PSG генерирует сигнал GPS. Обратите внимание, что код C/A модулирует сигнал диапазона L по оси I модулятора I/Q, а P-код модулирует сигнал диапазона L по оси Q.

Выберите данные, подготовленные генератором данных, с помощью программной кнопки **Data (Данные)** или выбрав режим данных TLM. Сигналы P-кода имеют правильные спектральные характеристики, но не содержат корректных данных.

Рисунок 8-3. Схема генерации сигнала GPS



gps_blk

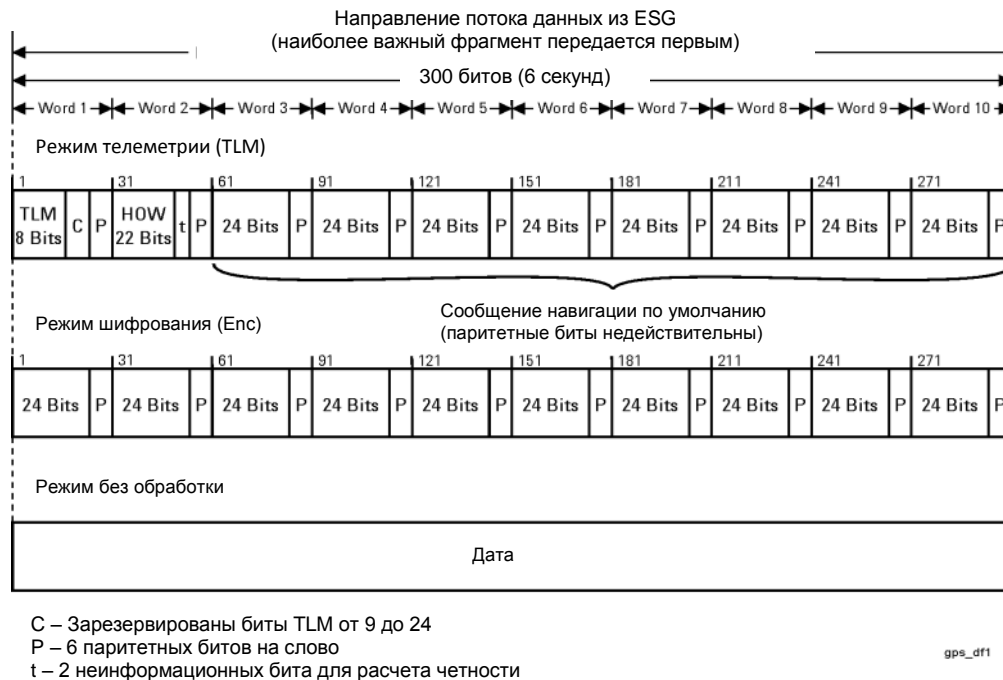
Режимы данных и структуры субкадров

Вы можете выбрать один из трех следующих режимов данных для создания кодов C/A или C/A+P:

- Raw – режим исходных данных, обеспечивающий непрерывную передачу данных по 300 битов на субкадр без встроенных битов четности. Этот режим можно использовать для проверки коэффициента битовых ошибок и низкоуровневой демодуляции.
- Enc – режим закодированных данных, обеспечивающий непрерывную передачу по 10 слов на субкадр, где каждое слово содержит 24 бита исходных данных и 6 замыкающих битов четности (вычисляются по выбранным данным на PSG).
- TLM – режим телеметрии (TLM), обеспечивающий непрерывную передачу форматированного слова TLM, ключевого слова (HOW) и навигационных данных по умолчанию, как описано в *Спецификации сигналов службы стандартного определения местоположения объектов Глобальной системы позиционирования (Global Positioning System Standard Positioning Service Signal Specification)*, 2-е издание от 2 июня 1995 г. Этот режим можно использовать для тестирования приемника.

Рисунок 8-4 демонстрирует структуру субкадра для каждого режима данных.

Рисунок 8-4. Структура субкадра



Слово TLM имеет длину 30 битов и содержит 8 битов преамбулы, 16 резервных битов (все биты с 9 по 24 имеют нулевое значение) и 6 битов четности (биты с 25 по 30).

Слово HOW имеет длину 30 битов, первые 17 из которых передают информацию о текущем времени (TOW), биты 23 и 24 используются для расчета четности, а биты с 25 по 30 – биты четности.

При передаче сигнала GPS импульсный сигнал генерируется на разъеме EVENT 1 задней панели каждые 6 секунд.

Этот импульс совпадает с началом каждого субкадра, начиная со второго субкадра, и синхронизируется с ВЧ-выходом для компенсации внутренней задержки сигнала.

Опорный источник тактирования

Опорный тактовый генератор GPS настраивается с помощью программной кнопки **GPS Ref (f0)**. Заводская настройка – 10,23 мегациклов в секунду (стандарт GPS). Вы можете использовать внутренний или внешний источник опорного сигнала тактирования. Для использования внешнего опорного сигнала подключите внешний источник к разъему входа DATA CLOCK (Тактирование данных).

ПРИМЕЧАНИЕ

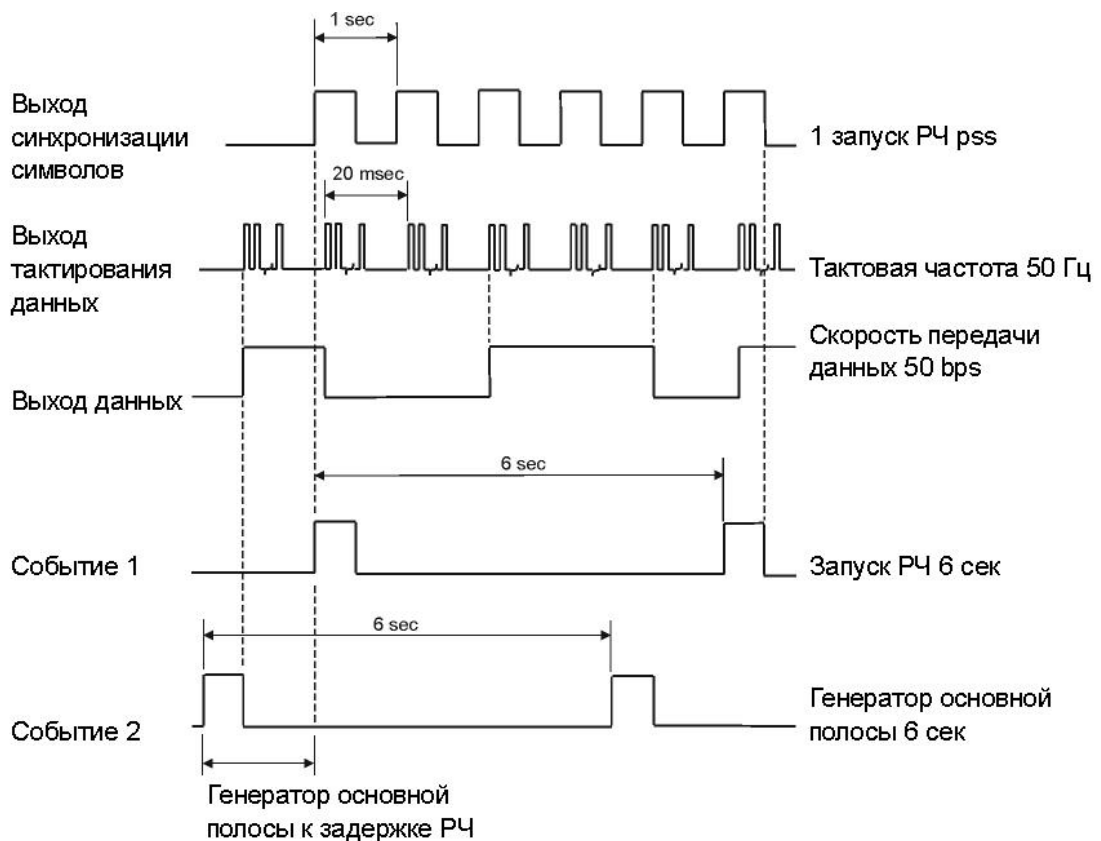
Если вы используете внешний источник опорного сигнала, его частота должна совпадать с частотой опорного сигнала тактирования PSG. Нажмите программную кнопку **GPS Ref (f0)**, затем с помощью числовых кнопок введите частоту опорного источника тактирования

Частота тактирования для кодов P и C/A определяется частотой опорного источника тактирования, который вы используете (внутреннего или внешнего). Частота тактирования для P-кода совпадает с частотой опорного источника тактирования, а частота сигнала для кода C/A составляет одну десятую от частоты опорного источника тактирования. См. [Рисунок 8-3](#), который содержит блок-схему генерации сигнала GPS в PSG.

Синхронизация сигнала на задней панели

[Рисунок 8-5](#) иллюстрирует соотношение во времени сигналов GPS, подаваемых на заднюю панель генераторов сигналов. Дополнительный разъем ввода/вывода выводит сигналы SYMBOL SYNC OUT (Выход символьной синхронизации), DATA CLOCK OUT (Выход тактирования данных) и DATA OUT (Выход данных). EVENT 1 и EVENT 2 представляют собой разъемы BNC. Если генераторы сигналов оснащаются Опцией 1EM, разъемы EVENT 1 и EVENT 2 заменяются с BNC на SMB. См. «Задняя панель» [на странице 32](#).

Рисунок 8-5. Сигналы GPS



Пользовательские файлы

Вы можете создавать файлы данных непосредственно на PSG, или же создавать их на внешних устройствах, а потом загружать в PSG. В любом случае размер пользовательских файлов данных ограничивается доступной для использования памятью PSG. Если вы создаете файлы данных на внешнем устройстве, вы можете определять структуры сигналов, для которых нет встроенной поддержки в PSG. Например, если вам нужен полностью закодированный сигнал, состоящий из кадров, соответствующих стандартам GPS (1 кадр состоит из 5 субкадров и 25 страниц), вы можете создать этот сигнал на другом устройстве и загрузить в PSG. Поддерживаются пользовательские файлы в двоичном и в битовом формате. Сохраните пользовательские файлы в каталоге bin.

Выберите режим для ваших файлов данных, как для обычных типов данных (см. «Режимы данных и структуры субкадров» на [странице 193](#)). Если файлы были созданы на внешнем устройстве и содержат биты четности, используйте режим исходных данных для передачи данных в исходном виде. Если ваши файлы не содержат битов четности, но вы хотите добавить их в передаваемый сигнал, выберите режим закодированных данных (Enc). PSG вычислит биты четности и разместит их в 6 последних битах каждого слова.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы выбрали режим закодированных данных для пользовательского файла, который содержит биты четности, они будут вычислены заново.

Настройка сигнала GPS в реальном времени

Если генераторы сигналов находятся в режиме заводских настроек (**Utility (Инструменты) > Power On/Preset (Включение и настройки) > Preset Normal User (Сброс настроек: обычные/пользовательские)** в положении «обычные»), базовый сигнал настраивается автоматически GPS при нажатии кнопки **Preset (Сброс)**. Выполните шаг 2 и шаги с 6-го по 8-й, чтобы сгенерировать сигнал на разъеме ВЧ-выхода. Чтобы настроить сигнал с помощью дополнительных функций системы моделирования GPS, выполните эту процедуру начиная с шага 1.

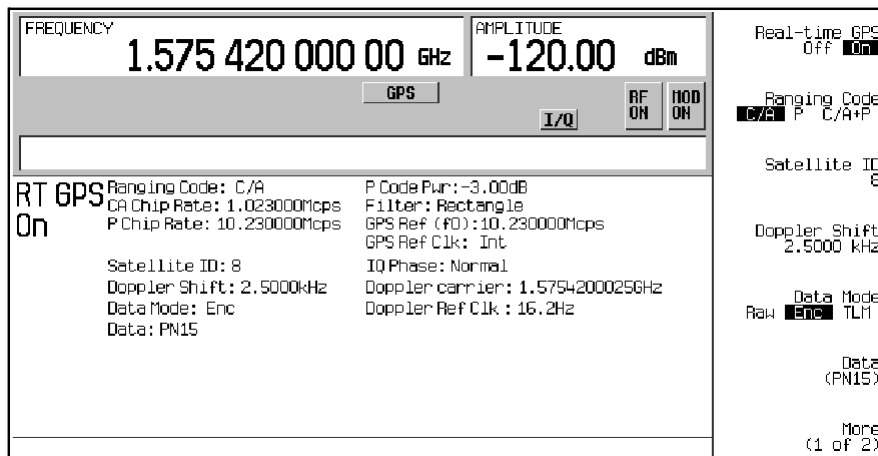
1. Нажмите **Preset (Сброс)**.
2. Нажмите **Mode (Режим) > More (1 of 2) (Еще, 1 из 2) > GPS > Real Time GPS (GPS в реальном времени)**.
3. Нажмите **Satellite ID (Идентификатор спутника) > 8 > Enter (Ввод)**.
4. Нажмите **Doppler Shift (Доплеровский сдвиг) > 2,5 > кГц**.
5. Нажмите **Data Mode Enc TLM (Режим данных: кодирование/TLM)**, чтобы перевести его в положение Enc. (Кодирование)
6. Нажмите **Data (Данные) > PN Sequence (Последовательность PN) > PN15**.
7. Поставьте **Real-time GPS Off On (GPS в реальном времени: выкл./вкл.)** в положение «вкл.».

8. Нажмите клавишу **Frequency (Частота)**. С помощью числовых кнопок установите частоту ВЧ-выхода генераторов сигналов, равную 1,57542 ГГц (несущая частота L1).
9. Нажмите клавишу **Amplitude (Амплитуда)**. С помощью числовых кнопок установите амплитуду ВЧ-выхода генераторов сигналов, равную –120 дБм.
10. Включите ВЧ-выход, нажав клавишу **RF On/Off (ВЧ вкл./выкл.)** на передней панели генераторов сигналов.

Теперь на разъеме ВЧ-выхода генераторов сигналов доступен сигнал GPS в реальном времени. **Рисунок 8-6** демонстрирует, как должен выглядеть дисплей генераторов сигналов после выполнения всех шагов процедуры. Обратите внимание, что индикаторы GPS, I/Q и RF ON включены, а параметры настройки сигнала отображаются в зоне состояния на дисплее генераторов сигналов.

Эта процедура настраивает сигнал GPS, который использует структуру субкадров по 10 слов в каждом, которые содержат по 24 бита исходных данных и 6 битов четности, вычисляемых на источнике данных. Генератор сигналов создает эту структуру субкадра, когда вы выбираете режим закодированных данных и последовательность PN15 в качестве типа данных. Последовательность PN15 была закодирована кодом C/A со скоростью 50 битов в секунду. При использовании заводских предварительных настроек частота тактирования C/A составляет 1,023 мегациклов в секунду при частоте опорного сигнала 10,23 мегациклов в секунду. Доплеровский сдвиг на 2,5 кГц моделирует движение спутника относительно приемника. Более подробная информация об опции GPS приводится в разделе «**GPS в реальном времени**» на странице 192.

Рисунок 8-6. Настройка GPS в реальном времени с внутренней системой тактирования



Настройка внешнего опорного тактирования

1. Запустите систему моделирования GPS в реальном времени (**Mode (Режим) > More (1 of 2) (Еще, 1 из 2) > GPS > Real Time GPS (GPS в реальном времени)**).
2. Нажмите **More (1 of 2) (Еще, 1 из 2) > GPS Ref Clk Ext Int (Опорное тактирование GPS: внешнее, внутреннее)** в положение Ext (Внешнее).
3. Нажмите **GPS Ref (f0) > 11,03 > кcps (тыс. цикл./с)**.
4. Подключите источник внешних опорных тактовых сигналов к разъему DATA CLOCK INPUT (Вход тактирования данных).

Максимальная тактовая частота для этого входного разъема составляет 50 МГц с напряжением от –0,5 до 5,5 В.

5. Настройте внешний опорный тактовый генератор на значение частоты тактирования, введенное на **шаге 3**.

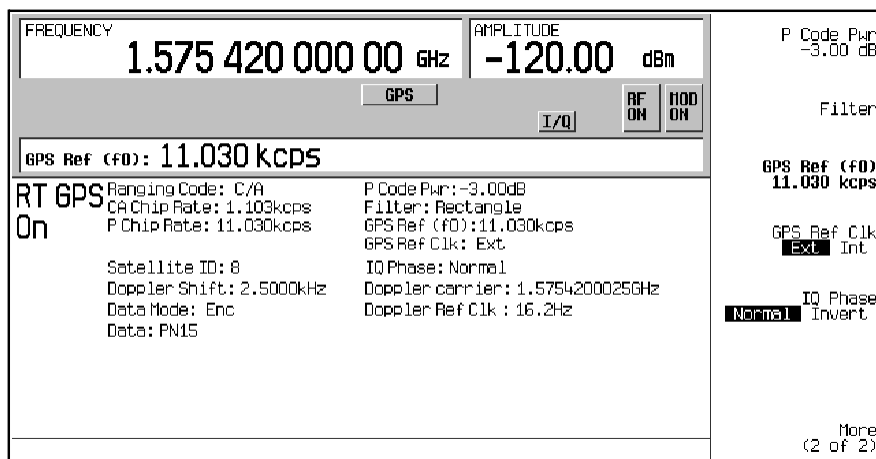
Максимальная скорость передачи данных для этого входного разъема составляет 50 Мбит/с с напряжением –0,5 до 5,5 В.

ПРИМЕЧАНИЕ

Частота внешнего источника тактирования должна соответствовать значению, которое настраивается программной кнопкой **GPS Ref (f0)**.

Рисунок 8-7 демонстрирует, как должен выглядеть дисплей генераторов сигналов после выполнения всех шагов процедуры. Поля CA Chip Rate (Частота тактирования CA), P Chip Rate (Частота тактирования P), GPS Ref (f0) и GPS Ref Clk (Опорное тактирование GPS) в зоне состояния дисплея показывают новые параметры, которые вы задали в ходе процедуры. Обратите внимание, что настройки Satellite ID (Идентификатор спутника), Doppler Shift (Доплеровский сдвиг), Data (Данные) и Data Mode (Режим данных) не изменились после выполнения предыдущей процедуры «Настройка сигнала GPS в реальном времени» на **странице 196**.

Рисунок 8-7. Настройка GPS в реальном времени с внешней системой тактирования



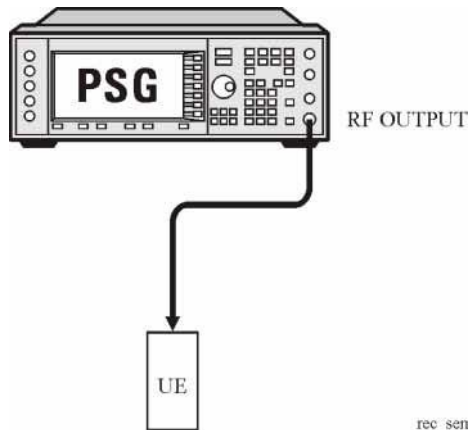
В этой процедуре в качестве эталонного сигнала тактирования используется внешний источник. Опорная частота изменилась: вместо стандартной для GPS частоты 10,23 мегациклов в секунду используется 11,03 тыс. цикл./с. Это изменение частоты опорного сигнала автоматически изменяет частоту тактирования для кодов P и C/A. Частота тактирования для P-кода полностью совпадает с опорной частотой тактирования, то есть составляет 11,03 тыс. цикл./с. Частота тактирования для кода C/A составляет одну десятую от опорной частоты тактирования, то есть 1,103 тыс. цикл./с. Более подробная информация об опции GPS приводится в разделе «GPS в реальном времени» на странице 192.

Проверка чувствительности приемника

См. [Рисунок 8-8](#).

1. Подключите кабели между приемником и PSG (см. [Рисунок 8-8](#)).

Рисунок 8-8. Подготовка к проверке чувствительности приемника



2. Установите для GPS режим данных TLM.
3. Настройте уровень мощности на PSG.
4. Настройте на PSG частотный диапазон L.
5. Настройте пользовательское оборудование на получение сигнала с PSG.

Включите систему моделирования GPS и ВЧ-выход на серии PSG.

9 Генератор многотоновых сигналов

В этой главе описан режим формирования многотоновых сигналов, который возможен только у векторных генераторов сигналов E8267D серии PSG с опцией 601 или 602.

- «Общие сведения» на [странице 201](#)
- «Создание, наблюдение и оптимизация многотоновых сигналов» на [странице 201](#)

Общие сведения

В режиме формирования многотоновых сигналов формируется сигнал, который содержит до 64 непрерывных сигналов (тонов). С помощью табличного редактора **Multitone Setup** вы можете задавать, изменять и сохранять в памяти данные сигналов для воспроизведения. Многотоновые сигналы формируются внутренним генератором модулирующих I/Q-сигналов.

Генератор многотоновых сигналов обычно применяется для измерения характеристик интермодуляционных искажений таких многоканальных устройств, как смесители или усилители. Интермодуляционные искажения (IMD) возникают, когда на выходе нелинейных устройств, работающих с сигналами на многих несущих, появляются другие частоты или создаются помехи соседним каналам. Генератор многотоновых сигналов подает сигнал с задаваемым пользователем количеством тонов, а продукты интермодуляционных искажений измеряются анализатором спектра и используются для сравнения при измерении интермодуляционных искажений у объектов испытаний.

Многотоновые сигналы создаются с помощью внутреннего генератора модулирующих I/Q-сигналов и сохраняются в памяти ARB для воспроизведения. Несмотря на то, что в режиме формирования многотоновых сигналов генерируется высококачественная форма сигнала, при этом все же возникают небольшие интермодуляционные искажения, просачивание несущей и обусловленные просачиванием интермодуляционные искажения. Просачивание несущей можно наблюдать, когда генерируется четное количество тонов, поскольку отсутствуют тональные сигналы на центральной несущей частоте, которые могли бы маскировать просачивание. Чтобы минимизировать просачивание несущей для многотонного сигнала с нечетным количеством тонов, необходимо вручную корректировать значения смещения I и Q, наблюдая центральную несущую частоту на анализаторе спектра.

Для измерений, которые требуют более 64 тонов или отсутствия интермодуляционных искажений и просачивания несущей, вы можете создать до 1024 свободных от искажений многотоновых сигналов с помощью программы Keysight Technologies Signal Studio (опция 408).

ПРИМЕЧАНИЕ

Для получения дополнительной информации о характеристиках многотоновых сигналов и формате многотоновых сигналов векторных генераторов сигналов серии PSG вы можете загрузить с нашего сайта документ *Application Note 1410*. Для этого следует зайти на сайт <http://www.keysight.com> и поискать «AN 1410» в разделе Test & Measurement.

Создание, наблюдение и оптимизация многотоновых сигналов

В этом разделе описано, как настроить, генерировать и оптимизировать многотонный сигнал, контролируя его с помощью анализатора спектра. Несмотря на то, что вы можете наблюдать генерируемый многотонный сигнал с помощью любого анализатора спектра, имеющего достаточный частотный диапазон, в этом примере применяется высококачественный анализатор спектра Keysight Technologies PSA. Подключите анализатор спектра к генераторам сигналов (см. **Рисунок 9-1**).

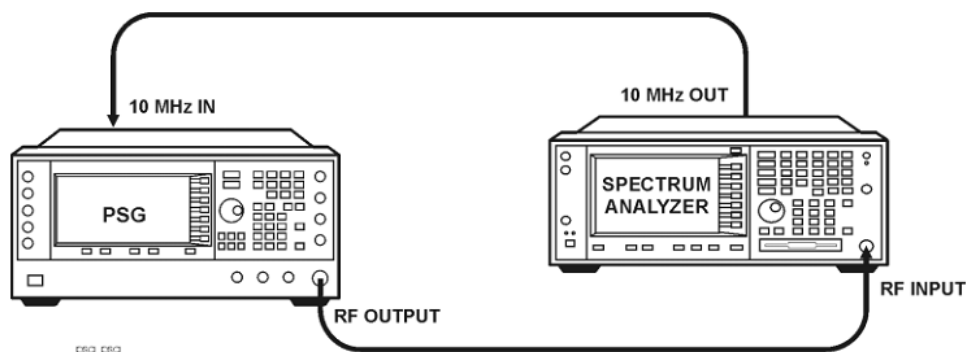


Рисунок 9-1. Подключение анализатора спектра

Создание специального многотонного сигнала

С помощью табличного редактора **Multitone Setup** вы можете задавать, изменять и сохранять в памяти пользовательские многотонные сигналы. Эти сигналы генерируются двойными генераторами сигналов произвольной формы.

1. Нажмите клавишу **Preset** на передней панели генератора сигналов.
2. Установите частоту выходного ВЧ-сигнала генератора сигналов на 20 ГГц.
3. Установите амплитуду выходного ВЧ-сигнала генератора сигналов на 0 дБм.
4. Нажмите клавиши **Mode > Multitone > Initialize Table > Number of Tones > 9 > Enter**.
5. Нажмите клавиши **Freq Spacing > 1 > MHz**.
6. Нажмите клавишу **Initialize Phase Fixed Random** на Random.
7. Нажмите клавишу **Done**.
8. Нажмите клавишу **Multitone Off On** на On.
9. Включите выход ВЧ-сигнала.

На выходном соединителе RF OUTPUT генераторов сигналов должен действовать многотонный сигнал. **Рисунок 9-2** показывает вид дисплея генераторов сигналов после завершения всех этих операций. Обратите внимание на то, что здесь индицируются вспомогательные индикаторы **M-TONE**, **I/Q**, **RF ON** и **MOD ON**, а также установки параметров для сигнала. Многотонный сигнал занесен во временную (энергозависимую) память ARB.

Сигнал содержит 9 тонов с интервалами между ними 1 МГц со случайными значениями начальной фазы. Центральный тон сигнала находится на несущей частоте, а остальные восемь тонов располагаются симметрично относительно несущей с интервалами 1 МГц. Если вы создадите четное количество тонов, то несущая частота будет находиться посередине между двумя средними тонами.

