

Руководство по
эксплуатации
и обслуживанию

Генератор сигналов Keysight серии *Trueform*

Программное обеспечение Keysight BenchVue	10
Программное обеспечение BenchVue позволяет выполнять следующие операции:	10
Следующие возможности позволяют экономить время:	10
В любом местоположении можно использовать следующие приложения:	11
Предварительная информация	11
Информация по эксплуатации	11
Справочное руководство по программированию SCPI	11
Информация по обслуживанию и ремонту	12
Библиотеки ввода-вывода и драйверы для прибора	12
Веб-интерфейс	13
Примеры программ	13
Контактная информация компании Keysight Technologies	14
Сведения о безопасности и нормативная документация	15
Примечания	15
Информация о руководстве	15
Адрес изготовителя	15
Лицензии и обновления программного обеспечения и документации	15
Гарантия	15
Лицензии на использование технологий	16
Пояснения относительно ограничения прав	16
Уведомления по безопасности	16
Предупреждающие символы	17
Дополнительные уведомления по безопасности	18
Общие сведения	18
Перед включением питания	18
Заземление прибора	19
Не модифицируйте прибор	19
В случае повреждения	19
Техническая поддержка	19
Declaration of Conformity	20
Модели и модули	20
Модели прибора	20
Обновления для приборов серии 33500 с одним и двумя каналами	22
Обновления для приборов серии 33600 с одним и двумя каналами	23
Максимальные значения частот сигналов в разных моделях	23
Серия 33500, низкочастотные модели	23
Серия 33500, высокочастотные модели	23
Серия 33600, низкочастотные модели	24
Серия 33600, высокочастотные модели	24
Информация по эксплуатации	27
Знакомство с прибором	27
Краткий обзор прибора	27
Краткий обзор передней панели	29
Краткий обзор дисплея на передней панели	30
Ввод чисел с передней панели	31
Краткий обзор задней панели	32
Быстрый запуск	33
Подготовка прибора к использованию	35
Регулировка ручки для переноски	36

Установка выходной частоты	37
Установка выходной амплитуды	38
Установка смещения напряжения постоянного тока	40
Установка значений максимального и минимального уровня	41
Выход напряжения постоянного тока	42
Установка коэффициента заполнения сигнала прямоугольной формы	43
Настройка импульсного сигнала	44
Выбор сохраненного сигнала произвольной формы	45
Использование встроенной справочной системы	46
Монтаж прибора в стойке	48
Функции меню передней панели	49
Выбор выходной нагрузки	50
Сбросить настройки прибора	50
Вывод модулированного сигнала	51
Вывод сигнала частотной манипуляции	52
Вывод сигнала широтно-импульсной модуляции	54
Вывод развертки частоты	56
Вывод пакетного сигнала	58
Запуск развертки или пакетного сигнала	60
Сохранение или восстановление состояния прибора	61
Справка по меню передней панели	63
Процедура настройки локальной сети	69
Настройка сигнала произвольной формы	71
Функции прибора	82
Настройки вывода	83
Импульсные сигналы	100
Амплитудная модуляция (АМ) и частотная модуляция (ЧМ)	105
Фазовая модуляция (ФМ)	112
Частотная манипуляция (ЧМн)	118
Широтно-импульсная модуляция (ШИМ)	120
Модуляция суммы	126
Развертка частоты	129
Пакетный режим	138
Запуск	148
Работа с двумя каналами	153
IQ Player (дополнительно)	157
Системные операции	160
Настройки интерфейса дистанционного управления	166
Внешняя опорная временная развертка	175
Встроенный редактор сигналов	177
Учебное пособие по генерированию сигналов	191
Сигналы произвольной формы	192
Квазигауссов шум	196
Псевдослучайная двоичная последовательность (PRBS)	197
Модуляция	198
Пакет	203
Развертка частоты	204
Атрибуты сигналов переменного тока	205
Дефекты сигналов	207
Контуры заземления	209
Справочное руководство по программированию SCPI	211
Знакомство с языком SCPI	211

Условные обозначения синтаксиса	211
Разделители команд	212
Использование параметров MIN, MAX, и DEF	213
Запрос настроек параметров	213
Терминаторы команд SCPI	213
Общие команды IEEE-488.2	214
Типы параметров SCPI	214
Использование сброса настроек прибора	216
Сигналы внутренних функций	216
См. также	218
Список команд и запросов SCPI в алфавитном порядке	218
ABORt	221
Подсистема AM	221
Подсистема APPLy	230
Подсистема BPSK	245
Подсистема BURSt	251
Подсистема CALibration	259
[SOURce[1 2]:]COMBine:FEED {CH1 CH2 NONE}[SOURce[1 2]:]COMBine:FEED?	265
Подсистема DATA	266
Подсистема DISPlay	277
Подсистема ЧМ	282
FORMat:BORDer {NORMal SWAPped}FORMat:BORDER?	291
Подсистема FREQuency	291
Подсистема FSKey	297
Подсистема FUNCtion	304
Подсистема HCOPy	332
Общие команды IEEE-488	333
Подсистема INITiate	345
INPut:ATTenuation[:STATe] {ON 1 OFF 0}INPut:ATTenuation[:STATe]?	349
Подсистема LIST	349