FREQUENCY		AMPLITUDE			
20.000 000 000 000 GHz		0.00 dBm		Multitone Off <input checked="" type="checkbox"/>	
EXT REF		M-TONE		Initialize Table	
		I/Q		RF ON	
				MOD ON	
Multitone Setup: default (UNSTORED)					
Tone	Freq Offset	Power	Phase	State	
1	-4.000000 MHz	0.00 dB	297	On	
2	-3.000000 MHz	0.00 dB	39	On	
3	-2.000000 MHz	0.00 dB	48	On	
4	-1.000000 MHz	0.00 dB	36	On	
5	0.000 kHz	0.00 dB	312	On	
6	1.000000 MHz	0.00 dB	159	On	
7	2.000000 MHz	0.00 dB	183	On	
8	3.000000 MHz	0.00 dB	261	On	
9	4.000000 MHz	0.00 dB	342	On	
Edit Item					
Toggle State					
Apply Multitone					
Goto Row					
More (1 of 2)					

Рисунок 9-2

Наблюдение спектра многотонного сигнала

Ниже описан алгоритм, как сконфигурировать анализатор спектра на мониторинг спектра многотонного сигнала и продуктов интермодуляционных искажений. Какие конкретно следует нажимать клавиши, зависит от модели применяемого вами анализатора спектра.

1. Выполните предустановку анализатора спектра.
2. Установите несущую частоту на 20 ГГц.
3. Установите полосу обзора частот, равной 20 МГц.
4. Установите шаг сетки по амплитуде, равный 10 дБ с опорным уровнем 4 дБм.

5. Отрегулируйте рабочую ширину фильтра промежуточной частоты анализатора так, чтобы снизить шумовой порог в достаточной мере для наблюдения продуктов интермодуляционных искажений. В данном примере используется установка 9,1 кГц.
6. Включите пиковый детектор.
7. Установите ослабление на 14 дБ, чтобы не перегружать входной смеситель анализатора спектра.

Теперь вы должны увидеть спектр сигнала с девятью тонами и центральной несущей частотой 20 ГГц (Рисунок 9-3). Вы увидите также продукты интермодуляционных искажений на частотах выше и ниже крайних тонов в спектре сигнала.

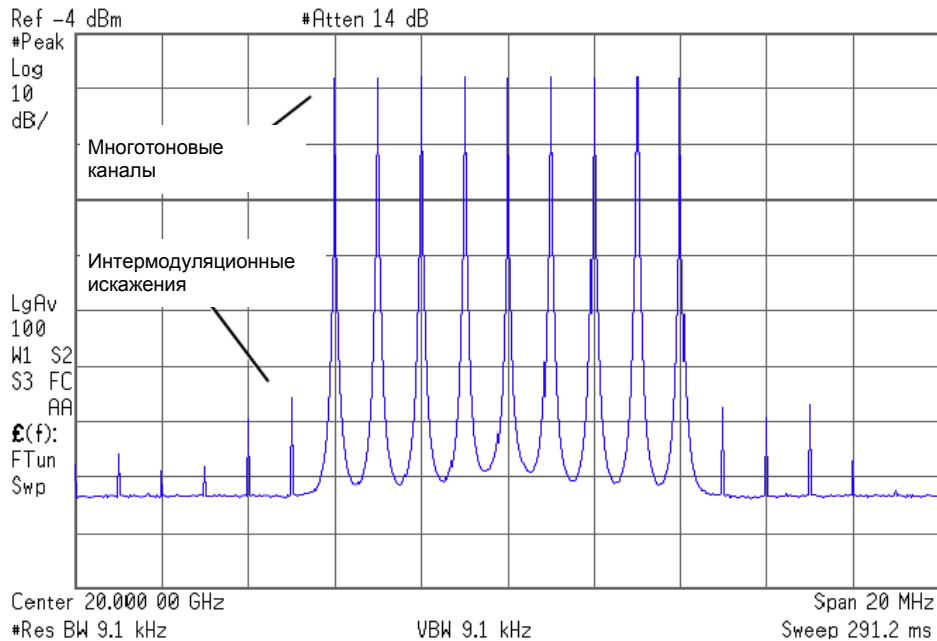


Рисунок 9-3

Редактирование таблицы настройки многотонного сигнала

Эта процедура базируется на предыдущей процедуре.

1. Нажмите клавиши **Initialize Table > Number of Tones > 10 > Enter**.
2. Нажмите клавишу **Done**.
3. Выделите значение (**On**) в столбце **State** для тона в строке 2.
4. Нажмите функциональную клавишу **Toggle State**.
5. Выделите значение (**0 dB**) в столбце **Power** для тона в строке 4.
6. Нажмите клавиши **Edit Item > -10 > dB**.
7. Выделите значение (**0**) в столбце **Phase** для тона в строке 4.
8. Нажмите клавиши **Edit Item > 123 > deg**.
9. Нажмите функциональную клавишу **Apply Multitone**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Всякий раз при изменении установки параметра, когда работает многотонный генератор (клавиша **Multitone Off On** установлена на **On**), вы должны активизировать изменение путем нажатия функциональной клавиши **Apply Multitone**, прежде чем будет генерироваться обновленный сигнал. Когда вы активизируете изменение, генераторы модулирующих сигналов создают многотонный сигнал с использованием новых установок и заменяют существующий сигнал в памяти ARB.

Теперь вы изменили количество тонов на 10, отключили тон 2 и изменили значения мощности и фазы для тона 4. Рисунок 9-4 показывает, как должен

выглядеть дисплей генераторов сигналов после того, как вы завершите все эти операции. На экране анализатора спектра должен теперь отображаться спектр сигнала, аналогичный тому, что показано на рисунке (см. **Рисунок 9-5**). Обратите внимание на то, что у сигнала с четным количеством тонов наблюдается небольшое просачивание несущей на центральной частоте.

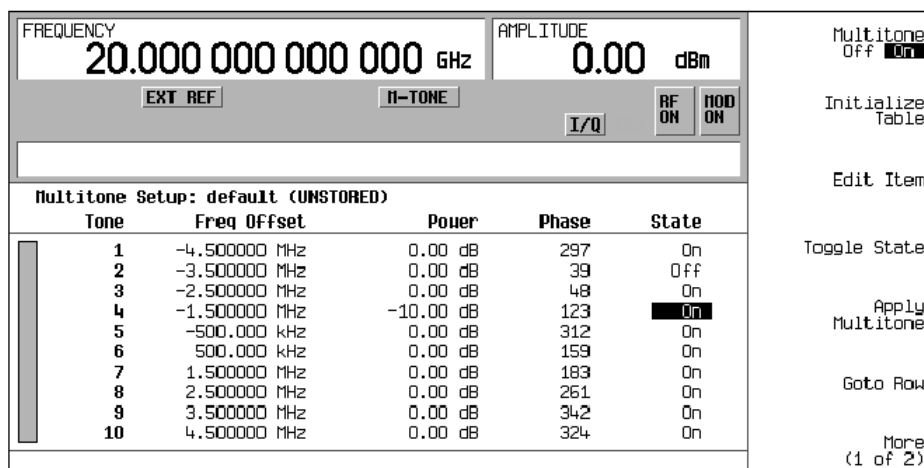


Рисунок 9-4

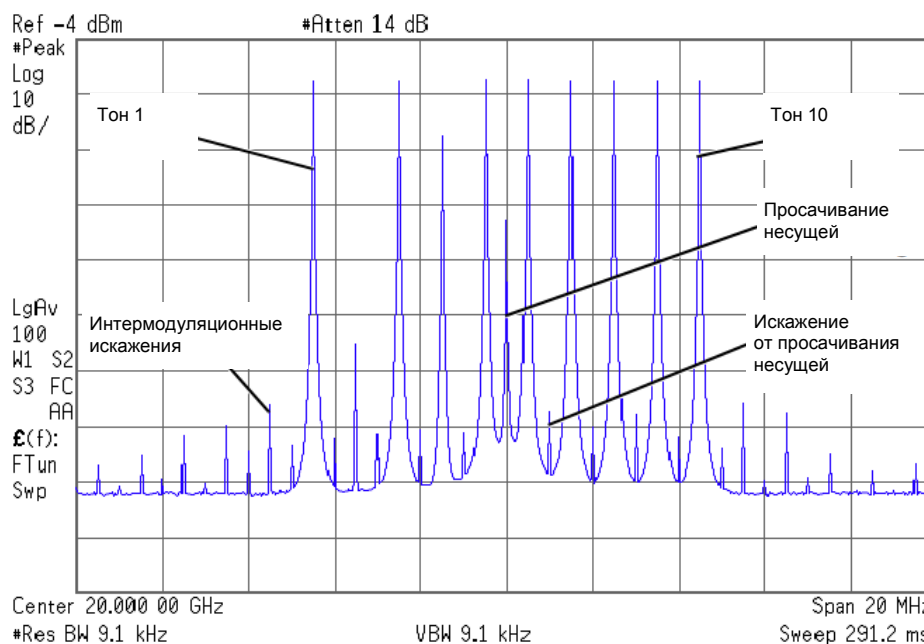


Рисунок 9-5

Минимизация просачивания несущей

Ниже описано, как свести к минимуму просачивание несущей и измерить разность мощности между тонами и их продуктами интермодуляционных искажений. Просачивание несущей возникает только при четном количестве тональных сигналов.

Эта процедура базируется на предыдущей процедуре.

1. Установите на анализаторе спектра фильтр промежуточной частоты для соответствия периоду развертки 100–200 мс. Это позволит вам наблюдать динамику просачивания несущей в процессе регулировки.
2. У генератора сигналов нажмите клавиши **I/Q > I/Q Adjustments > I/Q Adjustments Off On** и установите положение **On**.

3. Нажмите функциональную клавишу **I Offset** и вращайте поворотную ручку, наблюдая просачивание несущей на экране анализатора спектра. Изменение параметра **I Offset** в должном направлении позволяет уменьшить уровень просачивания несущей. Постарайтесь установить этот уровень как можно ниже.
4. Нажмите функциональную клавишу **Q Offset** и вращайте поворотную ручку для дальнейшего снижения уровня просачивания несущей.
5. Повторяйте операции по пунктам 3 и 4, пока не будет достигнут наименьший возможный уровень просачивания несущей.
6. На анализаторе спектра вернитесь к прежней установке рабочего фильтра промежуточной частоты.
7. Включите усреднение сигнала.
8. Установите параметры маркера и поместите его на пик одного из крайних тонов.
9. Установите параметры дельта-маркера и поместите его на пик соседнего продукта интермодуляционных искажений, который должен быть разнесен на 10 МГц с маркированным тоном.
10. Измерьте разность мощностей между тоном и продуктом интермодуляционных искажений. Изображение на экране будет аналогично тому, что показано на рисунке ниже (**Рисунок 9-6**). Теперь оптимизированный многотоновый сигнал можно применять для измерения интермодуляционных искажений у объекта испытаний.

Имейте в виду, что просачивание несущей изменяется с течением времени и зависит от температуры. Поэтому вам следует периодически подстраивать значения смещения **I** и **Q** для поддержания оптимального состояния сигнала.

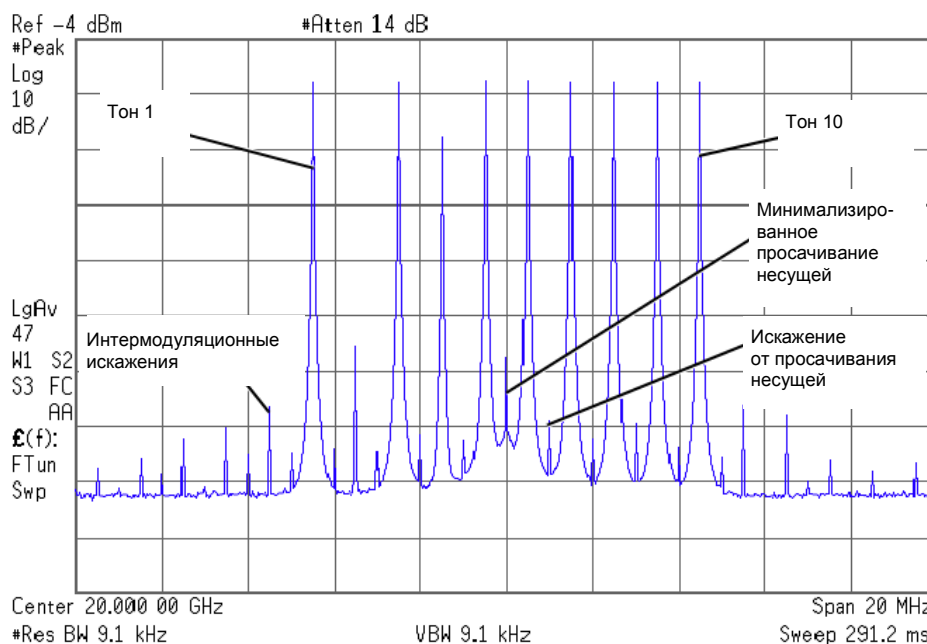


Рисунок 9-6

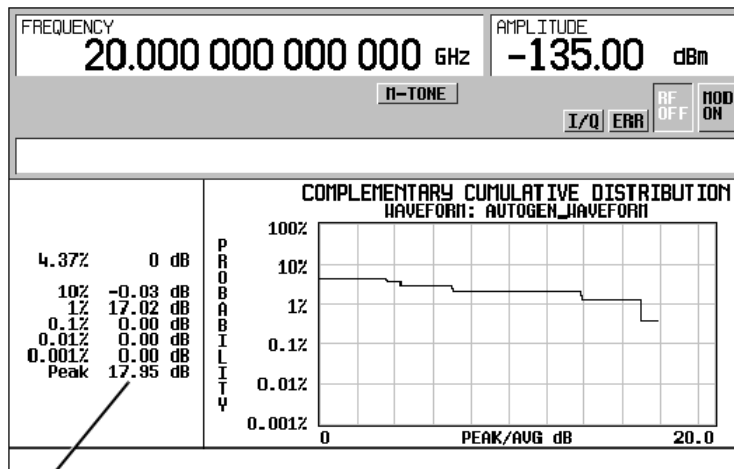
Определение отношения пиковой мощности к средней мощности

Ниже показано, как установить фазы у многотонного сигнала и определить характеристики отношения пиковой мощности к средней мощности путем построения графика комплементарной интегральной функции распределения (CCDF).

1. Нажмите клавиши **Mode > Multitone > Initialize Table > Number of Tones > 64 > Enter**.
2. Нажмите клавиши **Freq Spacing > 20 > kHz**.
3. Нажмите функциональную клавишу **Initialize Phase Fixed Random** на Fixed.
4. Нажмите функциональную клавишу **Done**.

5. Нажмите функциональную клавишу **Apply Multitone**.
6. Нажмите функциональные клавиши **More (1 of 2) > ARB Setup > Waveform Utilities > Waveform Statistics > Plot CCDF**.

Теперь вы должны увидеть дисплей (см. **Рисунок 9-7**). График функции CCDF отображает интегральную характеристику распределения отношения пиковой мощности к средней мощности сигнала при установке всех фаз на нуль.



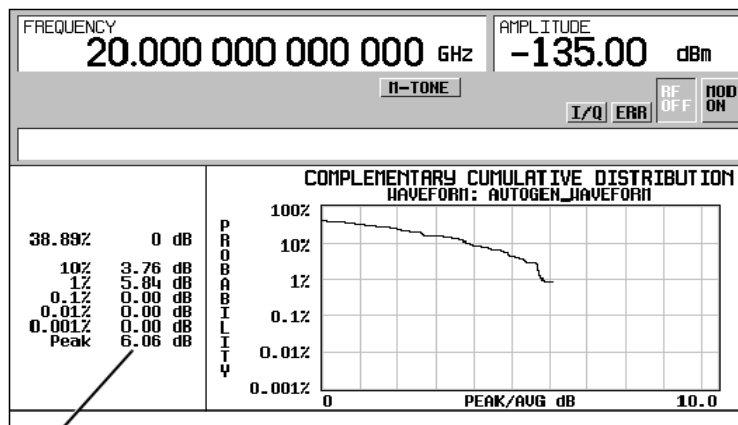
Пиковая мощность

Рисунок 9-7. График комплементарной интегральной функции распределения при установке фиксированной фазы

7. Нажмите клавиши **Mode Setup > Initialize Table**.
8. Нажмите клавишу **Initialize Phase Fixed Random** на Random.
9. Нажмите клавишу **Random Seed Fixed Random** на Random.
10. Нажмите клавишу **Done**.
11. Нажмите клавишу **Apply Multitone**.
12. Нажмите клавиши **More (1 of 2) > Waveform Statistics > Plot CCDF**.

Изображение на экране будет аналогично тому, что показано на рисунке ниже (**Рисунок 9-8**). График CCDF отображает интегральную характеристику распределения отношения пиковой мощности к средней мощности сигнала при случайно генерированных фазах и случайной начальной фазе.

Установка случайного характера фазы имитирует типичную случайную природу многотоновых сигналов. Обратите внимание на то, что случайное распределение фаз проявляется в значительном снижении отношения пиковой мощности к средней мощности по сравнению с фиксированными фазами. Увеличение количества тонов со случайными фазами уменьшает вероятность возникновения максимальной пиковой мощности.



Пиковая мощность

Рисунок 9-8. График комплементарной интегральной функции распределения при установке случайной фазы

10 Генератор двухтоновых сигналов

В этой главе описан режим формирования двухтоновых сигналов, который возможен только у векторных генераторов сигналов E8267D серии PSG с опцией 601 или 602.

- «Общие сведения» на странице 208
- «Создание, наблюдение и изменение параметров двухтоновых сигналов» на странице 208

Общие сведения

В режиме формирования двухтоновых сигналов формируется сигнал, который содержит два непрерывных сигнала (тона) одинаковой мощности. По умолчанию сигнал содержит два тона, которые расположены симметрично от центральной несущей частоты. Пользователь задает такие параметры тонов в сигнале, как амплитуда, несущая частота и разнесение их по частоте. Пользователь может также расположить эти тональные сигналы слева или справа от несущей частоты.

Генератор двухтоновых сигналов предназначен для включения в стенд по измерению характеристик интермодуляционных искажений таких нелинейных устройств, как смесители или усилители. Интермодуляционные искажения (IMD) возникают, когда на выходе нелинейных устройств, работающих с сигналами на многих несущих, появляются другие частоты или создаются помехи соседним каналам. Генератор двухтоновых сигналов подает сигнал, продукты интермодуляционных искажений которого можно измерить анализатором спектра и использовать для сравнения при измерении интермодуляционных искажений у объектов испытаний.

Двухтоновые сигналы создаются с помощью внутреннего генератора модулирующих I/Q-сигналов и сохраняются в памяти ARB для воспроизведения. Несмотря на то, что в режиме формирования двухтоновых сигналов генерируется сигнал с высокими характеристиками по чистоте спектра, при этом все же возникают небольшие интермодуляционные искажения. Помимо интермодуляционных искажений может возникать небольшое просачивание несущей и обусловленные просачиванием интермодуляционные искажения, когда разнесение частот тонов в сигнале центрировано относительно несущей частоты.

Чтобы минимизировать просачивание несущей для двухтонового сигнала, необходимо вручную корректировать значения разбаланса квадратур I и Q, контролируя уровень несущей частоты на анализаторе спектра. Для измерений, которые требуют отсутствия интермодуляционных искажений и просачивания несущей, вы можете создавать свободные от искажений многотоновые сигналы с помощью программы Keysight Technologies Signal Studio (опция 408).

ПРИМЕЧАНИЕ

Для получения дополнительной информации о характеристиках двухтоновых сигналов и формате двухканальных сигналов векторных генераторов сигналов E8257D/67D серии PSG вы можете загрузить с нашего сайта документ *Application Note 1410*. Для этого следует зайти на сайт <http://www.keysight.com> и поискать «AN 1410» в разделе Test & Measurement.

Создание, наблюдение и изменение параметров двухтоновых сигналов

В этом разделе описано, как настроить, генерировать и оптимизировать двухтоновый сигнал, контролируя его с помощью анализатора спектра. Несмотря на то, что вы можете наблюдать генерируемый двухтоновый сигнал с помощью любого анализатора спектра, имеющего достаточный частотный диапазон, в этом примере применяется высококачественный анализатор спектра Keysight Technologies PSA. Подключите анализатор спектра к генератору сигналов (**Рисунок 10-1**).

Создание двухтонового сигнала

Эта процедура показывает, как создать двухтоновый сигнал, центрированный относительно несущей частоты, и установить его основные параметры.

1. Нажмите клавишу **Preset** на передней панели генератора сигналов.
2. Установите частоту выходного ВЧ-сигнала генератора сигналов на 20 ГГц.
3. Установите амплитуду выходного ВЧ-сигнала генератора сигналов на 0 дБм.
4. Нажмите клавиши **Mode > Two Tone > Freq Separation > 10 > MHz**.

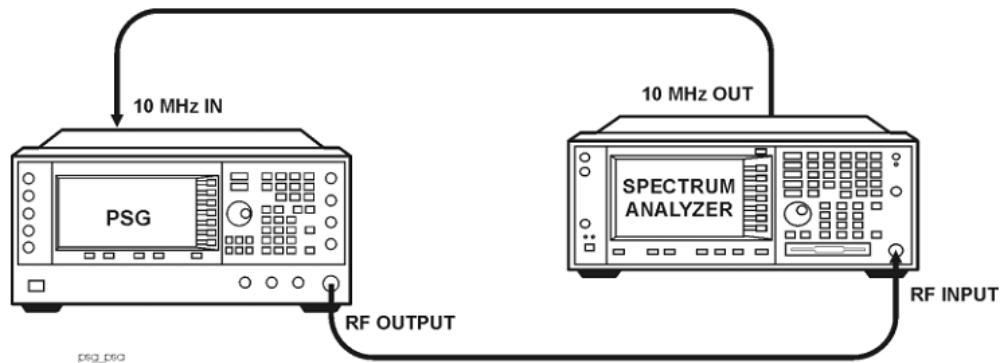


Рисунок 10-1. Подключение анализатора спектра

5. Нажмите клавишу **Two Tone Off On** на Оп.
6. Включите выход ВЧ-сигнала.

На выходном соединителе RF OUTPUT генераторов сигналов должен возникнуть двухтоновый сигнал. Рисунок 10-2 показывает вид дисплея генераторов сигналов после завершения всех этих операций. Обратите внимание на то, что здесь индицируются вспомогательные индикаторы **T-TONE**, **I/Q**, **RF ON** и **MOD ON**, а также установки параметров для сигнала.

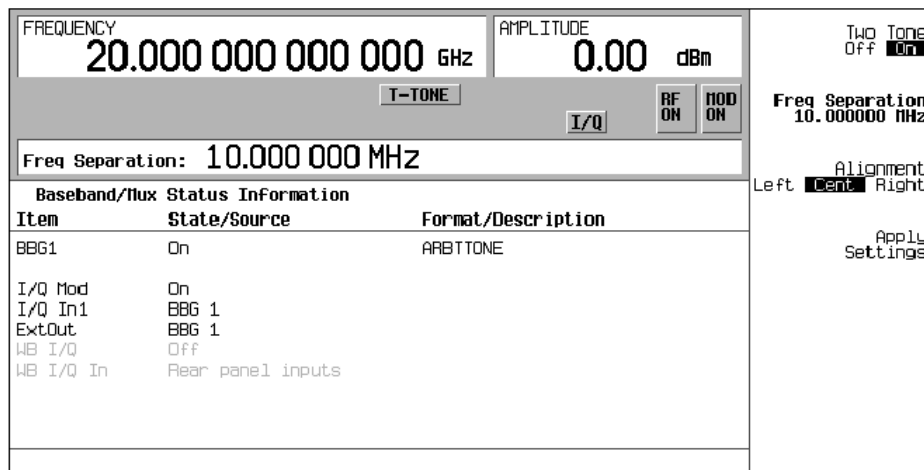


Рисунок 10-2

Наблюдение спектра двухтонового сигнала

Эта процедура показывает, как сконфигурировать анализатор спектра на наблюдение спектра двухтонового сигнала и продуктов интермодуляционных искажений. Какие конкретно следует нажимать клавиши, зависит от модели применяемого вами анализатора спектра.

1. Выполните предустановку анализатора спектра.
2. Установите несущую частоту на 20 ГГц.
3. Установите полосу обзора 60 МГц.
4. Установите шаг сетки по амплитуде, равный 10 дБ с опорным уровнем 4 дБм.
5. Отрегулируйте рабочую ширину фильтра промежуточной частоты анализатора так, чтобы снизить шумовой порог в достаточной мере для наблюдения продуктов интермодуляционных искажений. В данном примере используется установка 9,1 кГц.
6. Включите пиковый детектор.
7. Установите ослабление на 14 дБ, чтобы не перегружать входной смеситель анализатора спектра.

Теперь вы должны увидеть спектр двухтонового сигнала с центральной несущей частотой 20 ГГц наподобие того (см. Рисунок 10-3).

Вы увидите здесь продукты интермодуляционных искажений, отстоящие на 10 МГц выше и ниже от тонов формируемого сигнала, а также пик просачивания несущей на центральной частоте и продукты интермодуляционных искажений от просачивания несущей, отстоящие на 10 МГц выше и ниже центральной частоты.

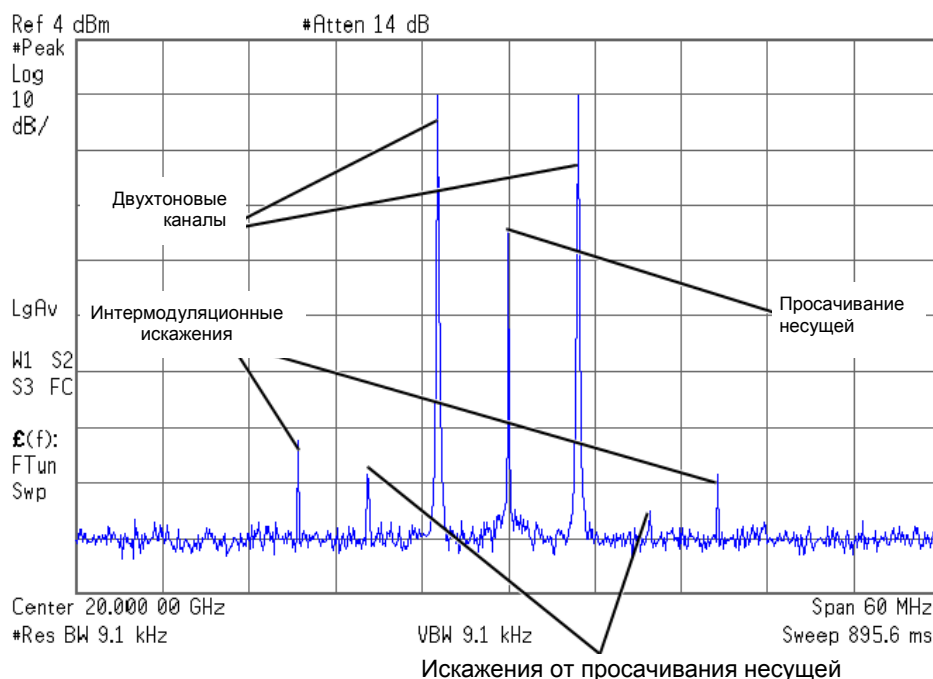


Рисунок 10-3

Минимизация просачивания несущей

Эта процедура показывает, как свести к минимуму просачивание несущей и измерить разность мощности между тонами и их продуктами интермодуляционных искажений. Просачивание несущей возникает только при симметричном расположении частот двухтоновых сигналов.

Эта процедура базируется на предыдущей процедуре.

1. Установите на анализаторе спектра фильтр промежуточной частоты для соответствия периоду развертки 100–200 мс. Это позволит вам наблюдать динамику просачивания несущей в процессе регулировки.
2. У генератора сигналов нажмите клавиши **I/Q > I/Q Adjustments > I/Q Adjustments Off On** и переведите режим в положение On.
3. Нажмите функциональную клавишу **I Offset** и вращайте поворотную ручку, наблюдая просачивание несущей на экране анализатора спектра. Изменение параметра **I Offset** в должном направлении позволяет уменьшить уровень просачивания несущей. Постарайтесь установить этот уровень как можно ниже.
4. Нажмите функциональную клавишу **Q Offset** и вращайте поворотную ручку для дальнейшего снижения уровня просачивания несущей.
5. Повторяйте операции по
6. пунктам 3 и 4, пока не будет достигнут наименьший возможный уровень просачивания несущей.
7. На анализаторе спектра вернитесь к прежней установке рабочей ширины полосы пропускания.
8. Включите усреднение сигнала.
9. Установите параметры маркера и поместите его на пик одного из двух тонов.

10. Установите параметры дельта-маркера и поместите его на пик соседнего продукта интермодуляционных искажений, который должен быть разнесен на 10 МГц с маркированным тоном.
11. Измерьте разность мощности между тоном и продуктом интермодуляционных искажений.

Отображение экране окажется аналогичным тому, что показано на рисунке ниже (Рисунок 10-4). Теперь оптимизированный двухтоновый сигнал можно применять для измерения интермодуляционных искажений у объекта испытаний.

Имейте в виду, что просачивание несущей изменяется с течением времени и зависит от температуры. Поэтому вам следует периодически подстраивать значения смещения I и Q для поддержания оптимального состояния сигнала.

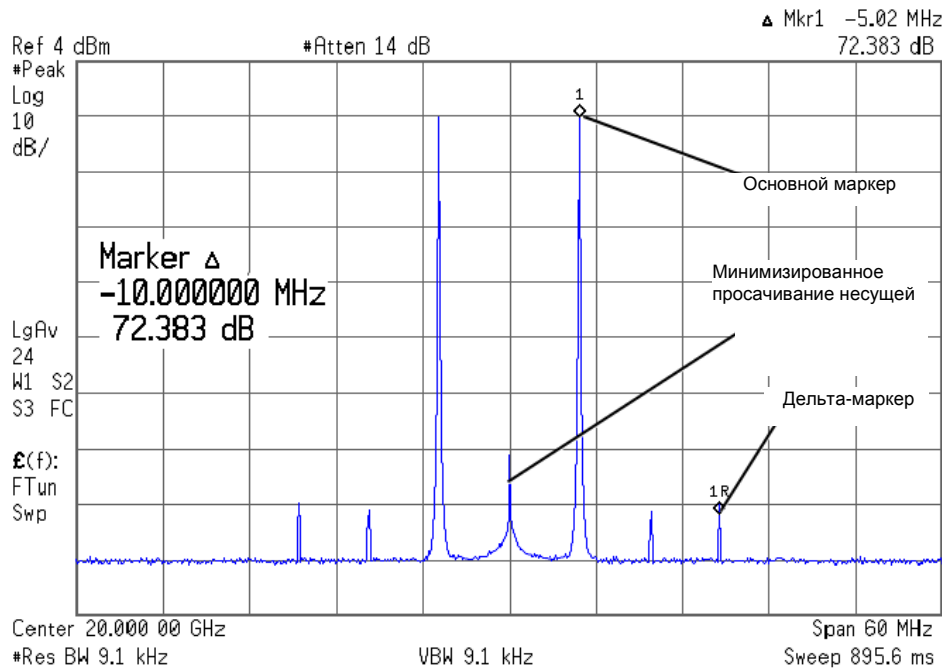


Рисунок 10-4

Изменение центрирования двухтонового сигнала

Эта процедура показывает, как сместить двухтоновый сигнал вправо или влево от центральной несущей частоты. Это устраняет просачивание несущей, когда частота одного из тонов совпадает с несущей частотой. Однако в этом случае помеха от зеркальной частоты может привести к небольшому искажению двухтонового сигнала.

Эта процедура базируется на предыдущей процедуре.

1. На генераторе сигналов нажмите клавиши **Mode Setup > Alignment Left Cent Right** на Left.
2. Нажмите клавишу **Apply Settings**, чтобы переформатировать сигнал.

ПРИМЕЧАНИЕ

Всякий раз при изменении установки параметра, когда работает двухтоновый генератор (клавиша **Two Tone Off On** установлена на On), вы должны активизировать изменение путем нажатия функциональной клавиши **Apply Settings**, прежде чем будет генерироваться обновленный сигнал. Когда вы активизируете изменение, генераторы модулирующих сигналов создают двухтоновый сигнал с использованием новых установок и заменяют существующий сигнал в памяти ARB.

3. На анализаторе спектра временно отключите усреднение сигнала, чтобы быстрее увидеть результат. Теперь вы должны увидеть спектр смещенного влево двухтонового сигнала, аналогичный тому, что показан на рисунке ниже (Рисунок 10-5).

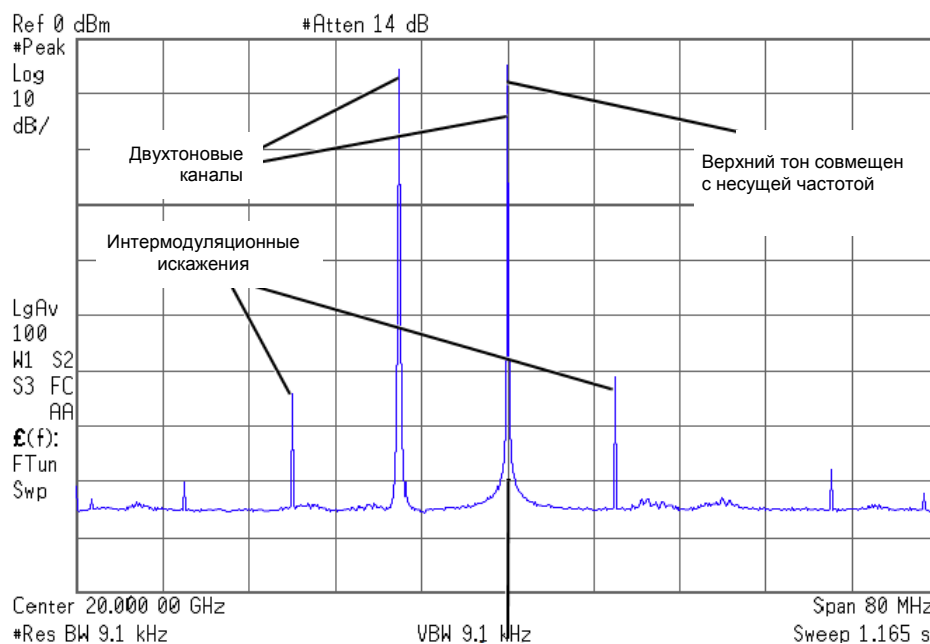


Рисунок 10-5

11 Генератор аддитивного белого гауссовского шума (AWGN)

В этой главе приведены примеры применения генератора аддитивного белого гауссовского шума (AWGN), который имеется только у векторных генераторов сигналов E8267D серии PSG с опцией 601 или 602 и опцией 403.

За дополнительной информацией обращайтесь к разделу «Добавление шума в реальном масштабе времени к модулирующему сигналу произвольной формы» на странице 96.

- «Конфигурирование генераторов AWGN» на странице 214

Конфигурирование генераторов AWGN

Функция генераторов AWGN доступна в режиме генераторов специальных сигналов произвольной формы и в режиме специальной I/Q-модуляции в реальном масштабе времени. Генератор AWGN можно сконфигурировать с пользовательской установкой таких параметров, как ширина шумовой полосы частот, длина расчетной выборки сигнала и начальное число шумовой последовательности.

- Ширина шумовой полосы частот (Bandwidth) – можно установить от 50 кГц до 15 МГц.
 - Длина расчетной выборки сигнала (Waveform Length) – длина шумовой формы сигнала в количестве выборок. Чем больше длина, тем выше статистическая верность формы шумовых сигналов.
 - Начальное число шумовой последовательности (Noise Seed) – можно выбрать случайное (random) или фиксированное (fixed) начальное число. Этот выбор определяет повторяемость данных шумовых сигналов (при выборе варианта fixed) или случайный их характер (при выборе варианта random).
- Когда активен генератор AWGN, на дисплее отображается вспомогательный индикатор **AWGN**.

Конфигурирование генераторов AWGN в режиме генераторов сигналов произвольной формы

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > More (1 of 2) > AWGN > Arb Waveform Generator AWGN**.
3. Нажмите клавиши **Bandwidth > 1.25 > MHz**.
4. Нажмите клавиши **Waveform Length > 131072**.
5. Нажмите клавишу **Noise Seed Fixed Random**, чтобы выделить Random.

Это конфигурирует сигнал AWGN со случайным начальным числом, с шириной шумовой полосы частот 1,25 МГц и с длиной формы сигнала 131072 бита.

Конфигурирование выхода ВЧ-сигнала

1. Установите частоту выходного ВЧ-сигнала на 500 МГц.
2. Установите амплитуду выходного сигнала на –10 дБм.
3. Нажмите клавишу **RF On/Off**.

Генерирование шумового сигнала

Нажмите клавишу **AWGN Off On**, чтобы выделить On.

Это генерирует сигнал AWGN с параметрами, заданными в предыдущей процедуре. Во время генерирования этого сигнала на дисплее отображаются вспомогательные индикаторы **AWGN** и **I/Q**, и сигнал AWGN сохраняется во временной (энергозависимой) памяти. Теперь этот шумовой сигнал модулирует ВЧ-несущую.

Конфигурирование генераторов AWGN в режиме I/Q-модуляции в реальном масштабе времени

1. Нажмите клавишу **Preset**.
2. Нажмите клавиши **Mode > More (1 of 2) > AWGN > Real Time I/Q Baseband AWGN**.
3. Нажмите клавиши **Bandwidth > 10 > MHz**.

Конфигурирование выхода ВЧ-сигнала

1. Установите частоту выходного ВЧ-сигнала на 500 МГц.
2. Установите амплитуду выходного сигнала на -10 дБм.
3. Нажмите клавишу **RF On/Off**.

Генерирование шумового сигнала

Нажмите клавишу **AWGN Off On**, чтобы выделить On.

Это генерирует сигнал AWGN с параметрами, заданными в предыдущей процедуре. Во время генерирования этого сигнала на дисплее отображаются вспомогательные индикаторы **AWGN** и **I/Q**. Теперь этот шумовой сигнал модулирует ВЧ-несущую.

12 Периферийные устройства

В этой главе содержится информация о периферийных устройствах, которые применяются с генераторами сигналов серии PSG. В следующих разделах описан модуль интерфейса цифровых сигналов N5102 Baseband Studio и модули источников миллиметровых волн.

Модуль интерфейса цифровых сигналов N5102A:

- [«Синхронизация» на странице 217](#)
- [«Присоединение источника сигнала синхронизации и объекта измерений» на странице 226](#)
- [«Типы данных» на странице 227](#)
- [«Работа с модулем N5102A в режиме вывода» на странице 228](#)

Модули источников миллиметровых волн:

- [«Применение модулей источников миллиметровых волн » на странице 243](#)
- [«Другие модули источников миллиметровых волн» на странице 245](#)

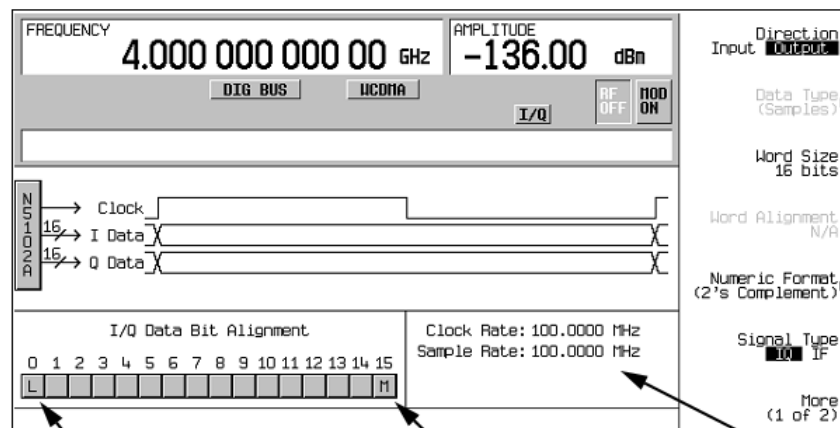
Модуль интерфейса цифровых сигналов N5102A

Синхронизация

В этом разделе описано, как обеспечивается синхронизация (тактирование) цифровых данных. Здесь представлена информация о стробирующих тактовых сигналах и приведены временные диаграммы для различных вариантов конфигурации портов (последовательная, параллельная или параллельная перемежающаяся передача данных). Все установки параметров для модуля интерфейса доступны через пользовательский интерфейс генераторов сигналов.

Частота синхронизации и частота выборок

Выборка (Sample) представляет собой группу битов, причем размер выборки устанавливается с помощью функциональной клавиши **Word Size**. Сигнал синхронизации, который называют также сигналом тактирования (Clock), представляет собой сигнал, который указывает, когда именно действительны биты выборки (т.е. не находятся в состоянии переключения). Значения частоты синхронизации и частоты выборок индицируются на функциональных клавишах меню первого уровня и меню установки параметров данных. Частота синхронизации обычно совпадает с частотой выборок. Эти значения разнятся, когда выбран режим последовательной передачи данных или, когда на каждую выборку приходится несколько тактовых импульсов.



Самый младший двоичный разряд

Частота синхронизации и частота выборок

Самый старший двоичный разряд

Рисунок 12-1. Меню установки параметров данных для конфигурации параллельного порта

Частоту синхронизации модуля N5102A устанавливают с помощью функциональной клавиши **Clock Rate** в диапазоне от 1 кГц до 400 МГц. Частота выборок вычисляется автоматически и имеет диапазон значений от 1 кГц до 100 МГц. Эти диапазоны могут ограничиваться типом логики, параметрами данных и конфигурацией тактирования.

Максимальные значения частоты синхронизации

Максимальная частота синхронизации модуля N5102A зависит от типа логики и типа сигнала. В таблицах 12-1 и 12-2 (Таблица 12-1 и Таблица 12-2) представлены гарантированные и максимальные значения частоты синхронизации для различных типов логики и сигнала. Обратите внимание на то, что LVDS в режиме вывода с использованием сигнала IF является единственным типом логики, для которого совпадают гарантированные и максимальные значения частоты синхронизации.

Таблица 12-1. Гарантированные и максимальные значения частоты синхронизации при параллельном выводе

Тип логики	Гарантированная частота синхронизации с сохранением уровня		Максимальная частота синхронизации (тип.)	
	Сигнал типа IQ	Сигнал типа IF ^{a)}	Сигнал типа IQ	Сигнал типа IF
LVTTL и CMOS	100 МГц	100 МГц	150 МГц	150 МГц
LVDS	200 МГц	400 МГц	400 МГц	400 МГц

а) Сигнал типа IF невозможен для конфигурации последовательного порта.

Таблица 12-2. Гарантированные и максимальные значения частоты синхронизации при параллельном вводе

Тип логики	Гарантированная частота синхронизации с сохранением уровня	Максимальная частота синхронизации (тип.)
LVTTL и CMOS	100 МГц	100 МГц
LVDS	100 МГц	400 МГц

При превышении гарантированной частоты синхронизации может возникать деградация уровней сигнала, однако при этом сохраняется работоспособность.

Частота синхронизации в конфигурации последовательного порта

Для конфигурации последовательного порта нижний предел частоты синхронизации определяется размером слова (размер слова и размер выборки – в данном случае синонимы), в то время как верхний предел частоты синхронизации остается постоянным на уровне 150 МГц для логики типа LVTTL и CMOS или 400 МГц для логики типа LVDS.

Для частоты выборок справедливо обратное правило. Сохраняется значение нижнего предела частоты выборок (слов) на уровне 1 кГц, в то время как верхний предел частоты выборок зависит от размера слов. Например, 5-битовая выборка для логики типа LVTTL или CMOS в последовательном режиме накладывает следующие ограничения:

- частота синхронизации от 5 кГц до 150 МГц
- частота выборок от 1 кГц до 30 МГц

Значения частоты выборок в последовательном режиме указаны в таблицах 12-3 и 12-4 (Таблица 12-3 и Таблица 12-4).

Таблица 12-3. Частота синхронизации для последовательного вывода

Тип логики	Мин. частота синхронизации	Макс. частота синхронизации
LVDS	1 x (размер слова) кГц	400 МГц
LVTTL и CMOS	1 x (размер слова) кГц	150 МГц

Таблица 12-4. Частота синхронизации для последовательного ввода

Тип логики	Тип данных	Мин. частота	Макс. частота
LVDS	Выборки	1 x (размер слова) кГц	400 МГц
	Выборки до фильтра FIR	1 x (размер слова) кГц	Меньшее из значений: 50 ^{a)} x (размер слова) МГц или 400 МГц
LVTTL и CMOS	–	1 x (размер слова) кГц	150 МГц

а) Максимальная частота выборок зависит от выбранного фильтра, когда данные относятся к типу «выборки до фильтра FIR». За дополнительной информацией обращайтесь к [разделу «Конфигурирование выхода ВЧ-сигнала» на странице 214](#).

Частота синхронизации в параллельной и в параллельной перемежающейся конфигурации порта

Параллельная и параллельная перемежающаяся конфигурация порта накладывают другие ограничения на частоту синхронизации и частоту выборок:

- тип логики
- выбор количества тактовых импульсов на выборку (clocks/sample)
- тип цифрового сигнала IQ или IF

Количество тактовых импульсов на выборку представляет собой отношение частоты синхронизации к частоте выборок. Для сигналов типа IQ этот фактор уменьшает частоту выборок, когда значение выборки превышает 1. Для сигналов типа IF или входных сигналов фактор clocks/sample всегда установлен на 1. ([Таблица 12-5](#)).

Таблица 12-5. Частота синхронизации для параллельного и перемежающегося параллельного вывода

Тип логики	Тип сигнала	Мин. частота синхронизации	Макс. частота синхронизации
LVDS	IQ	1 x (clocks/sample) кГц	Меньшее из значений: 100 x (clocks/sample) МГц или 400 МГц
	IF	4 кГц	400 МГц
Другой	IQ	1 x (clocks/sample) кГц	Меньшее из значений: 100 x (clocks/sample) МГц или 150 МГц
	IF	4 кГц	150 МГц

Для режима ввода максимальная частота синхронизации ограничивается следующими факторами ([Таблица 12-6](#)):

- размер выборки
- тип данных
- фильтр для выборок до фильтра FIR

Таблица 12-6. Частота синхронизации для параллельного и перемежающегося параллельного ввода

Тип логики	Тип данных	Мин. частота синхронизации	Макс. частота синхронизации
–	Выборки	1 кГц	100 МГц
	Выборки до фильтра FIR	1 кГц	50 МГц ^{a)}

а) Максимальная частота выборок зависит от выбранного фильтра, когда данные относятся к типу «выборки до фильтра FIR». За дополнительной информацией обращайтесь к [разделу «Конфигурирование выхода ВЧ-сигнала» на странице 214](#).

Источник сигнала синхронизации

Источник сигнала синхронизации для модуля N1502A обеспечивается одним из способов в следующих вариантах выбора:

- Internal – сигнал синхронизации генерируется внутри модуля (требуется внешний источник опорной частоты)
- External – внешний сигнал синхронизации, подаваемый через соединитель Ext Clock In
- Device – внешний сигнал синхронизации, подаваемый через соединитель Device Interface

Источник сигнала синхронизации выбирают с использованием экрана модуля N1502A на дисплее генераторов сигналов (см. [Рисунок 12-2](#)).

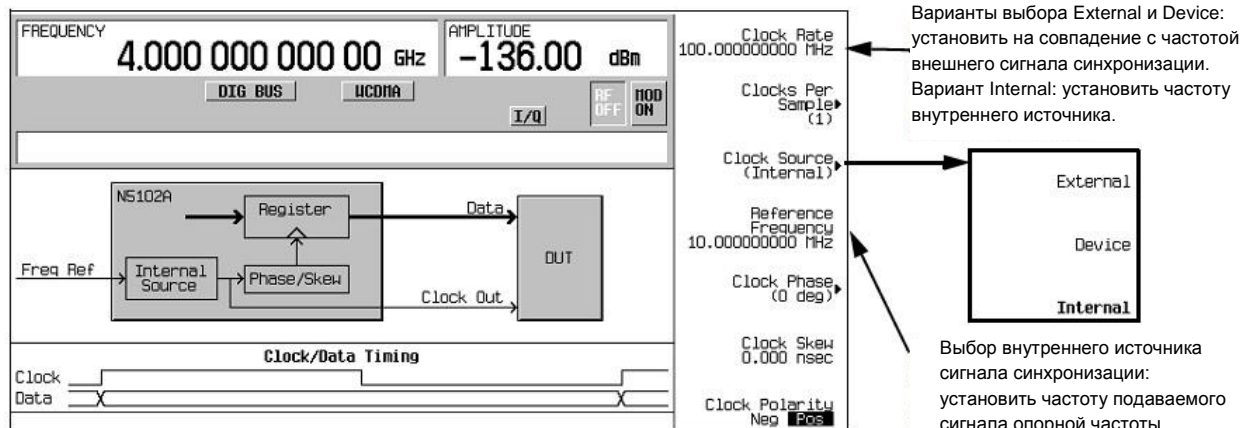


Рисунок 12-2. Выбор источника сигнала синхронизации

Когда вы выбираете источник сигнала синхронизации, вы должны указать модулю N1502A частоту сигнала синхронизации с помощью функциональной клавиши **Clock Rate**. В режиме внутреннего источника сигнала синхронизации пользуйтесь этой функциональной клавишей для установки частоты внутреннего сигнала синхронизации. Для источников External и Device эта функциональная клавиша должна отображать частоту подаваемого сигнала синхронизации.

Когда выбран внутренний (Internal) источник сигнала синхронизации, на соединитель Freq Ref должен подаваться сигнал опорной частоты. Частоту этого сигнала необходимо указать с помощью функциональной клавиши **Reference Frequency**, если текущая установка не соответствует частоте этого сигнала.

Выбранный источник сигнала синхронизации обеспечивает выходной сигнал синхронизации модуля интерфейса на соединителях Clock Out и Device Interface.

Общий источник опорной частоты

Гибкость системы синхронизации модуля интерфейса цифровых сигналов обеспечивает возможность установки произвольной частоты синхронизации для объекта измерений. В общем случае частота синхронизации внутри генераторов серии PSG отличается от частоты синхронизации модуля интерфейса, поэтому этот модуль производит преобразование частоты. Важным аспектом этого преобразования является необходимость иметь точную информацию о частоте синхронизации во избежание потери данных. Модуль полагается на относительную, а не на абсолютную точность частоты синхронизации, которая должна обеспечиваться за счет применения одной опорной частоты для всех сигналов синхронизации, действующих в измерительной системе. Это может быть реализовано разными способами (см. пять блок-схем [Рисунок 12-3](#)), однако независимо от выбранного способа должна использоваться одна и та же базовая опорная частота как в генераторах сигналов, так и в объекте измерений.

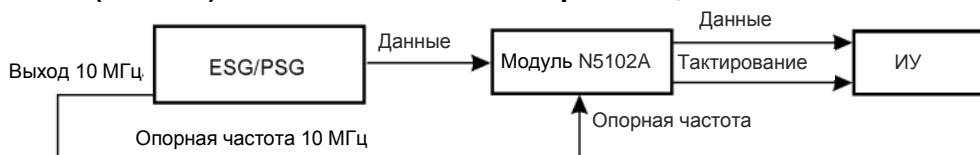
Соединители сигнала опорной частоты у генераторов серии PSG

Сигнал опорной частоты может подаваться на один из соединителей на задней панели генераторов серии PSG:

- 10 MHz IN
- BASEBAND GEN REF IN

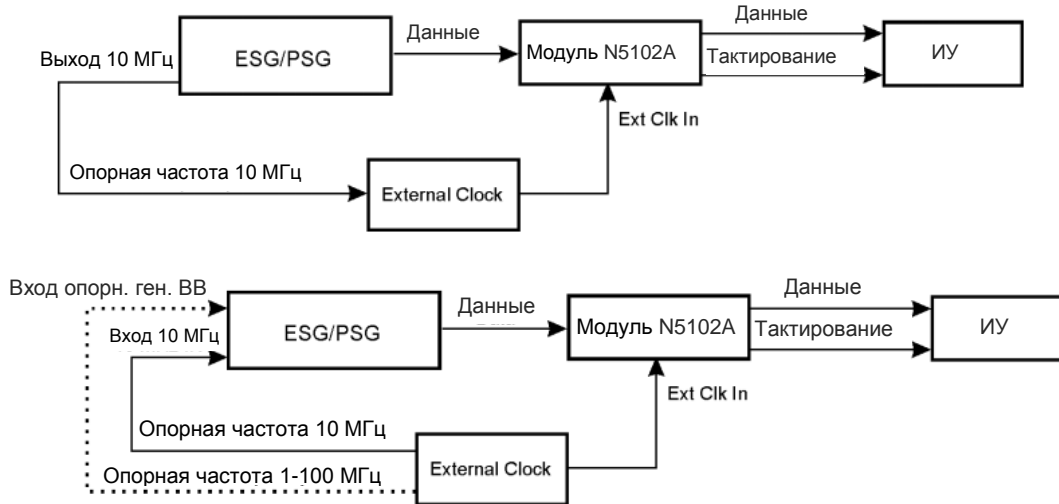
Соединитель BASEBAND GEN REF IN принимает сигнал опорной частоты в диапазоне от 1 МГц до 100 МГц. Если внешний (External) источник сигнала синхронизации или собственный источник сигнала синхронизации объекта измерений (Device) не может обеспечивать или воспринимать опорную частоту, то на этот соединитель можно подать сигнал синхронизации и использовать его в качестве сигнала опорной частоты.

Всякий раз, когда на соединитель BASEBAND GEN REF IN подается внешний сигнал синхронизации или сигнал опорной частоты, необходимо ввести частоту этого сигнала в текущий формат модуляции генераторов сигналов. За информацией о соответствующих функциональных клавишах и полях для ввода значения частоты подаваемого сигнала синхронизации или опорной частоты обращайтесь к документу *Keysight PSG Signal Generators Key Reference (Справочник по клавишам)*.

Внутренний (Internal) источник сигнала синхронизации**Сигнал синхронизации (Device) от объекта измерений (DUT)****ПРИМЕЧАНИЕ**

Пользуйтесь только одним из двух входов сигнала опорной частоты у генераторов сигналов.

Внешний (External) источник сигнала синхронизации



ПРИМЕЧАНИЕ

Пользуйтесь только одним из двух входов сигнала опорной частоты у генераторов сигналов.

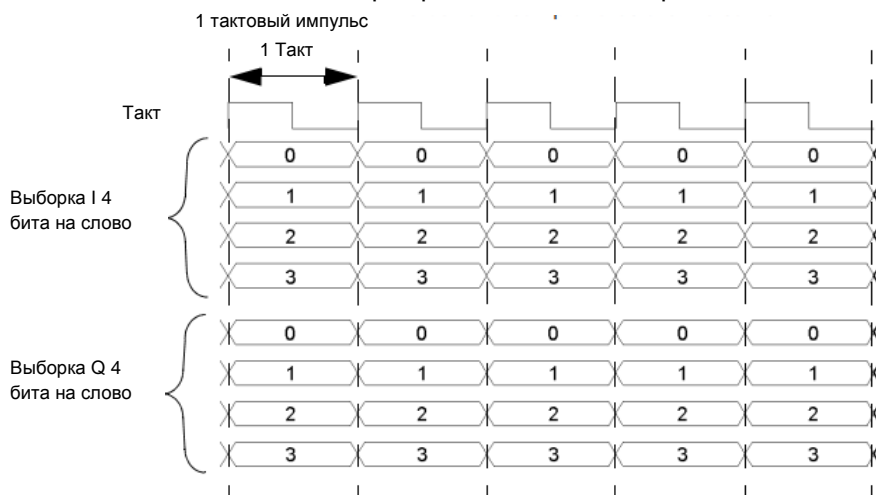
Рисунок 12-3. Варианты подачи опорной частоты для сигнала синхронизации модуля N5102A

Синхронизация тактовых импульсов для параллельных данных

Некоторые компоненты требуют нескольких тактовых импульсов в течение периода одной выборки. (Период выборки включает в себя выборку I и Q). Для параллельной передачи данных вы можете выбрать один, два или четыре тактовых импульса на каждую выборку. При количестве тактовых импульсов на выборку (clocks/sample) > 1 выборки I и Q поддерживаются постоянными для адаптации к дополнительным периодам тактирования. Это уменьшает частоту выборок относительно частоты синхронизации в (clocks/sample) раз. Например, когда выбрано значение (clocks/sample) = 4, частота выборок уменьшается в 4 раза. Рисунок 12-4 показывает синхронизацию тактовых импульсов для разных вариантов выбора соотношения (clocks/sample). Отношение (clocks/sample) всегда равно 1 в режиме ввода.

1 тактовый импульс на выборку

Частота выборок равна частоте синхронизации



2 тактовых импульса на выборку

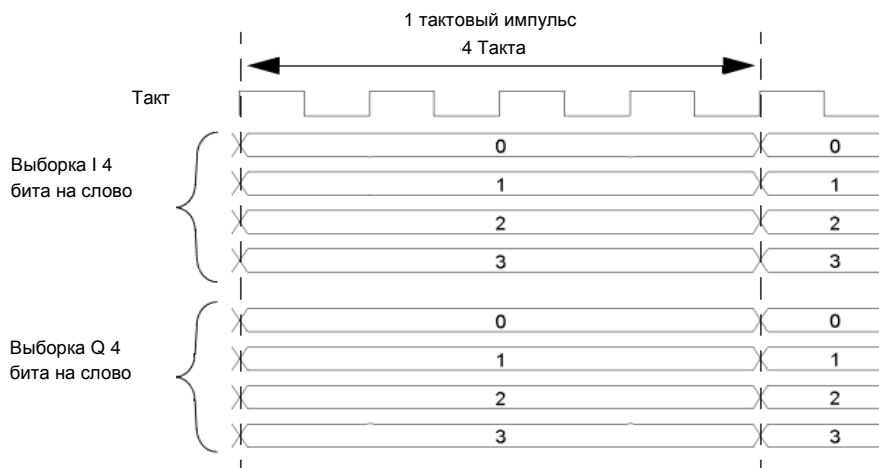
Частота выборок вдвое меньше частоты синхронизации



Рисунок 12-4. Синхронизация тактовых импульсов и выборок для конфигурации параллельного порта

4 тактовых импульса на выборку

Частота выборок в четыре раза меньше частоты синхронизации



Синхронизация тактовых импульсов для параллельных перемежающихся данных

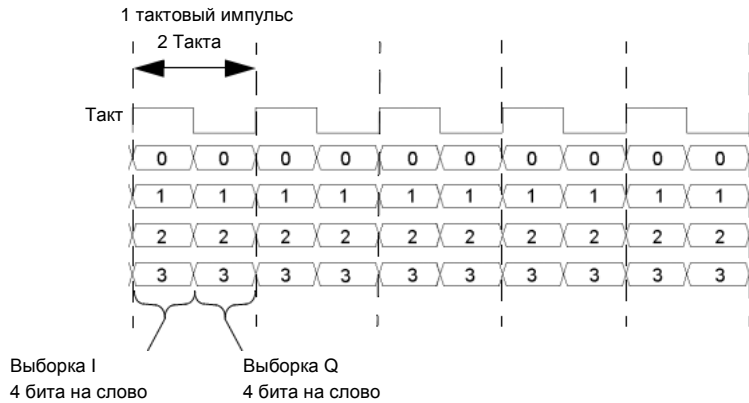
Модуль N5102A обеспечивает возможность чередования выборок цифровых сигналов I и Q. Существует два варианта чередования:

- IQ, когда сначала передается выборка I
- QI, когда сначала передается выборка Q

Когда выбран режим параллельной перемежающейся передачи данных, все выборки передаются по линиям данных I. Это обеспечивает эффективную передачу того же количества выборок во время периода выборки по вдвое меньшему количеству линий данных по сравнению с неперемежающимися выборками. (Период выборки содержит выборку I и Q). Количество тактовых импульсов на выборку (clocks/sample) остается действительным параметром для параллельной перемежающейся передачи и создает снижение частоты выборок относительно частоты синхронизации. Выбор параметра clocks/sample определяет степень этого снижения. Рисунок 12-5 показывает синхронизацию тактовых импульсов при разных вариантах выбора отношения (clocks/sample) для конфигурации параллельного порта перемежающихся данных IQ с использованием размера слов 4 бита и с синхронизацией тактовых импульсов относительно выборок I и Q. Для конфигурации параллельного порта перемежающихся данных QI просто меняются местами позиции выборок I и Q. Отношение (clocks/sample) всегда равно 1 в режиме ввода.

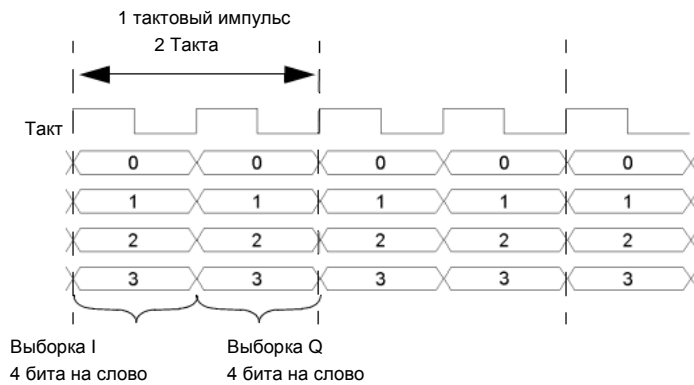
1 тактовый импульс на выборку

Выборка I передается по одному перепаду сигнала синхронизации, а выборка Q – по-другому перепаду. Частота выборок равна частоте синхронизации.



2 тактовых импульса на выборку

Выборка I передается в течение одного периода сигнала синхронизации, а выборка Q – в течение второго периода. Частота выборок вдвое меньше частоты синхронизации.



4 тактовых импульса на выборку

Выборка I передается в течение первых двух периодов сигнала синхронизации, а выборка Q – в течение вторых двух периодов. Частота выборок в четыре раза меньше частоты синхронизации.

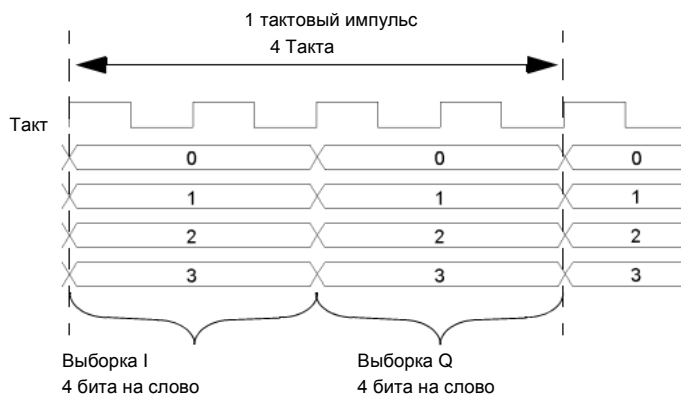


Рисунок 12-5. Синхронизация тактовых импульсов и выборок для конфигурации параллельного порта перемежающихся данных IQ

Синхронизация тактовых импульсов для последовательных данных

Рисунок 12-6 показывает синхронизацию тактовых импульсов для конфигурации последовательного порта. Обратите внимание на то, что последовательная передача содержит кадровые импульсы, которые маркируют начало каждой выборки, в то время как тактовые импульсы обозначают начало каждого бита. При последовательной передаче частота синхронизации равна скорости передачи битов, но частота выборок зависит от количества битов на слово, которое задается с помощью функциональной клавиши **Word Size**. Количество битов на слово – это то же самое, что количество битов на выборку.

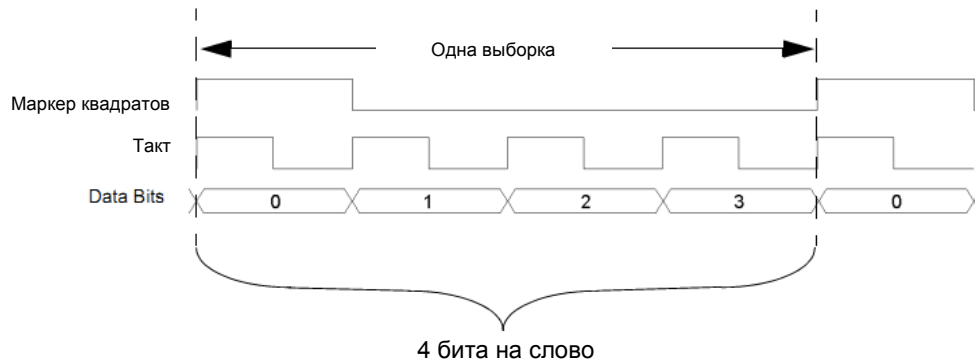


Рисунок 12-6. Синхронизация тактовых импульсов для конфигурации последовательного порта

Синхронизация тактовых импульсов для подстройки фазы и задержки

Модуль N5102A обеспечивает возможность подстройки фазы и задержки (skew) тактовых импульсов относительно сигнала данных для совмещения синхронизации с действительной частью данных. Фаза может устанавливаться с разрешением 90° (варианты выбора 0° , 90° , 180° и 270°) для частоты синхронизации от 10 МГц до 200 МГц или с разрешением 180° (варианты выбора 0° и 180°) для частоты синхронизации ниже 10 МГц и выше 200 МГц.

Задержка отображается в наносекундах с максимальным диапазоном ± 5 нс (максимум ± 127 дискретных ступеней). Как диапазон изменения задержки, так и количество дискретных ступеней зависят от частоты синхронизации. Диапазон изменения задержки уменьшается по мере увеличения частоты синхронизации и увеличивается по мере уменьшения частоты синхронизации. Максимальный диапазон изменения задержки достигается при частоте синхронизации около 99 МГц и сохраняется при уменьшении частоты синхронизации до 25 МГц. Подстройка задержки невозможна при частоте синхронизации ниже 25 МГц.

Размер дискретной ступени вычисляется по формуле: $1 / (256 \times \text{частота синхронизации})$

Количество дискретных ступеней, необходимое для достижения максимального диапазона изменения задержки, уменьшается на относительно низких частотах. Например, при частоте синхронизации 50 МГц 127 ступеней превышали бы максимальный диапазон изменения задержки ± 5 нс, поэтому реальное количество ступеней получается меньше, чем 127.

Рисунок 12-7 демонстрирует пример подстройки фазы и задержки. Здесь показан исходный сигнал синхронизации относительно сигнала данных и его изменение после подстройки фазы и задержки. Обратите внимание на то, что подстройка задержки добавляется к установке фазы.



Рисунок 12-7. Подстройка фазы и задержки сигнала синхронизации

Присоединение источника сигнала синхронизации и объекта измерений

Рисунок 12-3 иллюстрирует существует целый ряд способов обеспечения общей опорной частоты для компонентов измерительной системы (генераторы серии PSG, модуль N5102A и объект измерений). **Рисунок 12-8** показывает пример измерительной системы, в которой генераторы сигналов обеспечивают общую опорную частоту, а модуль N5102A подает сигнал синхронизации на объект измерений.

За подробной информацией о соединениях интерфейса устройств (Device Interface) обращайтесь к *Руководству по установке модуля интерфейса цифровых сигналов N5102A (N5102A Digital Signal Interface Module Installation Guide)*.

ВНИМАНИЕ!

Соединитель Device Interface на интерфейсном модуле работает с высокоскоростными цифровыми данными. Во избежание повреждений применяйте меры защиты от статического электричества при выполнении соединений.

ПРИМЕЧАНИЕ

При загрузке микропрограммы в генераторы сигналов необходимо отсоединить кабель цифровой шины и цифровой модуль.

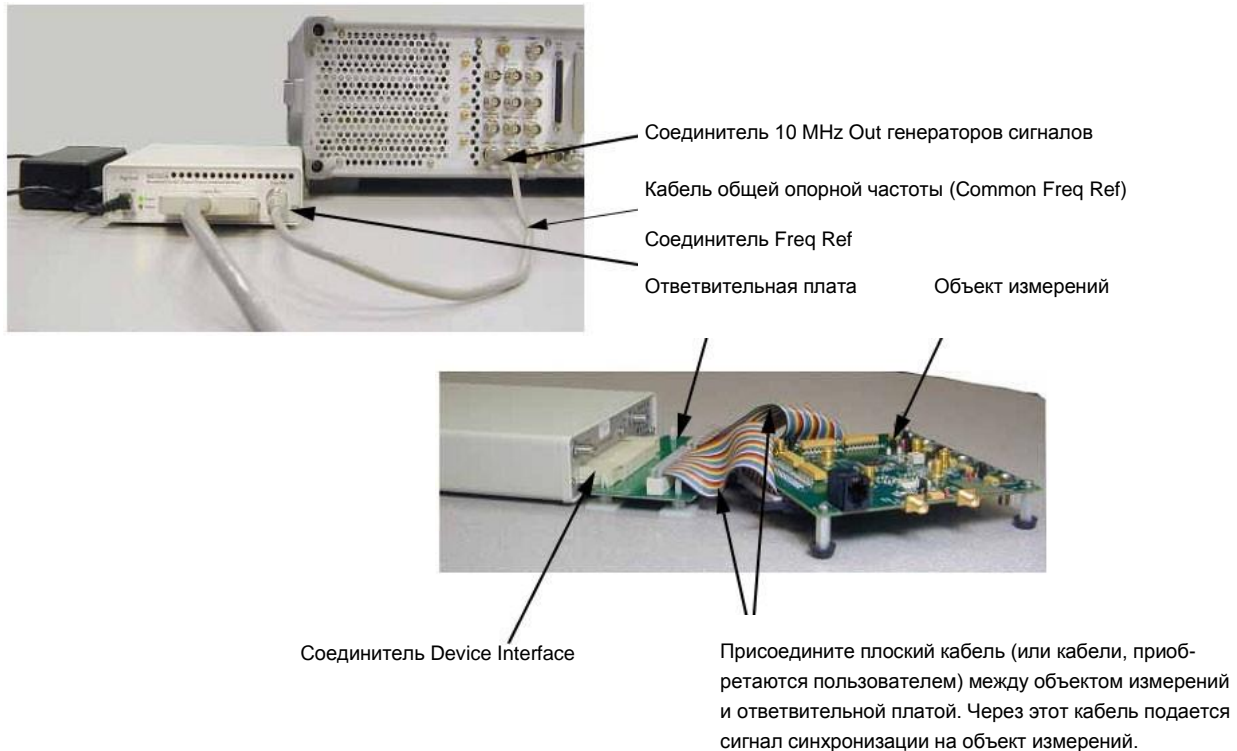


Рисунок 12-8. Пример измерительной системы, использующей источник опорной частоты 10 МГц генераторов сигналов серии PSG

1. См. [Рисунок 12-3](#) и соответствующим образом присоедините кабель сигнала опорной частоты к источнику синхронизации.
2. Если применяется внешний источник синхронизации, присоедините кабель от этого источника к соединителю Ext Clock In на интерфейсном модуле.
3. Выберите ответвительную плату (break-out board), которая имеет подходящий для данного применения выходной соединитель. За информацией об ответвительных платах обращайтесь к *Руководству по установке модуля интерфейса цифровых сигналов N5102A (N5102A Digital Signal Interface Module Installation Guide)*.

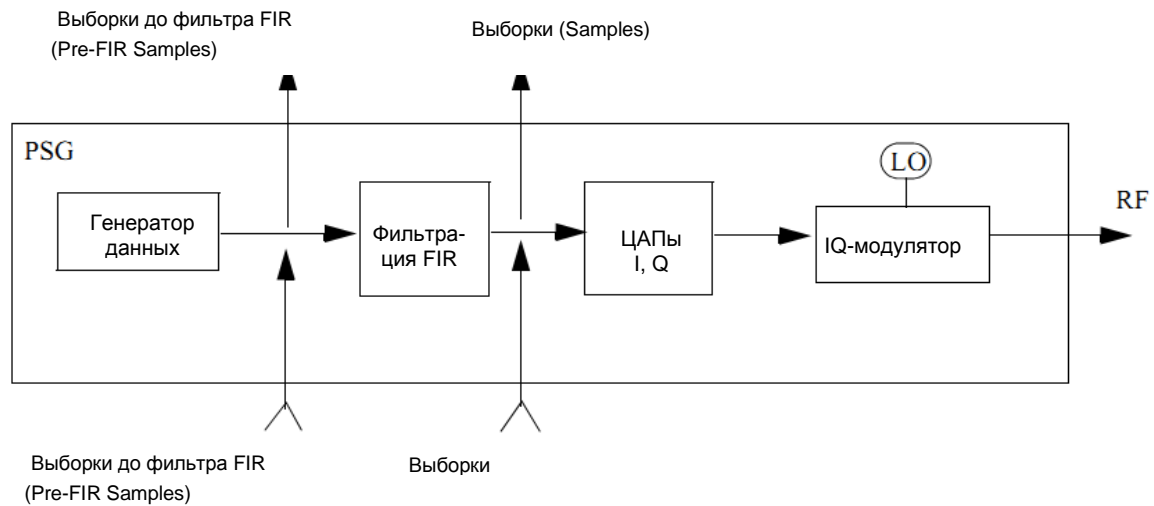
ПРИМЕЧАНИЕ

Если с объектом измерений применяется ответный соединитель Device Interface ([Рисунок 12-8](#)) для присоединения соединителя Device Interface и присоединения объекта измерений к интерфейсному модулю. Затем переходите к выполнению процедур, описанных в [разделе «Типы данных»](#) или в [разделе «Работа с модулем N5102A в режиме вывода»](#).

4. См. [Рисунок 12-8](#). Присоедините ответвительную плату к соединителю Device Interface модуля N5102A.
5. Присоедините объект измерений к ответвительной плате. За информацией о присоединении ответвительной платы обращайтесь к *Руководству по установке модуля интерфейса цифровых сигналов N5102A (N5102A Digital Signal Interface Module Installation Guide)*.

Типы данных

На следующей блок-схеме показаны условные узлы ввода данных в процесс генерирования сигнала генераторами серии PSG в режиме ввода и точки вывода данных в режиме вывода.



Режим вывода

При использовании формата ARB типом данных всегда являются выборки (Samples), и к выборкам данных не применяется никакая фильтрация. Для форматов модуляции в реальном масштабе времени выбор Samples в качестве типа данных посылает профильтрованные выборки на цифровой модуль с частотой от 50 до 100 МГц. Выбор Pre-FIR Samples в качестве типа данных посылает на цифровой модуль непрофильтрованные выборки с частотой, равной частоте выборок у данного формата.

Режим ввода

Когда в качестве типа данных выбран вариант Samples, то выборки данных, проходящие через цифровой модуль, вводятся в точке, которая обходит процесс фильтрации. Если выбран вариант Pre-FIR Samples, то выборки данных вводятся до процесса фильтрации. Максимальная частота выборок определяется выбранным фильтром (Таблица 12-7). Функциональная клавиша **Filter** обеспечивает доступ к меню, которое позволяет вам установить нужные параметры фильтрации.

Таблица 12-7. Максимальная частота выборок для выбранного фильтра

Фильтр	Макс. частота выборок
Gaussian; Nyquist; Root Nyquist; Rectangle; Edge; UN3/4 GSM Gaussian; IS-95; IS 95 w/EQ	50 МГц
IS-95 Mod; IS 95 Mod w/EQ	25 МГц
APCO 25 C4FM	12,5 МГц

Работа с модулем N5102A в режиме вывода

В этом подразделе показано, как установить параметры для модуля N5102A (опция 003) в режиме вывода с помощью клавиш на передней панели генераторов сигналов. Описание каждой процедуры сопровождается рисунком, показывающим структуру меню функциональных клавиш для выполняемой функции интерфейсного модуля.

Установка данных модуляции у генераторов сигналов

Модуль интерфейса цифровых сигналов принимает данные от источника модулирующих сигналов и выводит цифровой сигнал IQ или IF применительно к выбранному типу логики. Поскольку генераторы серии PSG обеспечивают данные модуляции, то первой процедурой в работе с интерфейсным модулем является конфигурирование генераторов серии PSG с использованием одного из форматов модуляции в реальном масштабе времени или формата ARB или с воспроизведением занесенного в память файла с использованием сдвоенного проигрывателя сигналов произвольной формы (Dual ARB Player). Обращайтесь к соответствующим разделам данного Руководства за информацией об установке параметров модулирующих сигналов в реальном масштабе времени или в формате ARB.

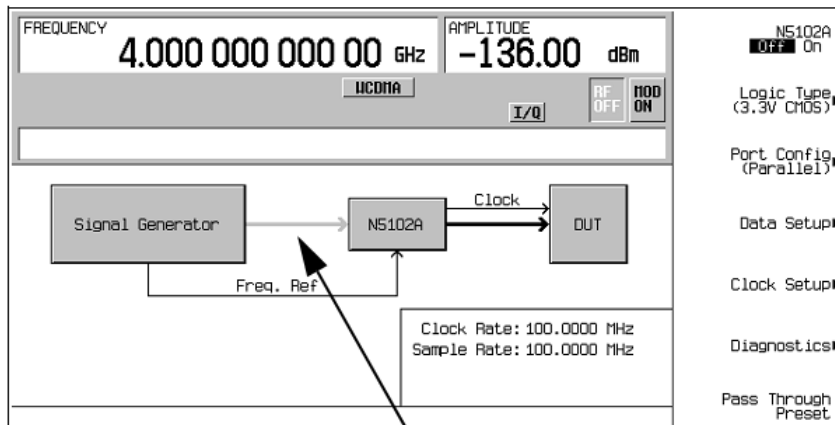
1. Нажмите клавишу **Preset** на передней панели генераторов сигналов.

2. Выберите формат модуляции (TDMA, Custom и т.д.).
3. Включите формат модуляции.

Обращение к пользовательскому интерфейсу модуля N5102A

Нажмите клавиши **Aux Fctn > N5102A Interface**.

Это обеспечивает доступ к пользовательскому интерфейсу (меню функциональных клавиш первого уровня) (Рисунок 12-9), который используется для конфигурирования модуля интерфейса цифровых сигналов. Обратите внимание на блок-схему на дисплее серии PSG, на которой показана система, в которой модуль N5102A генерирует собственный внутренний сигнал синхронизации. Эта блок-схема видоизменяется, отображая текущий выбор источника синхронизации.



Эта линия отображается серым цветом, пока не будет включен интерфейсный модуль N5102A

Рисунок 12-9. Меню функциональных клавиш первого уровня

Выбор типа логики и конфигурации порта

1. Нажмите функциональную клавишу **Logic Type** (см. Рисунок 12-10).

Из этого меню выберите тип логики.

ВНИМАНИЕ!

Изменение типа логики может привести к увеличению или уменьшению уровня напряжения, поступающего на объект измерений. Во избежание повреждения объекта измерений и/или модуля N5102A проследите за тем, чтобы оба эти устройства были способны обрабатывать это изменение напряжения.

2. Выберите тип логики, который требуется для объекта измерений.

Каждый раз при изменении типа логики появляется предупредительное сообщение и функциональная клавиша, требующая подтверждения.

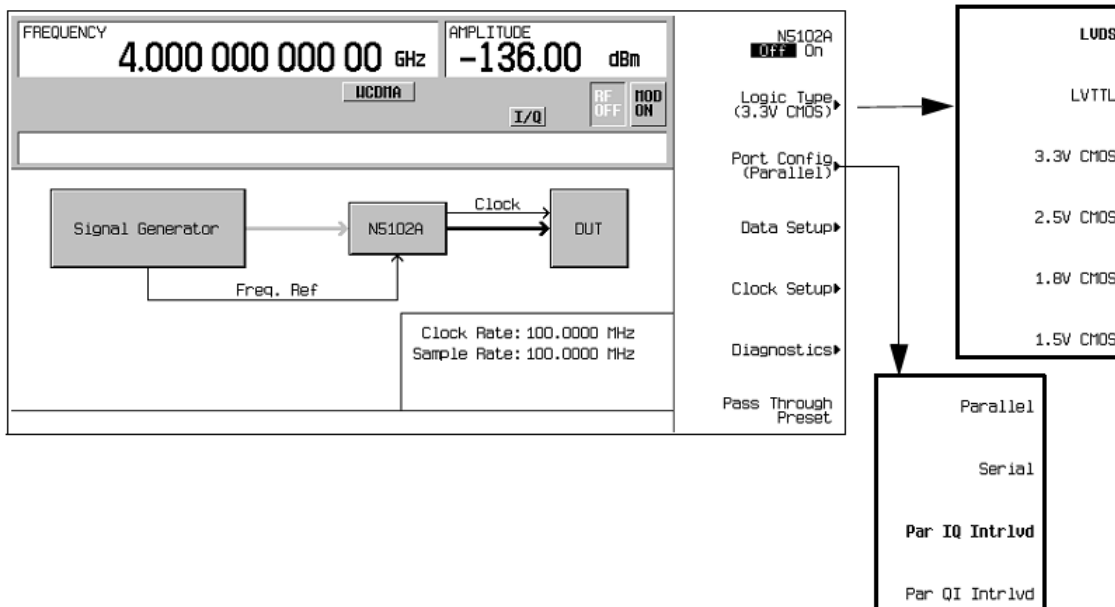


Рисунок 12-10. Меню функциональных клавиш выбора логики и конфигурации порта

3. Нажмите функциональную клавишу **Port Configuration** (см. Рисунок 12-10).

В этом меню выберите последовательную (Serial), параллельную (Parallel) или параллельную перемежающуюся (Par Interleaved) передачу данных.

ПРИМЕЧАНИЕ

В меню функциональных клавиш установки параметров данных и синхронизации активны только те функциональные клавиши, которые относятся к данной конфигурации. Функциональные клавиши, выделенные серым, недоступны для текущей настройки. Обращайтесь к справочному тексту, чтобы определить, какой параметр делает функциональную клавишу недоступной. Чтобы получить справочную информацию, нажмите аппаратную клавишу **Help**, затем нажмите недоступную функциональную клавишу.

4. Выберите конфигурацию порта для объекта измерений.

Выбор режима вывода

Нажмите клавиши **Data Setup > Direction Input Output** на Output.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если опция 003 является единственной установленной опцией, то функциональная клавиша выбора направления будет недоступной, и будет действовать только режим вывода. Когда установлены обе опции (опция 003 – режим вывода и опция 004 – режим ввода), то по умолчанию принят режим вывода.

Выбор параметров данных

Эта процедура сопровождает вас по меню установки параметров данных. Здесь, как правило, не упоминаются функциональные клавиши, назначение которых не требует пояснений (например, функциональная клавиша **Word Size**). За подробным описанием всех функциональных клавиш обращайтесь к документу *Keysight PSG Signal Generators Key Reference (Справочник по клавишам)*.

1. Нажмите функциональную клавишу **Data Setup** (см. Рисунок 12-19).

Это меню функциональных клавиш обеспечивает доступ к различным параметрам, которые управляют данными, принимаемыми от объекта измерений. В области состояния на дисплее индицируется количество линий данных, используемых для данных I и Q, вместе с позицией тактовых импульсов (clock) относительно данных. Когда выбрана параллельная или параллельная перемежающаяся конфигурация порта, указанное количество линий данных равно размеру слова (выборки). При последовательной конфигурации порта отображается лишь одна линия данных I и одна линия данных Q наряду с маркером кадров, который обозначает начало выборки.

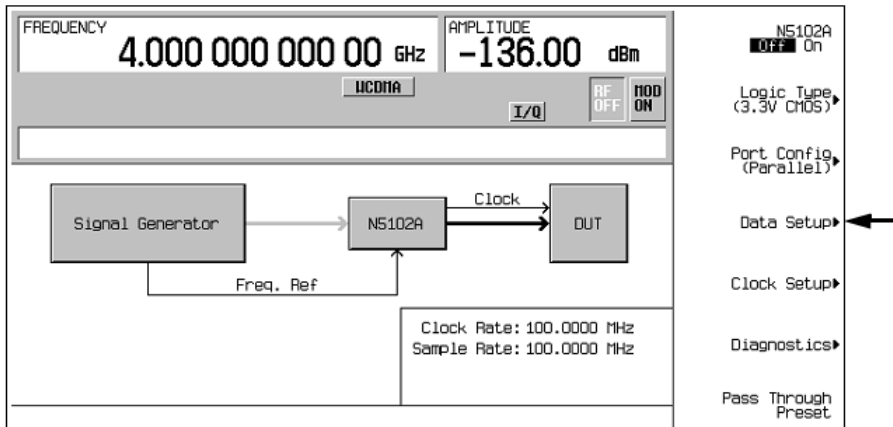


Рисунок 12-11. Местонахождение меню установки параметров данных

Структура меню установки параметров данных (Рисунок 12-12).

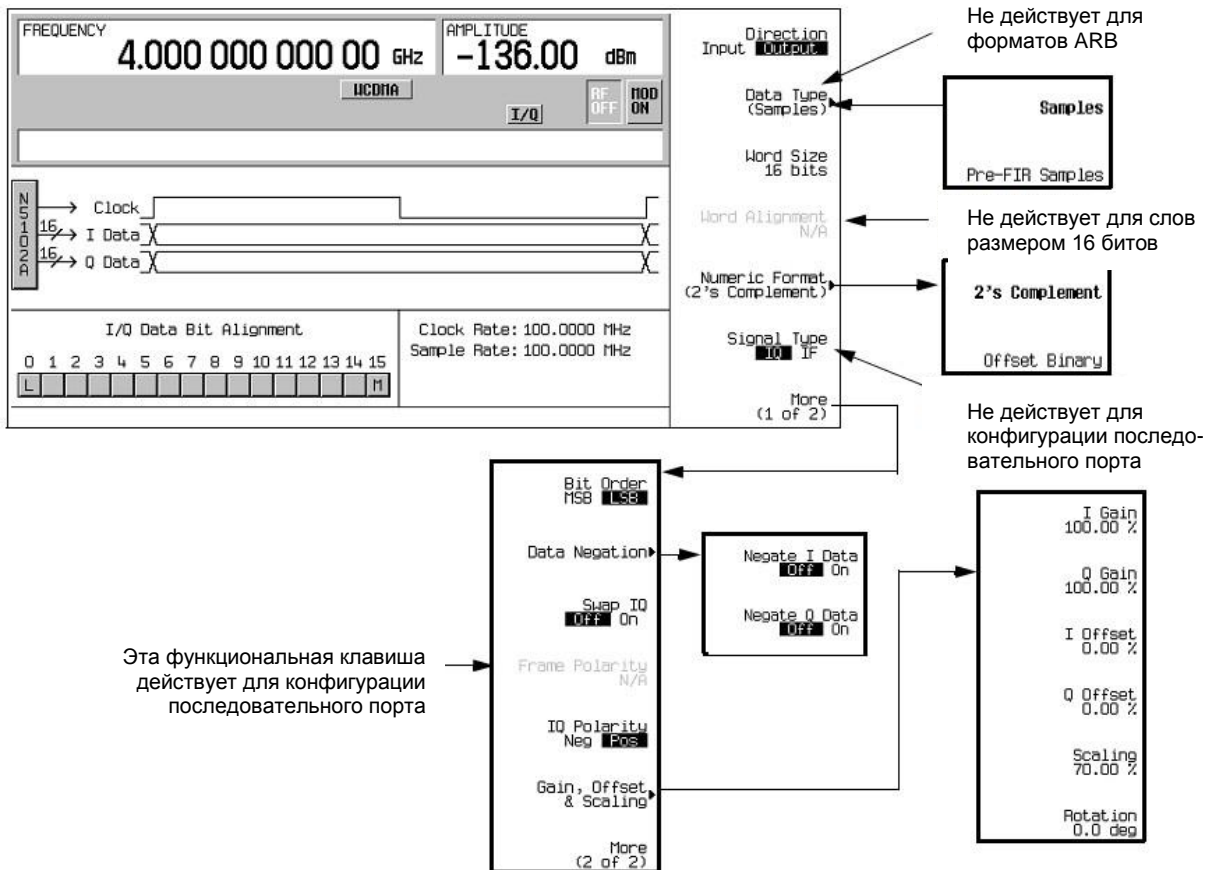


Рисунок 12-12. Меню установки параметров данных с параллельной конфигурацией порта

2. Если используется формат модуляции в реальном масштабе времени, нажмите функциональную клавишу **Data Type**. (Эта функциональная клавиша не действует, когда включен формат модуляции ARB).
В этом меню выберите вариант представления данных модуляции в реальном масштабе времени от генераторов сигналов – фильтрованные данные (**Samples**) или нефильтрованные данные (**Pre FIR Samples**). Этот выбор зависит от постановки измерительной задачи. Вариант **Samples** обеспечивает фильтрованные (FIR) выборки модулирующего сигнала, основанные на коммуникационном стандарте активного формата модуляции. Этот вариант предустановлен по умолчанию и используется в большинстве случаев. Однако если объект измерений уже содержит фильтры FIR, то следует выбрать вариант **Pre-FIR Samples**, чтобы избежать двойной фильтрации.
3. Выберите тип данных, соответствующий характеру измерительной задачи.
4. Нажмите функциональную клавишу **Numeric Format**.
Из этого меню выберите характер представления двоичных данных (числовой формат). Выбор варианта 2's Complement позволяет представлять положительные и отрицательные значения данных. Выбирайте вариант Offset Binary, когда оборудование не может обрабатывать отрицательные значения.
5. Выберите нужный числовой формат.
6. Нажмите функциональную клавишу **More (1 of 2)**.
В этом меню выберите порядок следования битов (Bit Order), замену местами I и Q (Swap IQ), кодирование передаваемых данных (Data Negation) и обратитесь к меню, которые обеспечивают настройки логического отрицания данных (Negate), масштабирования (Scaling), усиления (Gain), смещения (Offset) и вращения IQ (Rotation).
7. Нажмите функциональную клавишу **Data Negation**.
Операция логического отрицания отличается от изменения полярности I и Q. Применительно к выборке операция отрицания изменяет выборку, выражая ее в дополнительном коде (дополнение до двух), умножая ее на -1 и преобразуя выборку обратно в выбранный числовой формат. Эта операция может применяться к выборкам I, к выборкам Q или к тем и другим.
Выбор применения этой операции зависит от объекта измерений и его способности принимать данные.
8. Нажмите функциональную клавишу **Gain, Offset & Scaling**.
Пользуйтесь функциональными клавишами в этом меню для следующих функций:
 - уменьшение значений выборок для компонентов I и Q с помощью функциональной клавиши **Scaling**;
 - независимое увеличение или уменьшение значений выборок для компонентов I и Q с помощью функциональных клавиш **I Gain** и **Q Gain**;
 - компенсация смещения (постоянной составляющей) или добавление смещения с помощью функциональных клавиш **I Offset** и **Q Offset**;
 - вращение данных на плоскости IQ с помощью функциональной клавиши **Rotation**.
9. Выполните необходимые для правильных измерений настройки масштабирования, усиления, смещения и вращения IQ.
10. Нажмите клавиши **Return > Return**, чтобы вернуться к меню функциональных клавиш первого уровня.

Конфигурирование сигнала синхронизации

1. Нажмите функциональную клавишу **Clock Setup** (см. **Рисунок 12-13**).

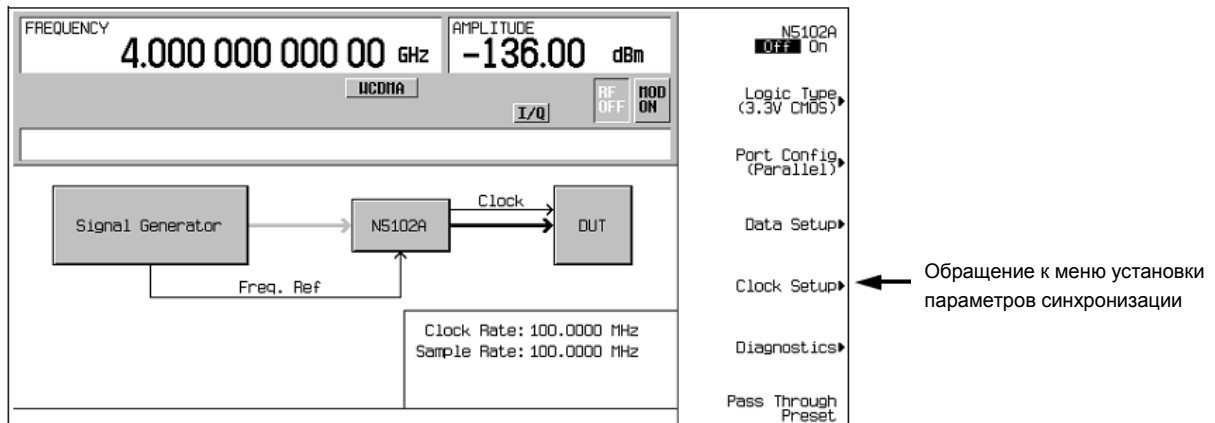


Рисунок 12-13. Местонахождение меню Clock Setup

Из этого меню установите все параметры сигнала, которые обеспечивают синхронизацию тактовых импульсов между модулем N5102A и генераторами серии PSG. Вы можете также изменить фазу сигнала синхронизации так, чтобы тактовый импульс появлялся во время действительной части данных.

Меню установки параметров синхронизации (**Рисунок 12-14**).

Эта клавиша не действует при последовательной конфигурации порта и для сигналов типа IF

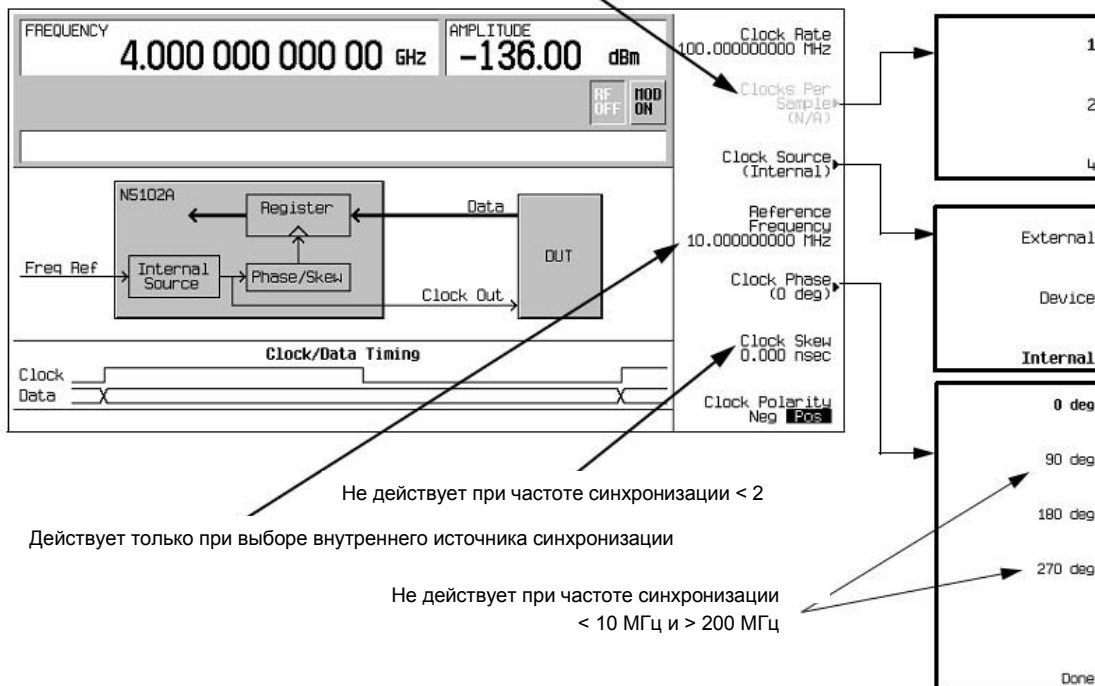


Рисунок 12-14. Меню установки параметров синхронизации для параллельной конфигурации порта

На дисплее отображается блок-схема, которая показывает текущий источник синхронизации, который подает сигнал синхронизации на соединители Clock Out и Device Interface. Эта блок-схема видоизменяется для отображения вариантов выбора источника синхронизации, что описано далее в этой процедуре. В нижней части дисплея отображается временная диаграмма, которая показывает позицию сигнала синхронизации относительно сигнала данных. Графическое отображение сигнала синхронизации изменяется в соответствии со следующими факторами:

- выбор количества тактовых импульсов на выборку (clocks/sample)
- выбор фазы тактовых импульсов

- подстройка задержки (skew) тактовых импульсов
- выбор полярности тактовых импульсов

При несоответствии частоты синхронизации у объекта измерений или у внешнего источника появляется одно из следующих сообщений об ошибке.

805 Digital module output FIFO overflow error; There are more samples being produced than can be consumed at the current clock rate. Verify that the digital module clock is set up properly.

Это сообщение об ошибке появляется, когда переполняется выходной буфер FIFO в цифровом модуле. Это сообщение может подаваться при неправильной настройке внешнего источника синхронизации или его опорной частоты, или в случае разблокировки внутреннего генератора, управляемого напряжением (VCO).

806 Digital module output FIFO underflow error; There are not enough samples being produced for the current clock rate. Verify that the digital module clock is set up properly.

Это сообщение об ошибке появляется, когда не заполняется выходной буфер FIFO в цифровом модуле. Это сообщение может подаваться при неправильной настройке внешнего источника синхронизации или его опорной частоты, или в случае разблокировки внутреннего генератора, управляемого напряжением (VCO).

2. Если конфигурация порта является параллельной или перемежающейся параллельной при использовании сигнала типа IQ, нажмите функциональную клавишу **Clocks Per Sample**.

Обратите внимание на возможность выбора нескольких тактовых импульсов на каждую выборку (clocks/sample). Этого требуют некоторые цифро-аналоговые преобразователи, однако при этом соответствующим образом уменьшается частота выборок. Частота выборок индицируется в меню первого уровня и меню Data Setup.

3. Выберите надлежащее количество тактовых импульсов на каждую выборку.
4. Нажмите функциональную клавишу **Clock Source**.

Из этого меню выберите источник сигнала синхронизации. При изменении варианта выбора изменяется соответствующим образом блок-схема на дисплее, отображающая маршрутизацию сигнала синхронизации.

5. Выберите источник синхронизации.

В случае выбора варианта External или Device:

Нажмите функциональную клавишу **Clock Rate** и введите частоту внешнего сигнала синхронизации.

ПРИМЕЧАНИЕ

При каждом изменении установки частоты синхронизации (Clock Rate) может потребоваться коррекция фазы и задержки тактовых импульсов.

В случае выбора варианта **External** сигнал от внешнего источника синхронизации подается на соединитель Ext Clock In. В случае выбора варианта **Device** сигнал синхронизации обычно подается от объекта измерений через соединитель Device Interface.

В случае выбора варианта Internal:

Модуль N5102A использует внешний источник опорной частоты и генерирует собственный внутренний сигнал синхронизации. Сигнал опорной частоты должен подаваться на соединитель Freq Ref цифрового модуля.

- а) Нажмите функциональную клавишу **Reference Frequency** и введите частоту внешнего источника опорной частоты.
- б) Нажмите функциональную клавишу **Clock Rate** и введите соответствующую частоту синхронизации.

Рисунок 12-18 представляет сводку установок параметров и соединений, ассоциированных с каждым вариантом выбора источника синхронизации.

Таблица 12-8. Установки параметров источника синхронизации и соединители

Источник синхронизации	Функциональные клавиши		Соединители модуля N5102A		
	Reference Frequency	Clock Rate ^{a)}	Freq Ref	Ext Clock In	Device Interface
External		x		x	
Device		x			x
Internal ^{b)}	x	x	x		

a) При выборе Internal это устанавливает внутреннюю частоту синхронизации. При выборе External и Device это сообщает интерфейсному модулю частоту подаваемого сигнала синхронизации.

b) На соединитель Ext Clock In не должен подаваться сигнал синхронизации.

6. Нажмите функциональную клавишу **Clock Phase**.

Появляется меню, из которого вы можете подстроить фазу тактовых импульсов относительно сигнала данных с дискретностью 90°. Варианты выбора обеспечивают грубую подстройку для помещения тактового импульса действительную часть сигнала данных. Выбор значения 180° означает то же самое, что выбор отрицательной полярности тактовых импульсов.

Варианты выбора 90° и 270° недоступны, когда установлена частота синхронизации ниже 10 МГц или выше 200 МГц. Если выбрать 90° или 270°, когда установлена частота синхронизации ниже 10 МГц или выше 200 МГц, то фаза установится на 0° или 180°, соответственно.

ПРИМЕЧАНИЕ

При каждом изменении установки частоты синхронизации (Clock Rate) может потребоваться коррекция фазы и задержки тактовых импульсов.

7. Введите нужное значение коррекции фазы.

8. Нажмите функциональную клавишу **Return**, чтобы вернуться в меню установки параметров синхронизации.

9. Нажмите функциональную клавишу **Clock Skew**.

Это обеспечивает точную подстройку позиции тактовых импульсов относительно текущей позиции фазы. Практически это означает дискретную подстройку фазы с малым шагом дискретности и обеспечивает возможность подстройки задержки (skew) при высокой частоте дискретизации. Эта функциональная клавиша не действует при частоте синхронизации ниже 25 МГц.

Шаг дискретности подстройки задержки зависит от частоты синхронизации.

10. Введите значение коррекции задержки, которое обеспечивает наилучшее совпадение тактовых импульсов с действительной частью сигнала данных.

11. Нажмите функциональную клавишу **Clock Polarity Neg Pos** на Neg.

Это сдвигает сигнал синхронизации на 180° таким образом, что сигнал данных начинается во время отрицательного перепада тактовых импульсов. Это обеспечивает такой же эффект, как установка фазы на 180°.

12. Выберите полярность тактовых импульсов, которая требуется для объекта измерений.

13. Нажмите аппаратную клавишу **Return**, чтобы вернуться в меню функциональных клавиш первого уровня.

Выбор источника синхронизации отражается также на блок-схеме в меню функциональных клавиш первого уровня. Например, если новым источником синхронизации является объект измерений (DUT), то на этой блок-схеме появится соединение источника опорной частоты с объектом измерений и входная линия синхронизации между объектом измерений и модулем N5102A.

Генерирование цифровых данных

Нажмите функциональную клавишу **N5102A Off On** на On.

Теперь цифровые данные передаются через модуль N5102A на объект измерений. При этом должен мигать зеленый индикатор состояния. Это указывает на активность линий передачи данных. Если индикатор состояния светится непрерывно (не мигает), это означает отсутствие активности

у всех линий передачи данных. Этот индикатор загорается и светится (непрерывно или мигает) после включения модуля N5102A (**N5102A Off On** на On). Он продолжает светиться, пока модуль не будет отсоединен от своего источника питания.

Интерфейсный модуль можно включить только тогда, когда активен формат модуляции. Если выключить формат модуляции, когда включен модуль, то модуль выключается и появляется сообщение об ошибке.

ПРИМЕЧАНИЕ

При внесении изменений в параметры данных модуляции рекомендуется сначала отключить цифровой выход (установить на Off функциональную клавишу **N5102A Off On**) для предотвращения воздействия на объект измерений и модуль N5102A изменений сигнала, которые могут возникать во время изменений установок параметров.

Работа с модулем N5102A в режиме ввода

В этом подразделе показано, как установить параметры для модуля N5102A (опция 004) в режиме ввода с помощью клавиш на передней панели генераторов сигналов. Описание каждой процедуры сопровождается рисунком, показывающим структуру меню функциональных клавиш для выполняемой функции интерфейсного модуля.

Обратитесь к [разделу «Присоединение источника сигнала синхронизации и объекта измерений» на странице 226](#) и сконфигурируйте измерительную систему.

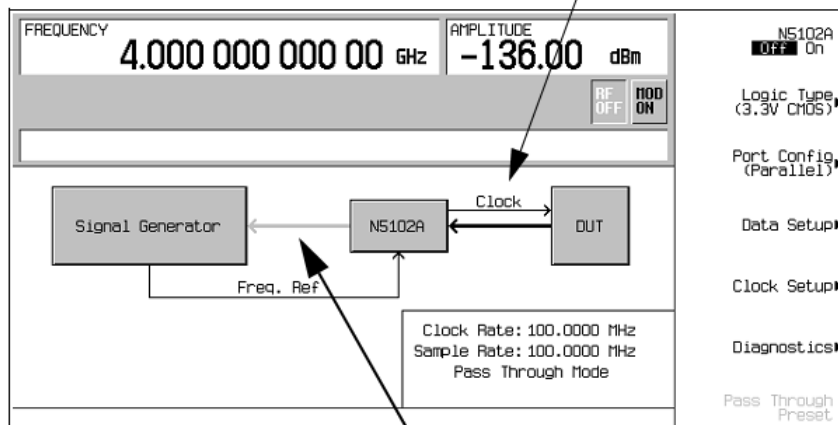
Обращение к пользовательскому интерфейсу модуля N5102A

Все параметры для модуля N5102A устанавливаются с помощью функциональных клавиш генераторов серии PSG.

Нажмите клавиши **Aux Fctn > N5102A Interface**.

Это обеспечивает доступ к пользовательскому интерфейсу (меню функциональных клавиш первого уровня) ([Рисунок 12-15](#)), который используется для конфигурирования модуля интерфейса цифровых сигналов. Обратите внимание на блок-схему на дисплее серии PSG, на которой показана система, в которой модуль N5102A генерирует собственный внутренний сигнал синхронизации. Эта блок-схема видоизменяется, отображая текущий выбор источника синхронизации.

Внутренний сигнал синхронизации, подаваемый на интерфейсный модуль



Эта линия отображается серым цветом, пока не будет включен интерфейсный модуль N5102A

Рисунок 12-15. Меню функциональных клавиш первого уровня

Выбор режима ввода

Нажмите клавиши **Data Setup > Direction Input Output** на Input. Нажмите клавишу **Return**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если опция 004 является единственной установленной опцией, то функциональная клавиша выбора направления будет недоступной, и будет действовать только режим ввода.

Выбор типа логики и конфигурации порта

1. Нажмите функциональную клавишу **Logic Type** (см. [Рисунок 12-16](#)).

Из этого меню выберите тип логики.

ВНИМАНИЕ!

Изменение типа логики может привести к увеличению или уменьшению уровня напряжения сигнала. Во избежание повреждения объекта измерений и/или модуля N5102A проследите за тем, чтобы оба эти устройства были способны обрабатывать это изменение напряжения.

2. Выберите тип логики, который требуется для объекта измерений.

Каждый раз при изменении типа логики появляется предупредительное сообщение и функциональная клавиша, требующая подтверждения.

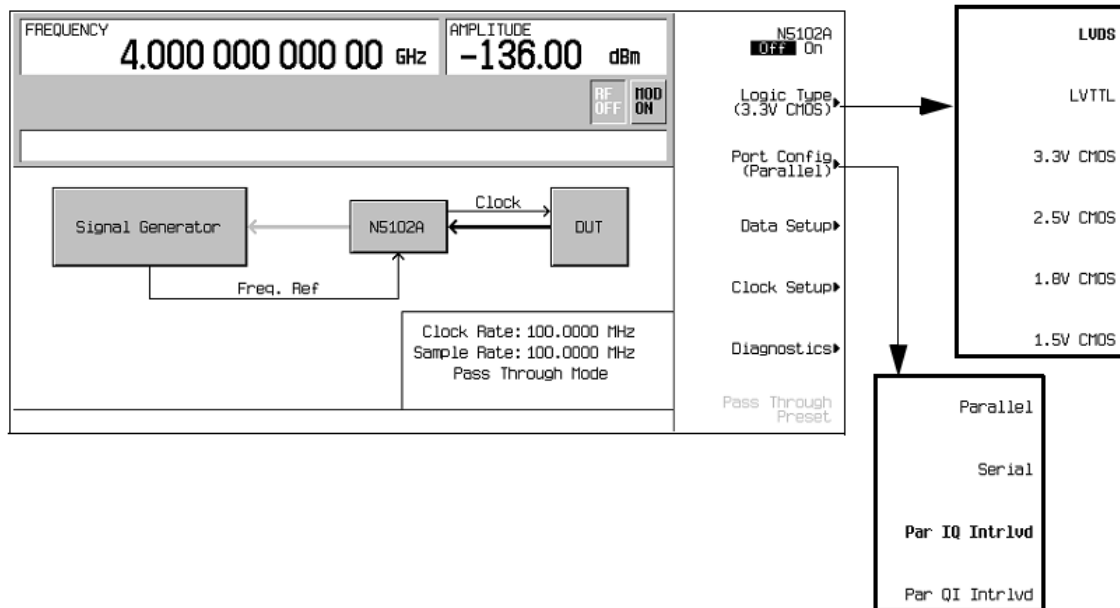


Рисунок 12-16. Меню функциональных клавиш выбора логики и конфигурации порта

3. Нажмите функциональную клавишу **Port Configuration** (см. [Рисунок 12-16](#)).

В этом меню выберите последовательную (Serial), параллельную (Parallel) или параллельную перемежающуюся (Par Interleaved) передачу данных.

ПРИМЕЧАНИЕ

В меню функциональных клавиш установки параметров данных и синхронизации активны только те функциональные клавиши, которые относятся к данной конфигурации. Функциональные клавиши, выделенные серым, недоступны для текущей настройки. Обращайтесь к справочному тексту, чтобы определить, какой параметр делает функциональную клавишу недоступной. Чтобы получить справочную информацию, нажмите аппаратную клавишу **Help**, затем нажмите недоступную функциональную клавишу.

4. Выберите конфигурацию порта для объекта измерений.

Конфигурирование сигнала синхронизации

1. Нажмите функциональную клавишу **Clock Setup** (см. [Рисунок 12-17](#)).

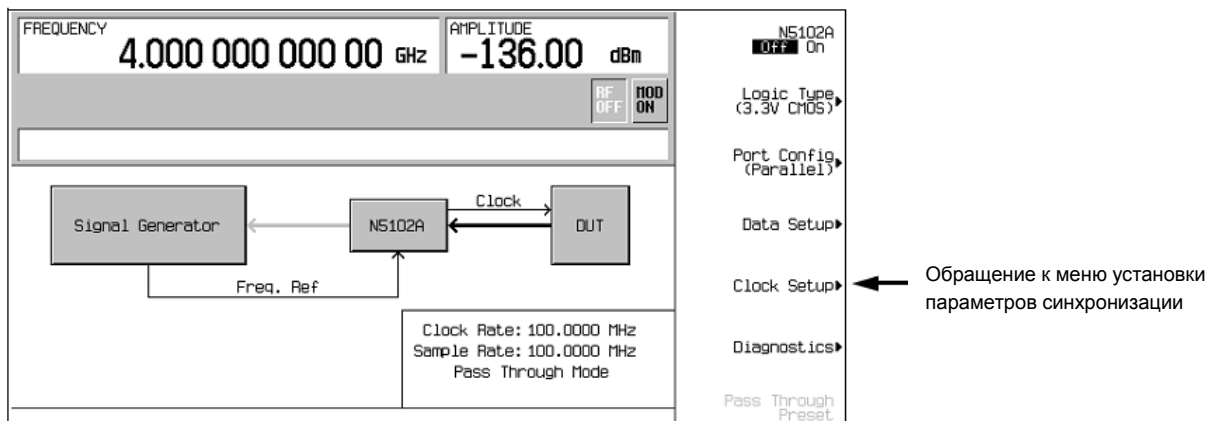


Рисунок 12-17. Местонахождение меню Clock Setup

Из этого меню установите все параметры сигнала, которые обеспечивают синхронизацию тактовых импульсов между модулем N5102A и генераторами серии PSG. Вы можете изменить фазу сигнала синхронизации так, чтобы тактовый импульс появлялся во время действительной части данных. При несоответствии частоты синхронизации у объекта измерений или у внешнего источника появляется одно из следующих сообщений об ошибке.

803 Digital module input FIFO overflow error; There are more samples being produced than can be consumed at the current clock rate. Verify that the digital module clock is set up properly.

Это сообщение об ошибке появляется, когда настройка тактовых импульсов у цифрового модуля не синхронизируется с частотой выборок, поступающих в цифровой модуль. Проверьте, соответствует ли входная частота синхронизации частоте синхронизации, заданной в меню Clock Setup.

804 Digital module input FIFO underflow error; There are not enough samples being produced for the current clock rate. Verify that the digital module clock is set up properly.

Это сообщение об ошибке появляется, когда настройка тактовых импульсов у цифрового модуля не синхронизируется с частотой выборок, поступающих в цифровой модуль. Проверьте, соответствует ли входная частота синхронизации частоте синхронизации, заданной в меню Clock Setup.

Меню установки параметров синхронизации ([Рисунок 12-18](#)).

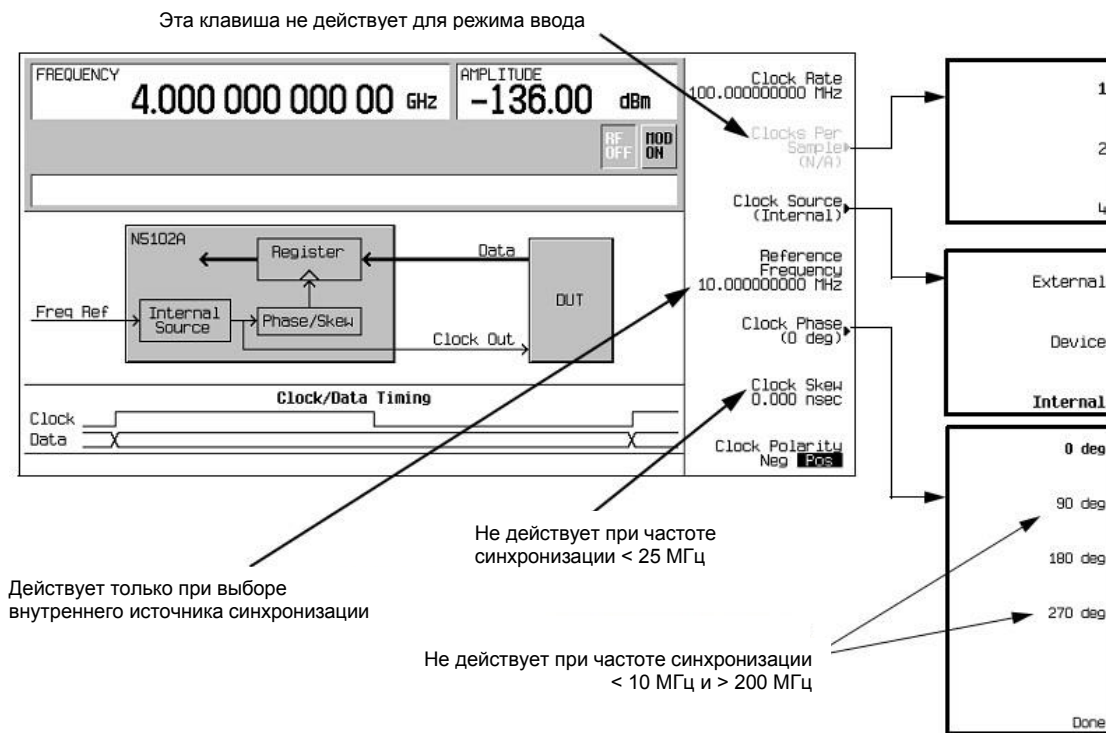


Рисунок 12-18. Меню установки параметров синхронизации для параллельной конфигурации порта

На дисплее отображается блок-схема, которая показывает текущий источник синхронизации, который подает сигнал синхронизации на соединители Clock Out и Device Interface. Эта блок-схема видоизменяется для отображения вариантов выбора источника синхронизации, что описано далее в этой процедуре. В нижней части дисплея отображается временная диаграмма, которая показывает позицию фронтов сигнала синхронизации относительно сигнала данных. Графическое отображение сигнала синхронизации изменяется в соответствии со следующими факторами:

- выбор фазы тактовых импульсов
- подстройка задержки (skew) тактовых импульсов
- выбор полярности тактовых импульсов

2. Нажмите функциональную клавишу **Clock Source**.

Из этого меню выберите источник сигнала синхронизации. При изменении варианта выбора изменяется соответствующим образом блок-схема на дисплее, отображающая маршрутизацию сигнала синхронизации.

3. Выберите источник синхронизации.

В случае выбора варианта External или Device:

Нажмите функциональную клавишу **Clock Rate** и введите частоту внешнего сигнала синхронизации.

ПРИМЕЧАНИЕ

При каждом изменении установки частоты синхронизации (Clock Rate) может потребоваться коррекция фазы и задержки тактовых импульсов.

В случае выбора варианта **External** сигнал от внешнего источника синхронизации подается на соединитель Ext Clock In. В случае выбора варианта **Device** сигнал синхронизации обычно подается от объекта измерений через соединитель Device Interface.

В случае выбора варианта Internal:

Модуль N5102A использует внешний источник опорной частоты и генерирует собственный внутренний сигнал синхронизации. Сигнал опорной частоты должен подаваться на соединитель Freq Ref цифрового модуля.

- а) Нажмите функциональную клавишу **Reference Frequency** и введите частоту внешнего источника опорной частоты.

- б) Нажмите функциональную клавишу **Clock Rate** и введите соответствующую частоту синхронизации.

Таблица 12-9 демонстрирует сводку установок параметров и соединений, ассоциированных с каждым вариантом выбора источника синхронизации.

Таблица 12-9. Установки параметров источника синхронизации и соединители

Источник синхронизации	Функциональные клавиши		Соединители модуля N5102A		
	Reference Frequency	Clock Rate ^{a)}	Freq Ref	Ext Clock In	Device Interface
External		X		X	
Device		X			X
Internal ^{b)}	X	X	X		

- a) При выборе Internal это устанавливает внутреннюю частоту синхронизации. При выборе External и Device это сообщает интерфейсному модулю частоту подаваемого сигнала синхронизации.
- b) На соединитель Ext Clock In не должен подаваться сигнал синхронизации.

4. Нажмите функциональную клавишу **Clock Phase**.

Появляется меню, из которого вы можете подстроить фазу тактовых импульсов относительно сигнала данных с дискретностью 90°. Варианты выбора обеспечивают грубую подстройку для помещения тактового импульса в область действительной части сигнала данных. Выбор значения 180° означает то же самое, что выбор отрицательной полярности тактовых импульсов.

Варианты выбора 90° и 270° недоступны, когда установлена частота синхронизации ниже 10 МГц или выше 200 МГц. Если выбрать 90° или 270°, когда установлена частота синхронизации ниже 10 МГц или выше 200 МГц, то фаза установится на 0° или 180°, соответственно.

ПРИМЕЧАНИЕ

При каждом изменении установки частоты синхронизации (Clock Rate) может потребоваться коррекция фазы и задержки тактовых импульсов.

5. Введите нужное значение коррекции фазы.

6. Нажмите функциональную клавишу **Return**, чтобы вернуться в меню установки параметров синхронизации.

7. Нажмите функциональную клавишу **Clock Skew**.

Это обеспечивает точную подстройку позиции тактовых импульсов относительно текущей позиции фазы. Практически это означает дискретную подстройку фазы с малым шагом дискретности и обеспечивает возможность подстройки задержки (skew) при высокой частоте дискретизации. Эта функциональная клавиша не действует при частоте синхронизации ниже 25 МГц. Шаг дискретности подстройки задержки зависит от частоты синхронизации.

8. Введите значение коррекции задержки, которое обеспечивает наилучшее совпадение тактовых импульсов с действительной частью сигнала данных.

9. Нажмите функциональную клавишу **Clock Polarity Neg Pos** на Neg.

Это сдвигает сигнал синхронизации на 180° таким образом, что сигнал данных начинается во время отрицательного перепада тактовых импульсов. Это обеспечивает такой же эффект, как установка фазы на 180°.

10. Выберите полярность тактовых импульсов, которая требуется для объекта измерений.

11. Нажмите аппаратную клавишу **Return**, чтобы вернуться в меню функциональных клавиш первого уровня.

Выбор источника синхронизации отражается также на блок-схеме в меню функциональных клавиш первого уровня. Например, если новым источником синхронизации является объект измерений (DUT), то на этой блок-схеме появится соединение источника опорной частоты с объектом измерений и входная линия синхронизации между объектом измерений и модулем N5102A.

Выбор параметров данных

Эта процедура сопровождает вас по меню установки параметров данных. Здесь, как правило, не упоминаются функциональные клавиши, назначение которых не требует пояснений (например, функциональная клавиша **Word Size**). За подробным описанием всех функциональных клавиш обращайтесь к документу *Keysight PSG Signal Generators Key Reference (Справочник по клавишам)*.

1. Нажмите функциональную клавишу **Data Setup** (см. **Рисунок 12-19**).

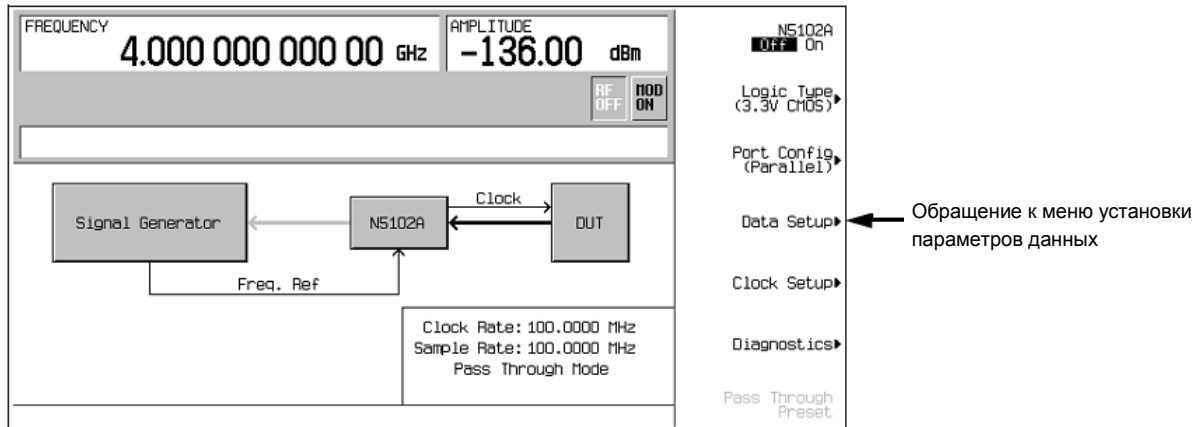


Рисунок 12-19. Местонахождение меню установки параметров данных

Это меню функциональных клавиш обеспечивает доступ к различным параметрам, которые управляют данными, принимаемыми генераторами серии PSG. В области состояния на дисплее индицируется количество линий данных, используемых для данных I и Q, вместе с позицией тактовых импульсов (clock) относительно данных.

Структура меню установки параметров данных (**Рисунок 12-20**).

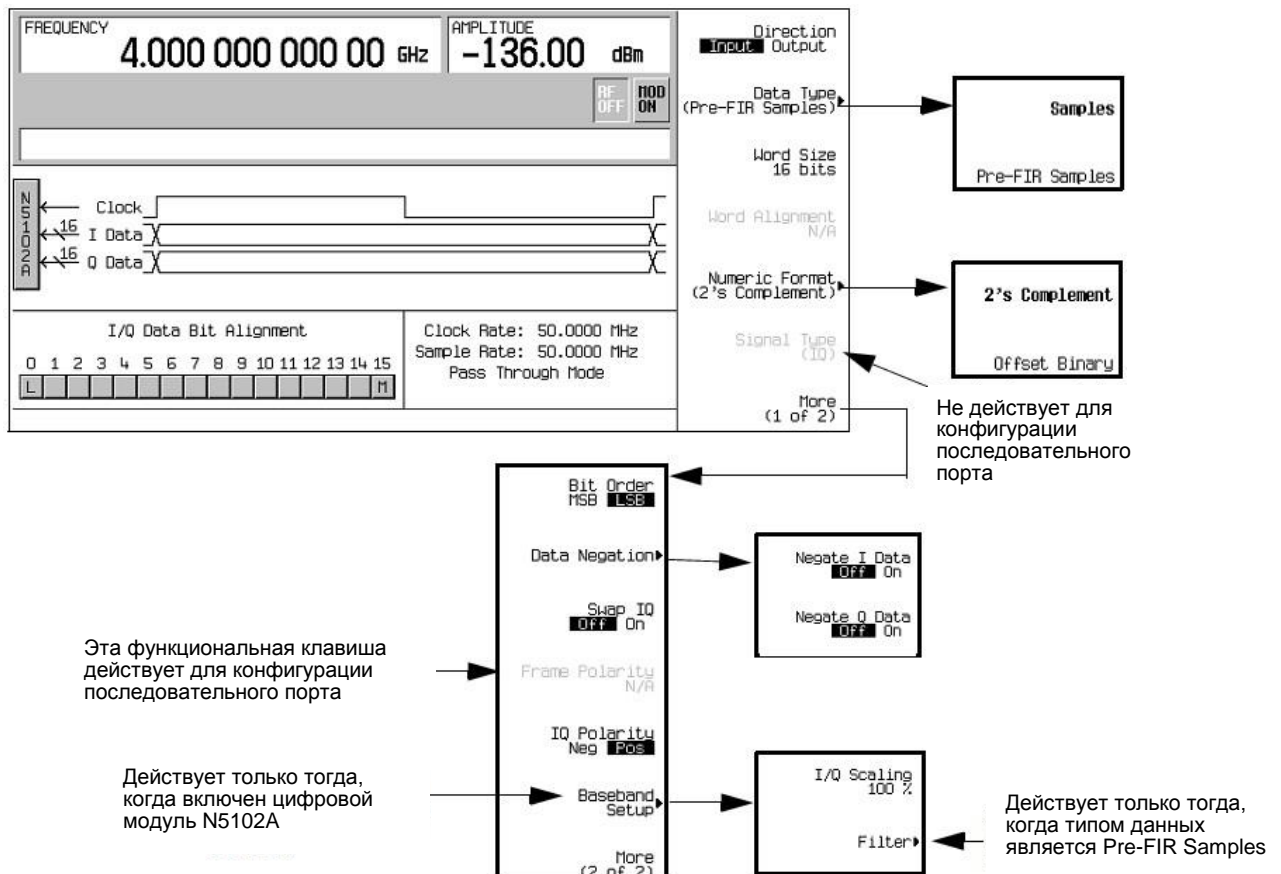


Рисунок 12-20. Меню установки параметров данных с параллельной конфигурацией порта

2. Нажмите функциональную клавишу **Data Type**.

В этом меню выберите тип данных – фильтрованные данные (**Samples**) или нефильтрованные данные (**Pre-FIR Samples**). Этот выбор зависит от постановки измерительной задачи и от объекта измерений. Однако если объект измерений уже содержит фильтры FIR, то следует выбрать вариант **Pre-FIR Samples**, чтобы избежать двойной фильтрации. За дополнительной информацией обращайтесь к [разделу «Типы данных» на странице 227](#).

3. Выберите тип данных, соответствующий характеру измерительной задачи.

4. Нажмите функциональную клавишу **Numeric Format**.

Из этого меню выберите характер представления двоичных данных (числовой формат). Выбор варианта 2's Complement позволяет представлять положительные и отрицательные значения данных. Выбирайте вариант Offset Binary, когда компоненты не могут обрабатывать отрицательные значения.

5. Выберите нужный числовой формат.

6. Нажмите функциональную клавишу **More (1 of 2)**.

В этом меню выберите порядок следования битов (Bit Order), замену местами I и Q (Swar IQ), кодирование передаваемых данных (Data Negation) и обратитесь к меню, которые обеспечивают настройки логического отрицания данных (Negate), масштабирования (Scaling), усиления (Gain), смещения (Offset) и вращения IQ (Rotation).

7. Нажмите функциональную клавишу **Data Negation**.

Операция логического отрицания отличается от изменения полярности I и Q. Применительно к выборке операция отрицания изменяет выборку, выражая ее в дополнительном коде (дополнение до двух), умножая ее на -1 и преобразуя выборку обратно в выбранный числовой формат. Эта операция может применяться к выборкам I, к выборкам Q или к тем и другим.

Выбор применения этой операции зависит от объекта измерений.

8. Чтобы обратиться к масштабированию I/Q и к параметрам фильтра, нажмите клавиши **Return > N5102A Off On** на On. Это активизирует специальный формат модуляции в реальном масштабе времени в генераторах модулирующих сигналов у генераторов серии PSG. Это необходимо для установки параметров фильтра, если выбран тип данных Pre-FIR Samples.9. Нажмите функциональную клавишу **Baseband Setup**.

В этом меню установите масштабирование I/Q и параметры фильтра. Если выбран тип данных Samples, то функциональная клавиша **Filter** не действует (обозначена серым).

Цифровые данные

Если цифровой модуль N5102A не включен, нажмите клавиши **Return > Return > N5102A Off On** и установите состояние On.

Теперь через модуль N5102A передаются цифровые данные на генераторы серии PSG. При этом должен мигать зеленый индикатор состояния. Это указывает на активность линий передачи данных. Если индикатор состояния светится непрерывно (не мигает), это означает отсутствие активности у всех линий передачи данных. Этот индикатор загорается и светится (непрерывно или мигает) после включения модуля N5102A (**N5102A Off On** в положение On). Он продолжает светиться, пока модуль не будет отсоединен от своего источника питания.

ПРИМЕЧАНИЕ

При внесении изменений в параметры данных модуляции рекомендуется сначала отключить цифровой выход (установить на Off функциональную клавишу **N5102A Off On**) для предотвращения воздействия на объект измерений и модуль N5102A изменений сигнала, которые могут возникать во время изменений установок параметров.

Модули источников миллиметровых волн

Вы можете расширить частотный диапазон генераторов сигналов с помощью модуля источника миллиметровых волн Keysight серии 8355x или любого другого внешнего модуля источника. Частотный диапазон выходных сигналов

зависит от частотного диапазона модуля источника миллиметровых волн. В этом разделе содержится описание следующих процедур:

- применение модулей источников миллиметровых волн Keysight;
- применение других модулей источников.

Применение модулей источников миллиметровых волн Keysight

Модуль источника миллиметровых волн Keysight серии 8355x подключается к соединителю SOURCE MODULE INTERFACE на задней панели генераторов сигналов. Это обеспечивает прямое взаимодействие между этими приборами, а также позволяет реализовать автоматическую регулировку мощности модуля источника. Если вы хотите применять модуль источника серии 8355x без функций автоматической регулировки мощности или выбора множителя, обращайтесь к [разделу «Присоединение источника сигнала синхронизации и объекта измерений» на странице 226](#).

Ниже приведен список оборудования, необходимого для расширения частотного диапазона генераторов сигналов.

- Модуль источника миллиметровых волн Keysight серии 8355x
- СВЧ-усилитель Keysight 8349B (необходим только для генераторов сигналов E8257D без опций 1EA, 1EU или 521)
- Выходные ВЧ-кабели и переходники согласно необходимости

ПРИМЕЧАНИЕ

Для обеспечения максимальной мощности на выходе модуля источника миллиметровых волн при применении генераторов сигналов E8267D или E8257D с опциями 1EA, 1EU или 521 максимальные потери мощности на переходниках и кабелях между выходом генератора и входом модуля источника миллиметровых волн не должны превышать 1,5 дБ.

Подключение внешнего модуля источника

ВНИМАНИЕ!

Во избежание повреждения генераторов сигналов следует выключить его сетевое питание перед присоединением интерфейсного кабеля от модуля источника к соединителю SOURCE MODULE INTERFACE на задней панели генераторов.

1. Выключите сетевое питание генератора сигналов.
2. Присоедините оборудование, как показано на следующих рисунках:
 - Генератор E8257D без опций 1EA, 1EU или 521 – **Рисунок 12-21**
 - Генераторы E8257D с опциями 1EA, 1EU или 521 либо генераторы E8267D – **Рисунок 12-22**

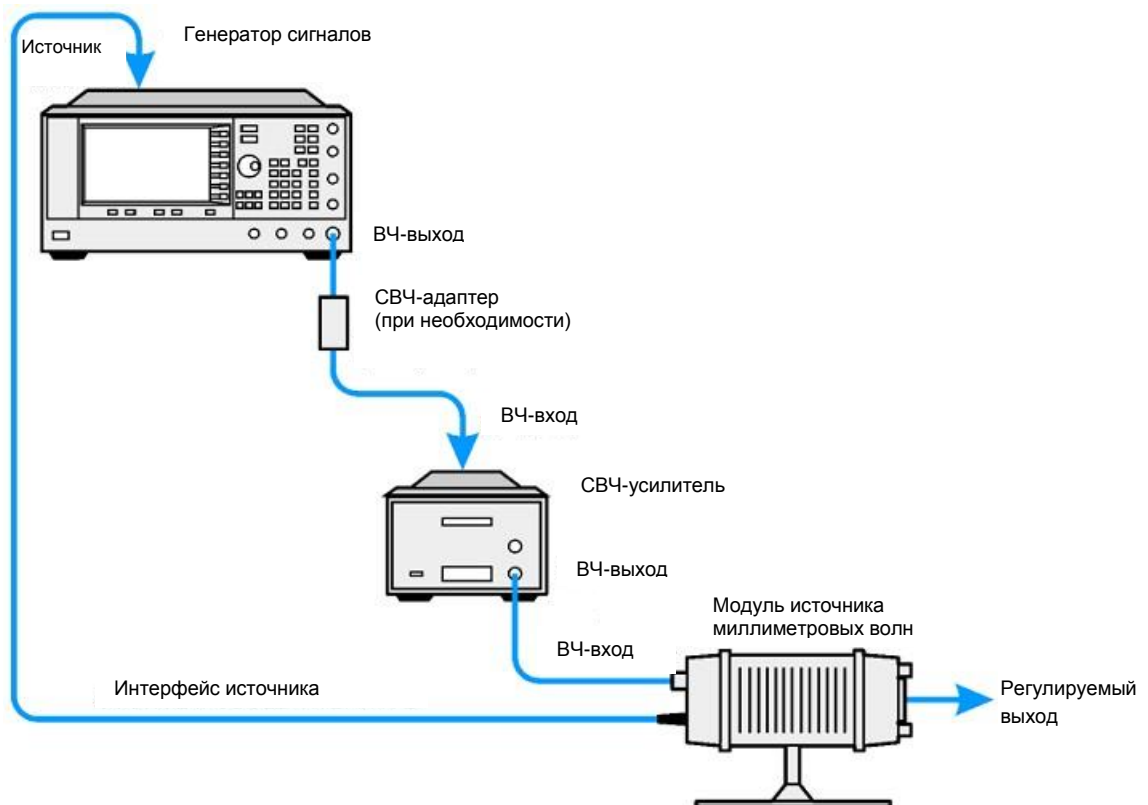


Рисунок 12-21. Установка с генераторами E8257D без опций 1EA, 1EU или 521

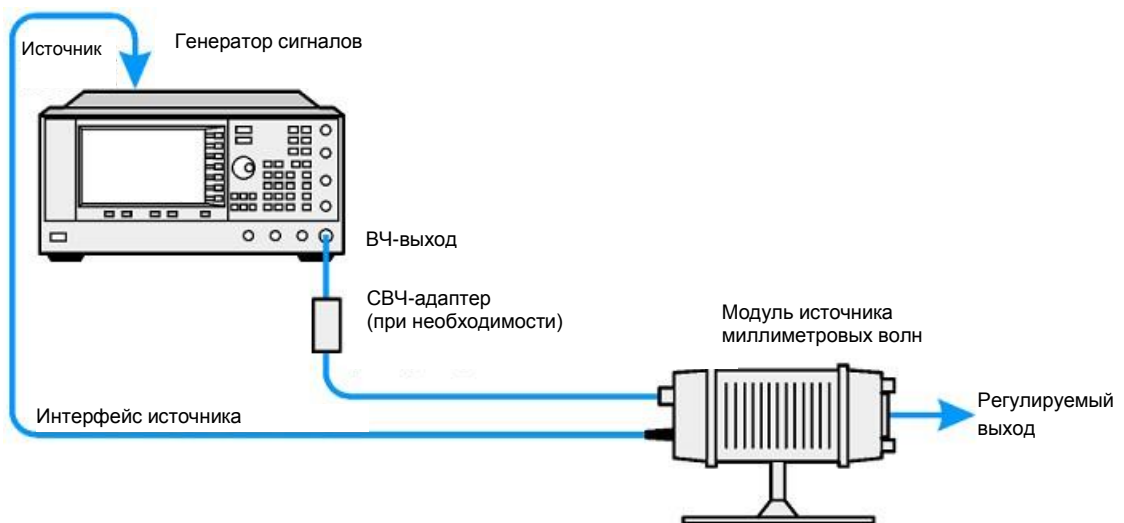


Рисунок 12-22. Установка с генераторами E8267D либо E8257D с опциями 1EA, 1EU или 521

Конфигурирование генераторов сигналов

1. Включите сетевое питание генератора сигналов.

ПРИМЕЧАНИЕ

Обращайтесь к техническим характеристикам модуля источника миллиметровых волн за информацией о частотном и амплитудном диапазоне.

2. Нажмите клавиши **Frequency > (3 of 3) > Source Module** и переключите на On функциональную клавишу **Keysight 8355x Source Module Off On**.

Генератор сигналов:

- опознает модуль источника миллиметровых волн Keysight;
- переключает режим регулировки мощности на External/Source Module (регулируется мощность на выходе модуля источника миллиметровых волн);
- использует предустановленные значения частоты и амплитуды на выходе модуля источника миллиметровых волн;
- выводит на дисплей значения частоты и амплитуды выходного сигнала модуля источника миллиметровых волн, когда он задействован.

Когда модуль источника миллиметровых волн задействован через функциональную клавишу **Keysight 8355x Source Module Off On**, на дисплее генераторов сигналов появляется вспомогательный индикатор **MMOD** в области **FREQUENCY** и вспомогательный индикатор **MM** в области **AMPLITUDE**.

3. Если отображается вспомогательный индикатор **RF OFF**, нажмите клавишу **RF On/Off**.

Теперь на выходе модуля источника миллиметровых волн действует регулируемый по мощности сигнал. Для выполнения коррекции неравномерности ЧХ обращайтесь к [разделу «Создание и применение пользовательской коррекции неравномерности ЧХ» на странице 129](#).

Другие модули источников миллиметровых волн

Здесь описана процедура расширения частотного диапазона генераторов сигналов серии PSG с любым внешним модулем источника или применения модуля источника миллиметровых волн Keysight серии 8355x без автоматической регулировки мощности. Ниже приведен список оборудования, необходимого для расширения частотного диапазона генераторов сигналов.

- Внешний модуль источника миллиметровых волн
- СВЧ-усилитель Keysight 8349B или другой (необходим только для генераторов сигналов E8257D без опций 1EA, 1EU или 521)
- Выходные ВЧ-кабели и переходники согласно необходимости

Подключение внешнего модуля источника

1. Выключите сетевое питание генератора сигналов.
2. Присоедините оборудование, как показано на следующих рисунках:
 - Генераторы E8257D без опций 1EA, 1EU или 521 – [Рисунок 12-23](#)
 - Генераторы E8257D с опциями 1EA, 1EU или 521 либо генераторы E8267D – [Рисунок 12-24](#)

Конфигурирование генераторов сигналов

Ниже описана процедура конфигурирования генераторов серии PSG для применения с произвольным внешним модулем источника, который имеет частотный диапазон WR (прямоугольного волновода) 90–140 ГГц (в качестве примера). Вы можете изменить частотный диапазон для согласования с вашим модулем источника.

1. Включите сетевое питание генераторов сигналов.

ПРИМЕЧАНИЕ

Автоматическая регулировка выходной мощности модуля источника невозможна при выборе варианта OEM Source Module.

2. Нажмите клавиши **Frequency > (3 of 3) > Source Module** и переключите на Off функциональную клавишу **Keysight 8355x Source Module Off On**.
3. Переключите на On функциональную клавишу **OEM Source Off On**.

Генератор сигналов

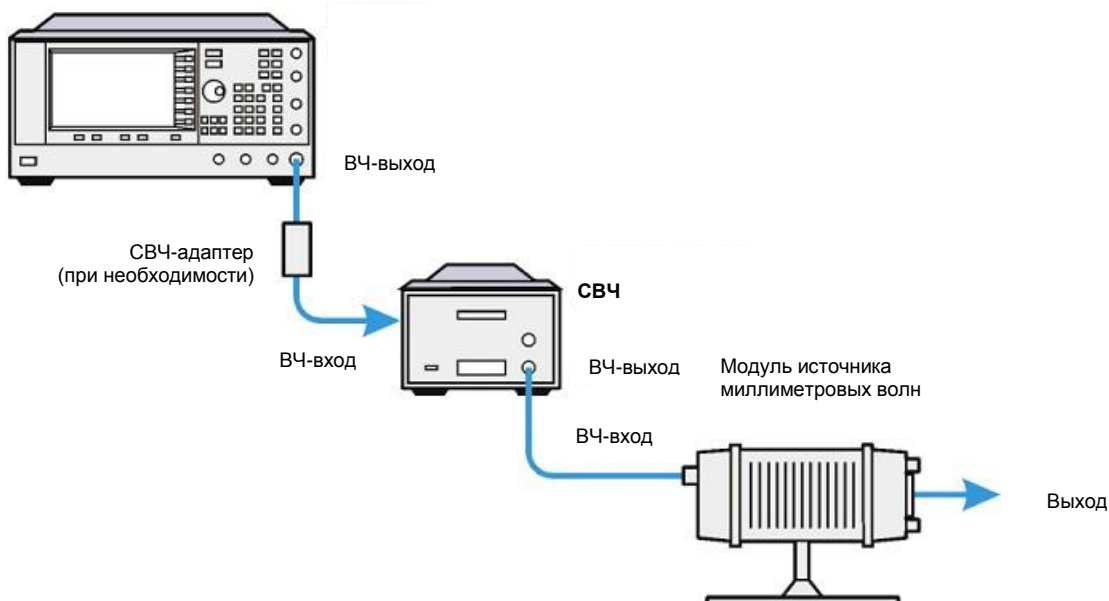


Рисунок 12-23. Установка с генераторами E8257D без опций 1EA, 1EU или 521

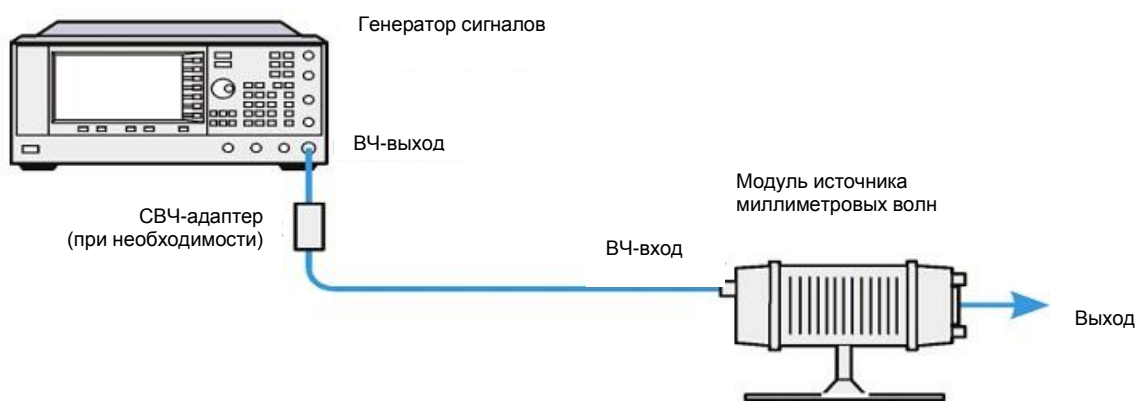


Рисунок 12-24. Установка с генераторами E8267D либо E8257D с опциями 1EA, 1EU или 521

4. Нажмите клавиши **OEM Source Module Config > Standard WR Freq Bands > WR8 90-140GHz**.

Вариантами выбора в меню Standard WR Freq Bands являются предустановленные частотные диапазоны и множители для наиболее распространенных частотных диапазонов внешних модулей источников. Если ваш модуль источника имеет частотный диапазон, не перечисленный в списке предустановленных настроек, пользуйтесь функциональными клавишами **Min Band Freq**, **Max Band Freq** и **Freq Multiplier** для того, чтобы вручную установить частотный диапазон и множитель для индикации частоты на дисплее генераторов серии PSG. За дополнительной информацией об этих установках параметров обращайтесь к документу *Keysight PSG Signal Generators Key Reference (Справочник по клавишам)*.

5. Если отображается вспомогательный индикатор **RF OFF**, нажмите клавишу **RF On/Off**.

Для выполнения коррекции неравномерности ЧХ обращайтесь к [разделу «Создание и применение пользовательской коррекции неравномерности ЧХ» на странице 129](#).

13 Устранение неполадок

В этой главе рассматриваются основные способы устранения неполадок для генераторов сигналов серии Keysight PSG. Если вы не найдете решения своей проблемы в этих материалах, обратитесь к **Руководстве по обслуживанию генераторов сигналов серии Keysight PSG**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если генератор сигналов показывает ошибку, следует прочитать сообщение об ошибке, нажав **Utility (Инструменты) > Error Info (Информация об ошибках)**.

- «Проблемы с мощностью сигнала на ВЧ-выходе» на странице 248
- «Отсутствие модуляции на высокочастотном выходе» на странице 254
- «Проблемы свипирования» на странице 254
- «Проблемы с хранением данных» на странице 256
- «Не выключается режим помощи» на странице 257
- «Генератор сигналов в режиме блокировки» на странице 257
- «Сообщения об ошибках» на странице 258
- «Обращение в офисы продаж и обслуживания компании Keysight» на странице 260
- «Возврат генераторов сигналов в Keysight Technologies» на странице 260

Проблемы с мощностью сигнала на ВЧ-выходе

Проверьте индикатор RF ON/OFF (ВЧ вкл./выкл.) на дисплее. Если написано RF OFF (ВЧ выкл.), нажмите **RF On/Off (ВЧ вкл./выкл.)**, чтобы включить ВЧ-выход.

Нет мощности на ВЧ-выходе при воспроизведении файла сигнала (только для E8267D)

Сбросьте настройки генератора сигналов, а затем снова запустите воспроизведение файла сигнала.

Если для сигнала не указан файл заголовка, генераторы сигналов используют файл заголовка по умолчанию с неопределенными настройками. Если вы воспроизводите файл сигнала с неопределенными настройками генераторов сигналов (например, если настройки не сохранены в заголовке файла), генераторы сигналов будут использовать настройки из файла заголовка для предыдущего воспроизведенного файла. Если предыдущий файл заголовка содержал маркер, выполняющий гашение ВЧ, такой маркер будет применяться и в новом сигнале. Сбросьте настройки генератора сигналов, чтобы вернуть функцию маркера гашения ВЧ в состояние по умолчанию (выкл.). Более подробная информация содержится в **Руководстве по элементам управления**), в разделе о маркерах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если используется файл маркера по умолчанию, убедитесь, что программная кнопка **Pulse/RF Blank (Гашение импульса/ВЧ)** установлена в положение **None (Нет)**. Возможно, значение для параметра **Pulse/RF Blank (Гашение импульса/ВЧ)** было установлено заголовком предыдущего файла.

Слишком низкая мощность сигнала на ВЧ-выходе

ПРИМЕЧАНИЕ

В любой переписке или телефонном разговоре указывайте номер модели устройства и его полный серийный номер. При наличии этой информации представитель компании Keysight сможет определить гарантийный статус вашего прибора. На моделях E8267D ошибка напряжения на выходе –222 Data out of range (Данные за пределами диапазона) может быть вызвана следующими причинами:

- Неправильное напряжение сигнала RMS при использовании генераторов сигналов с выключенным АРУ.
- Сигнал маркера в сложных беспроводных сигналах некорректно направлен на удержание АРУ или модулятор импульсов.
- При таких настройках, если нарушено выравнивание сигнала, прибор не получит достаточной мощности сигнала.

1. Найдите индикатор OFFS (Смещение) или REF (Опорная) в зоне дисплея AMPLITUDE (Амплитуда).

OFFS (Смещение) оповещает о том, что было задано смещение амплитуды. Смещение амплитуды изменяет значение, отображаемое в зоне дисплея AMPLITUDE (Амплитуда), но не влияет на мощность выхода. Отображаемая амплитуда равна сумме фактической выходной мощности генераторов сигналов и значения смещения.

Чтобы убрать смещение, нажмите следующие кнопки:

Amplitude (Амплитуда) > More (1 of 2) (Еще, 1 из 2) > Ampl Offset (Смещение амплитуда) > 0 > дБ.

REF (Опорная) означает, что активирован режим опорной амплитуды. При включении этого режима отображаемое значение амплитуды **не равно** уровню мощности на выходе. Оно определяется как разность между фактическим уровнем мощности, выдаваемой оборудованием генератора,

и опорным значением, которое настраивается программной кнопкой **Ampl Ref Set** (Установка опорной амплитуды).

Для выхода из режима опорной амплитуды выполните следующие шаги:

- a. Нажмите **Amplitude (Амплитуда) > More (1 of 2) (Еще, 1 из 2)**.
- b. Нажмите **Ampl Ref Off On (Опорная амплитуда: выкл./вкл.)**, пока не будет выделено состояние «выкл.».

После этого вы можете сбросить выходную мощность до желаемого уровня.

2. Если вы используете генераторы сигналов с внешним смесителем, см. раздел «**Потеря сигнала при работе со смесителем**» на [странице 249](#).
3. Если вы используете генераторы сигналов с анализатором спектра, см. раздел «**Потеря сигнала при работе с анализатором спектра**» на [странице 250](#).

Прерывание подачи питания

Если источник питания не работает, требуется его ремонт или замена.

В нем нет предохранителей, которые пользователь может заменить сам.

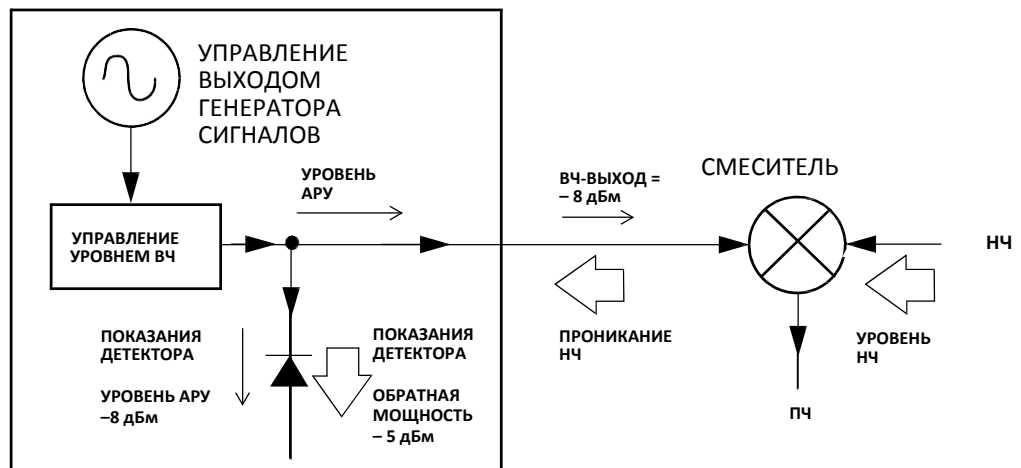
См. инструкции в **Руководстве по обслуживанию генераторов сигналов серии Keysight PSG**.

Потеря сигнала при работе со смесителем

Если вы столкнулись с потерей сигнала на ВЧ-выходе генераторов сигналов при работе с подключенным смесителем, для решения этой проблемы вы можете усилить ослабление и увеличить амплитуду на ВЧ-выходе генераторов сигналов.

Рисунок 13-1 показывает возможную конфигурацию, при которой генераторы сигналов подают на смеситель сигнал с низкой амплитудой.

Рисунок 13-1

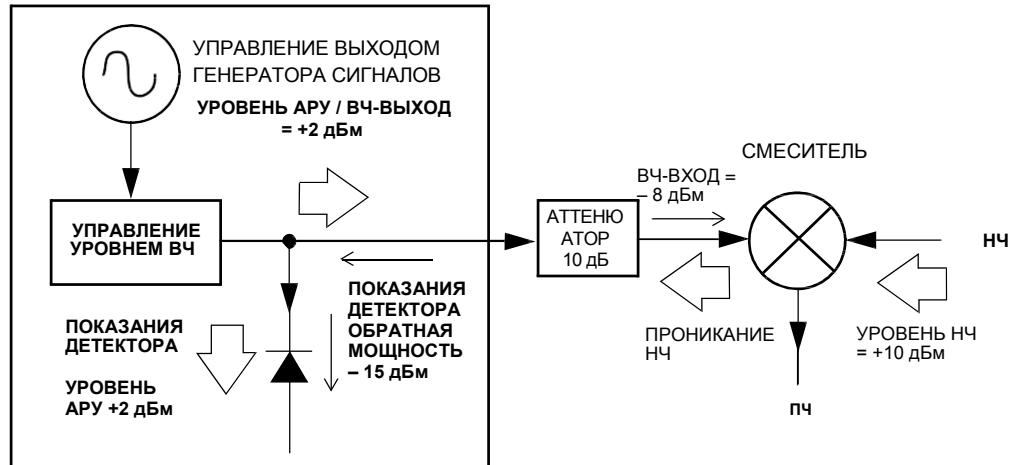


Мощность на ВЧ-выходе и уровень на разъеме АРУ генераторов сигналов с внутренним детектированием составляет -8 дБм. Смеситель управляется НЧ сигналом с уровнем $+10$ дБм обеспечивает изоляцию 15 дБ между сигналами НЧ и ВЧ. В этой ситуации просачивание НЧ составляет -5 дБм попадает на разъем ВЧ-выхода генераторов сигнала, а затем на внутренний детектор.

В зависимости от частоты может получиться так, что на детектор попадет большая часть энергии просачивающегося сигнала. Поскольку детектор оценивает общую входную мощность во всем рабочем диапазоне, эта избыточная энергия вынуждает АРУ снижать мощность на ВЧ-выходе генераторов сигналов. В нашем примере обратная мощность на детекторе фактически выше уровня АРУ, что в итоге может привести к потере сигнала на ВЧ-выходе.

Рисунок 13-2 демонстрирует аналогичную схему, в которую добавлен аттенюатор на 10 дБ между ВЧ-выходом генераторов сигналов и входом смесителя. Теперь уровень сигнала на АРУ генераторов сигналов повышается до +2 дБм, а после прохождения через аттенюатор с ослаблением 10 дБ на вход смесителя поступает сигнал требуемой амплитуды –8 дБм.

Рисунок 13-2. Решение для обратной мощности



По сравнению с исходной конфигурацией уровень АРУ на 10 дБ выше, но аттенюатор снижает проникание НЧ (вместе с мощностью ВЧ-выхода генераторов сигналов) на 10 дБ. При использовании схемы с ослаблением детектор получает ожидаемый уровень сигнала +2 дБм, а паразитное напряжение от проникания НЧ снижается до уровня –15 дБм. Эта разница в 17 дБ между уровнем полезных и нежелательных составляющих позволяет снизить смещение уровня мощности на ВЧ-выходе генераторов сигналов до 0,1 дБ.

Потеря сигнала при работе с анализатором спектра

Влияние обратной мощности может вызвать проблемы на ВЧ-выходе генераторов сигналов, если генератор используется совместно с анализатором спектра, который не имеет функции преселекции сигналов.

Некоторые анализаторы спектра на различных частотах допускают просачивание НЧ на ВЧ-выход с мощностью +5 дБм. Если разница частот между сигналом просачивания гетеродина и несущей ВЧ окажется в пределах полосы пропускания АРУ, то обратная мощность может вызвать амплитудную модуляцию сигнала с ВЧ-выхода генераторов. Модулирующая частота этой паразитной амплитудной модуляции соответствует разнице частот между просачивающимся сигналом гетеродина анализатора и несущей ВЧ генераторов сигналов.

Проблемы с обратной мощностью могут быть решены применением одного из двух режимов работы без контроля входного уровня сигнала: «АРУ выкл.» или «Поиск мощности».

Настройка режима ALC Off (АРУ выкл.)

Режим отключения АРУ означает отказ от применения контура автоматической регулировки мощности перед ВЧ-выходом генераторов сигналов. В этом режиме потребуется измеритель мощности, чтобы измерять уровни сигнала на выходе генератора и придерживаться его заданного значения.

Выполните следующие шаги, чтобы отключить АРУ на генераторе сигналов:

1. Сбросьте настройки генератора сигналов, нажав **Preset (Сброс)**.
2. Установите нужную частоту: нажмите **Frequency (Частота)** и введите желаемое значение.
3. Установите нужную амплитуду: нажмите **Amplitude (Амплитуда)** и введите желаемое значение.
4. Включите ВЧ: установите **RF On/Off (ВЧ вкл./выкл.)** в положение «вкл.».

5. Отключите автоматическое регулирование уровня (APU) генератора сигналов: нажмите **Amplitude (Амплитуда) > ALC Off On (APU выкл./вкл.)** в положение «выкл.».
6. Отслеживайте амплитуду ВЧ-выхода по показаниям измерителя мощности. Нажмите **Amplitude (Амплитуда)** и корректируйте амплитуду ВЧ-выхода генератора сигналов, пока измеритель мощности не покажет желаемое значение.

Маломощный импульс

Для импульса длительностью менее 1 микросекунды может потребоваться поиск мощности, чтобы оптимизировать получение импульса на приборе. См. [раздел «Настройка режима поиска мощности» на странице 251](#).

Настройка режима поиска мощности

Режим поиска мощности выполняет процедуру контроля уровня: временно закрывает контур АРУ, калибрует мощность текущего сигнала на ВЧ-выходе и снова открывает контур АРУ. Более подробную информацию о функции поиска мощности вы найдете в Руководстве по элементам управления генераторов сигналов серии Keysight PSG.

ВНИМАНИЕ!

Для генераторов доступен параметр RF During Power Search (ВЧ в процессе поиска мощности) с двумя вариантами настройки уровня: Minimum (Минимальный) и Normal (Нормальный). Программная кнопка «Минимальный» на время поиска мощности устанавливает максимальный уровень ослабления на внутреннем аттенюаторе, чтобы защитить чувствительные к мощности контуры. По завершении поиска мощности аттенюатор возвращается к последним настройкам, которые были установлены до начала выполнения поиска мощности. Программная кнопка «Нормальный» выполняет поиск мощности без дополнительной защиты аттенюатором. Успешность выполнения процедуры зависит от правильного опорного сигнала и возможностей прибора выдавать определенный уровень мощности без модуляции.

Существует три режима поиска мощности: ручной, автоматический и диапазонный.

Manual	Если поиск мощности (Power Search) настроен на ручной режим, нажатие кнопки Do Power Search (Выполнить поиск мощности) запускает данную процедуру для калибровки на текущей частоте и амплитуде ВЧ-сигнала. В этом режиме при изменении частоты или амплитуды ВЧ-сигнала вам нужно будет снова нажать кнопку Do Power Search (Выполнить поиск мощности) .
Auto	Если поиск мощности (Power Search) настроен на автоматический режим, процедура калибровки выполняется при каждом изменении частоты или амплитуды ВЧ-выхода.
Span	Если поиск мощности (Power Search) настроен на диапазонный режим, нажатие кнопки Do Power Search (Выполнить поиск мощности) запускает процедуру калибровки поиска мощности по всему выбранному диапазону частот. Полученные при поиске мощности корректировки сохраняются и используются для настройки генераторов в выбранном диапазоне частот. Диапазонный поиск мощности действует только для одного уровня мощности.

Выполните следующие шаги, чтобы настроить генераторы сигналов на ручной фиксированный режим поиска мощности:

1. Нажмите **Preset (Сброс)**.
2. Нажмите **Frequency (Частота)** и введите желаемое значение частоты.
3. Нажмите **Amplitude (Амплитуда)** и введите желаемое значение амплитуды.
4. Нажмите **Amplitude (Амплитуда) > ALC Off On (APU выкл./вкл.)** в положение «выкл.».
5. Нажмите **Power Search (Manual, Fixed) (Поиск мощности: ручной, фиксированный) > Minimum (Минимум)**. (Программная кнопка «Минимальный» на время поиска мощности устанавливает максимальный уровень ослабления на внутреннем аттенуаторе, чтобы защитить чувствительные к мощности контуры. См. **Key Help (Справка по кнопкам)**).
6. Включите **RF On Off (ВЧ вкл./выкл.)**.
7. Нажмите **Do Power Search (Выполнить поиск мощности)**.

Это действие запускает процедуру поиска мощности в ручном фиксированном режиме, который используется по умолчанию.

Установка опорного сигнала поиска мощности (только для E8267D)

ПРИМЕЧАНИЕ

Успешность поиска мощности зависит от правильного опорного сигнала для поиска мощности.

Кроме того, модель E8267D поддерживает до четырех режимов опорного сигнала поиска мощности: ARB RMS (СКЗ), фиксированный, ручной RMS (или просто «ручной»), а также модулированный. Эти четыре режима опорного сигнала определяют алгоритм выбора опорного напряжения при квадратурной модуляции ВЧ-сигнала. (Режимы опорного сигнала поиска мощности не используются для аналоговой модуляции – частотной, фазовой или импульсной).

ВНИМАНИЕ!

Если опорный сигнал для процедуры поиска мощности имеет неправильный среднеквадратичный уровень напряжения, выходная мощность также будет неправильной. См. [Рисунок 13-3](#) и [Рисунок 13-4](#).

Рисунок 13-3. Расчет ошибки выходной мощности для одиночной точки дискретизации сигнала

$$\text{Ошибка выходной мощности} = 20 \times \log_{10}(((V1)/(V2))),$$

где:

V1 – фактическое напряжение сигнала RMS, а V2 – введенное напряжение RMS.

Примечание. Если введенное значение напряжения RMS ниже фактического напряжения RMS, выходная мощность будет выше желаемой. Если введенное значение напряжения RMS выше фактического напряжения RMS, выходная мощность будет ниже желаемой.

Рисунок 13-4. Расчет среднеквадратичного напряжения сигнала

Значение RMS для сигнала =

$$\sqrt{\sum_{n=1}^N (i_n^2 + q_n^2) * \frac{1}{N}}$$

Поскольку генераторы сигналов выполняют расчет RMS относительно медленно, что допустимо не для всех применений, мы рекомендуем пользователям самостоятельно вычислить нужное значение RMS и сохранить его в файле сигнала.

N = # of Samples

SCPI-команды:

```
[[:SOURce]:RADio:ARB:HEADER:RMS <"file_name">,<val>]UNSPecified
[:SOURce]:RADio:ARB:HEADER:RMS? <"file_name">
```

Пример программы для определения среднеквадратичного (RMS) напряжения сигнала можно найти в Руководстве по программированию и на компакт-диске с документацией, которые поставляются вместе с прибором.

ARB RMS

В режиме ARB RMS **Опорный сигнал поиска мощности** определяется по уровню ARB RMS, модуляция I/Q отключается, а на модулятор I/Q подается постоянное напряжение, соответствующее среднеквадратичному напряжению модулирующего сигнала. Этот вариант обычно используется для внутренней квадратурной модуляции. По завершении поиска мощности этот сигнал постоянного напряжения отключается и на модулятор I/Q снова подается модулирующий сигнал I/Q.

Среднеквадратичное значение напряжения можно найти в заголовке описанной части сигнала (См. главу 3, «Основные операции для векторной модуляции»). Значение среднеквадратичного напряжения может быть задано пользователем или вычислено генераторами сигналов.

ПРИМЕЧАНИЕ

Программная кнопка ARB RMS работает в режиме внутреннего создания сигнала ARB.

Fixed

В фиксированном режиме **Опорный сигнал поиска мощности** работает с фиксированным среднеквадратичным значением, которое подается как смещение на модулятор I/Q.

Manual RMS

В ручном режиме RMS пользователь может выбрать уровень постоянного напряжения (от 0 до 1,414 Вскз), для **Опорного сигнала поиска мощности**, который будет подаваться на модулятор I/Q в процессе поиска мощности.

Modulated

В модулированном режиме поиска мощности в качестве **Опорного сигнала поиска мощности** используется реальный модулирующий сигнал, который и подается на модулятор I/Q. Модулированный режим можно использовать как для внутренней, так и внешней квадратурной модуляции.

ВНИМАНИЕ!

Поскольку данные I/Q изменяются с течением времени, поиск с модулированным опорным сигналом может потребовать большего времени и давать менее точные результаты, чем другие режимы опорного сигнала. Мы не рекомендуем использовать модулированный режим с форматами модуляции с низкой символьной скоростью. Нельзя использовать модулированный режим опорного сигнала для поиска мощности, если применяется импульсный модулирующий сигнал.

Отсутствие модуляции на высокочастотном выходе

Проверьте индикатор MOD ON/OFF (Модуляция вкл./выкл.) на дисплее. Если написано MOD OFF (Модуляция выкл.), нажмите **Mod On/Off (Модуляция вкл./выкл.)**, чтобы включить модуляцию.

Вы можете в любой момент настроить и включить разные модуляции, но они применяются к несущей ВЧ-выхода только при активации кнопки **Mod On/Off (Модуляция вкл./выкл.)**.

Для цифровой модуляции на E8267D убедитесь, что параметр **I/Q Off On** установлен в положение «вкл.».

Проблемы свипирования

Свипирование «зависает»

Текущее состояние свипирования отображается в виде затененного прямоугольника на индикаторе выполнения. Отметьте текущее состояние индикатора выполнения, чтобы определить, осуществляется ли свипирование. Если свипирование «зависает», проверьте следующее:

- Включили ли вы свипирование, нажав одну из следующих последовательностей кнопок?

Sweep/List (Свипирование/Список) > Sweep (Свипирование) > Freq

Sweep/List (Свипирование/список по частоте) > Sweep (Свипирование) > Ampl

Sweep/List (Свипирование/список по амплитуде) > Sweep (Свипирование) > Freq & Ampl (Частота и амплитуда)

- Свипирование выполняется в непрерывном режиме? Если свипирование находится в одиночном режиме, убедитесь, что вы нажали программную кнопку **Single Sweep (Одиночное свипирование)** по меньшей мере один раз после завершения предыдущего свипирования. Попробуйте установить непрерывный режим, чтобы убедиться, что работа не заблокирована отсутствием сигнала триггера одиночного свипирования.
- Получает ли генератор сигналов правильный триггер свипирования? Попробуйте установить программную кнопку **Sweep Trigger (Триггер свипирования)** в положение Free Run (Автозапуск), чтобы определить, что работа не заблокирована отсутствием сигнала триггера одиночного свипирования.
- Получает ли генератор сигналов соответствующий триггер точки? Попробуйте установить программную кнопку **Point Trigger (Триггер точки)** в положение Free Run (Автозапуск), чтобы убедиться, что работа не заблокирована отсутствием сигнала триггера точки.
- Правильное ли время задержки? Возможно, время задержки слишком мало или слишком велико, что мешает увидеть сигнал. Попробуйте установить время задержки в одну секунду.
- Есть ли в вашем ступенчатом свипировании или свипировании по списку хотя бы две точки?

Не выключается режим свипирования

Нажмите **Sweep/List (Свипирование/Список) > Sweep (Свипирование) > Off (Выкл.)**.

В меню режимов свипирования вы можете выбрать различные режимы свипирования или отключение свипирования.

Некорректное время задержки свипирования по списку

Если генератор сигналов не выдерживает правильное время задержки для каждой точки списка свипирования, выполните следующие шаги:

1. Нажмите **Sweep/List (Свипирование/Список) > Configure List Sweep (Настройка свипирования по списку)**. Это действие отображает значения списка свипирования.
2. Проверьте правильность значений задержки в списке свипирования.
3. Отредактируйте значения задержки, если они неправильные.

ПРИМЕЧАНИЕ

Фактическое время задержки на выходе RF OUTPUT определяется как сумма установленной задержки и времени обработки, переключения и стабилизации сигнала. Длительность дополнительной задержки обычно составляет несколько миллисекунд. Но при этом высокий уровень сигнала подается на выход КМОП/ТТЛ разъема TRIG OUT (Выход триггера) только в течение настроенного периода задержки.

Если список значений задержки правильный, переходите к следующему шагу.

4. Посмотрите, установлена ли программная кнопка **Dwell Type List Step (Тип задержки: список/ступень)** на значение Step (ступень).

Если выбран вариант «ступень», генератор сигналов при свипировании по списку точек использует время задержки, установленное для ступенчатого свипирования, а не отдельные значения задержек из списка свипирования.

Чтобы просмотреть время задержки ступенчатого свипирования, выполните следующие шаги:

- a. Нажмите **Configure Step Sweep (Настройка ступенчатого свипирования)**.
- b. Посмотрите на значения программной кнопки **Step Dwell (Задержка ступени)**.

Информация о свипировании по списку не найдена в вызываемом регистре

Информация о свипировании по списку не сохранена в реестре состояний прибора. Генератору сигналов доступно только текущее свипирование по списку. Данные о свипировании по списку могут быть сохранены в каталоге прибора.

Проблемы с хранением данных

Регистры с сохраненными ранее состояниями прибора пусты

Реестр сохранения и восстановления данных получает питание от резервной батареи, когда генератор сигналов не подключен к сети питания. Батарея может нуждаться в замене.

Для проверки работоспособности батареи:

1. Отключите питание генератора сигналов.
2. Вытащите шнур питания генератора сигналов из розетки.
3. Снова вставьте вилку шнура питания генератора сигнала в розетку.
4. Включите генератор сигналов.
5. Посмотрите сообщения об ошибках на дисплее.

Если в очереди сообщений об ошибках есть сообщения –311 или –700, батарея генератора не работает.

6. См. инструкции по замене батареи в Руководстве по обслуживанию генераторов сигналов серии Keysight PSG.

Состояние прибора сохранено, но регистр пуст или содержит неверное состояние

Если вы выберете номер регистра больше 99, то генератор сигналов для сохранения состояния прибора автоматически выберет регистр № 99.

Если номер регистра, который вы хотите использовать, пуст или содержит неверное состояние прибора, вызовите регистр 99:

Нажмите **Recall (Восстановление) > 99 > Enter (Ввод)**.

Потерянное состояние прибора может быть сохранено там.

Не выключается режим помощи

1. Нажмите **Utility (Инструменты) > Instrument Info/Help Mode (Информация о приборе/Режим помощи)**
2. Нажмите **Help Mode Single Cont (Режим помощи, одиночный/непрерывный)**, чтобы выделить параметр Single (Одиночный).

Генератор сигналов имеет два режима помощи – одиночный и непрерывный.

При нажатии кнопки **Help (Помощь)** в одиночном режиме (который установлен на заводе по умолчанию), текст справки будет выводиться для следующей кнопки, которую вы нажмете. Нажатие другой кнопки выведет вас из режима помощи и активирует функцию кнопки.

При нажатии кнопки **Help (Помощь)** в непрерывном режиме текст справки будет выводиться для кнопки, которую вы нажмете следующей, при этом активируется и ее функция (за исключением кнопки **Preset (Сброс)**). Вы будете оставаться в режиме помощи, пока не нажмете снова кнопку **Help** или не измените настройку на одиночный режим.

Генератор сигналов в режиме блокировки

Если генератор сигналов заблокирован, проверьте следующие моменты:

- Убедитесь, что генератор сигналов не находится в удаленном режиме (при активном удаленном режиме на экране появляется индикатор R). Чтобы выйти из удаленного режима и разблокировать клавиатуру на передней панели, нажмите **Local (Локальное управление)**.
- Убедитесь, что генератор сигналов не находится в состоянии локальной блокировки. Блокировка локального режима не позволяет работать передней панели. Информация о блокировке локального режима представлена в **Руководстве по программированию генераторов сигналов Keysight**.
- Сверьтесь с индикатором выполнения на дисплее генератора сигналов, чтобы узнать, какие процессы выполняются в данный момент.
- Нажмите **Preset (Сброс)**.
- Перезагрузите генератор сигналов по питанию.

Последовательность действий по восстановлению в безопасном режиме

Используйте процедуру восстановления в безопасном режиме, только если предыдущие рекомендации не решили проблему.

ВНИМАНИЕ!

Этот процесс перезагружает генераторы сигналов, а также уничтожает следующие типы данных:

- все пользовательские файлы (состояние прибора и файлы данных);
- данные калибровки DCFM/DCFМ;
- энергонезависимая память состояния.

ПРИМЕЧАНИЕ

При применении процедуры безопасного режима не пытайтесь выполнять другие действия на передней панели или через удаленное управление.

Для запуска процедуры безопасного режима выполните следующие шаги:

1. Удерживайте нажатой кнопку **Preset (Сброс)** при включении питания прибора.
2. Продолжайте удерживать нажатой кнопку **Preset (Сброс)**, пока не появится следующее сообщение.

ОСТОРОЖНО!

Вы вошли в меню диагностики, что может вызвать непредсказуемое поведение прибора. Вы уверены, что хотите продолжить?

ВНИМАНИЕ!

Внимательно прочитайте все сообщение! Там могут быть указаны дополнительные риски, связанные с этой процедурой.

3. Отпустите клавишу **Preset (Сброс)**.
4. Чтобы продолжить процедуру, нажмите **Continue** (чтобы выйти без потери файлов, нажмите **Abort (Прервать)**).
5. После завершения процедуры сделайте следующее:
 - a. Перезагрузите прибор по питанию.
Перезагрузка восстановит все ранее настроенные параметры. Поскольку файлы калибровки восстановлены из EEPROM, вы увидите несколько сообщений об ошибках.
 - b. Выполните калибровку DCFM/DCФМ.
См. описание программной кнопки **DCFМ/DCФМ Cal** в Руководстве по элементам управления генераторов сигналов серии Keysight PSG.
 - c. Keysight Technologies интересуется, какие обстоятельства вынудили вас прибегнуть к данной процедуре. Просим связаться с нами по телефону, указанному на сайте <http://www.keysight.com/find/assist>. Мы хотели бы помочь вам избежать повторения подобной ситуации.

Сообщения об ошибках

Если на генераторах сигналов появляется сообщение об ошибке, оно будет отображаться в очередях ошибок и на экране передней панели и на удаленном интерфейсе SCPI. Эти две очереди ошибок просматриваются и управляются отдельно. Информация о работе с очередью ошибок SCPI приведена в Руководстве по программированию генераторов сигналов Keysight

ПРИМЕЧАНИЕ

Когда в очереди ошибок на передней панели появляется непросмотренное сообщение, на дисплее генераторов ошибок загорается индикатор ERR.

Параметр	Очередь ошибок на дисплее передней панели
Вместимость (кол-во ошибок)	30
Устранение перегрузки	Круговое (циклическое) Сбрасывает более старые ошибки при поступлении новых.
Просмотр данных	Нажмите: Utility (Инструменты) > Error Info (Информация об ошибках) > View Next (Смотреть следующую) (или Previous (Предыдущую) Error Page (Страница ошибки))
Clearing the Queue (Очистка очереди)	Нажмите: Utility (Инструменты) > Error Info (Информация об ошибках) > Clear Error Queue(s) (Очистить очереди ошибок)
Unresolved Errors (Неразрешенные ошибки) ^a	Снова появившиеся после очистки очереди.
No Errors (Нет ошибок)	Когда очередь пуста (каждая ошибка в очереди прочитана, либо очередь очищена), в очереди появляется следующее сообщение: 0 No Error Message(s) in Queue (Нет сообщений об ошибках в очереди)

- a. Ошибки, которые надо исправить. Например, разблокировка.

Файл сообщений об ошибках

Полный список сообщений об ошибках содержится в файле **errormessages.pdf**, на CDROM, поставляемом вместе с вашим прибором.

В списке сообщений об ошибках есть пояснения ко всем ошибкам, помогающие разобраться в их значении. Сообщения об ошибках перечисляются по порядку номеров. Если в списке есть несколько сообщений с одинаковыми номерами ошибок, они располагаются в алфавитном порядке.

Формат сообщений об ошибках

В очереди ошибок на дисплее передней панели все сообщения с номерами ошибок и описаниями отображаются с указанием порядкового номера и общего количества («1 из N»).

Error Number	Error Message	Error Description (May be truncated on the display)
-222	Data out of range; value clipped to lower limit.	

Indicates that the user has entered a deviation, depth or internal source frequency that is beyond the specified limits.

Объяснения содержатся в списке сообщений об ошибках (они не отображаются на приборе)

Типы сообщений об ошибках

Никакое из событий не создает более одного типа ошибки. Например, событие, которое создает ошибку запроса, не приводит к появлению ошибки устройства, выполнения или команды.

Ошибки запроса (с –499 по –400) обозначают, что блок управления выходной очередью прибора обнаружил несоответствие протоколу обмена сообщениями, который описан в стандарте IEEE 488.2, «Режим генератора специальных сигналов произвольной формы». Ошибки этого класса устанавливают второй бит (бит ошибок запроса) в регистре состояний ошибок (IEEE 488.2). Эти ошибки соответствуют ошибкам протокола обмена сообщениями, описанным в IEEE 488.2, 6.5. В этом случае:

- Была выполнена попытка прочитать данные из выходной очереди, для которой еще нет готовых или ожидающих сообщений, или
- потеряны данные, помещенные в выходную очередь.

Ошибки, связанные с устройством (с –399 по –300, с 201 по 703 и с 800 по 810) означают, что работа устройства не была завершена правильно, возможно из-за сбоя оборудования или состояния прошивки. Эти коды также используются в качестве результатов самодиагностики. Ошибки этого класса устанавливают третий бит (бит ошибок устройства) в регистре состояний ошибок (IEEE 488.3).

В SCPI не определена строка сообщения (параметр <error_message>) для **положительных** ошибок. Положительной ошибкой называется ситуация, при которой прибор обнаруживает ошибку в системе GPIB или в прошивке или оборудовании самого прибора при передаче блока данных или в процессе калибровки.

Ошибки выполнения (с –299 по –200) означают, что блок управления обнаружил ошибку в работе прибора. Ошибки этого класса устанавливают четвертый бит (бит ошибок выполнения) в регистре состояний ошибок (IEEE 488.4). В этом случае:

- Элемент <PROGRAM DATA>, следующий за заголовком программы, по оценке прибора не соответствует допустимому диапазону параметров или иным образом не сочетается с возможностями прибора; или
- допустимое сообщение программы не может быть правильно выполнено в силу недопустимых текущих условий.

Ошибки выполнения появляются **после** завершения операций округления и оценки выражения. Например, округление элемента числовых данных не считается ошибкой выполнения.

Ошибки команд (с –199 по –100) означают, что программный анализатор прибора обнаружил синтаксическую ошибку, то есть команда не соответствует стандарту IEEE 488.2. Ошибки этого класса устанавливают пятый бит (бит ошибок команд) в регистре состояний ошибок (IEEE 488.5). В этом случае:

- Блок синтаксического анализа обнаружил команду, не соответствующую стандарту IEEE 488.2 (прибор получил от пульта управления сообщение, нарушающее стандарт IEEE 488.2. Такими нарушениями считаются элементы данных, не соответствующие формату приема данных устройства или имеющие недопустимый для этого устройства тип); или
- был получен нераспознанный заголовок. Сюда относятся некорректные заголовки с условиями для конкретного устройства или команды общего характера, не определенные в IEEE 488.2.

Обращение в офисы продаж и обслуживания компании Keysight

Если вам требуется помощь по задачам, связанным с испытаниями или измерением, либо контактная информация местного офиса Keysight доступна в интернете на сайте: <http://www.keysight.com/find/assist>

Также вы можете приобрести аксессуары и документацию для E8257D/67D или E8663D серии PSG в интернете по адресу: <http://www.keysight.com/find/psg>

Если у вас нет доступа в интернет, свяжитесь с вашим инженером по эксплуатации.

ПРИМЕЧАНИЕ

В любой переписке или телефонном разговоре указывайте номер модели генератора сигналов и его полный серийный номер. При наличии этой информации представитель компании Keysight сможет определить текущий гарантийный статус вашего прибора.

Возврат генераторов сигналов в Keysight Technologies

Чтобы вернуть генераторы сигналов в Keysight Technologies для обслуживания, выполните следующие шаги:

1. Соберите как можно больше информации в отношении возникшей с генераторами проблемы.
2. Позвоните по номеру телефона, указанному в интернете (<http://www.keysight.com/find/assist>), который соответствует вашему географическому положению. Если у вас нет доступа в интернет, свяжитесь с вашим инженером по эксплуатации.

После того, как вы передадите информацию о генераторах и их состоянии, вы получите информацию о том, куда направить ваш прибор для ремонта. Отправьте генераторы сигналов в их заводской упаковке, если она сохранилась, или используйте аналогичную упаковку, чтобы должным образом защитить прибор.

Информация в документе может быть изменена
без предварительного уведомления.
© Keysight Technologies, Inc., 2010–2015
Редакция Декабрь 2015

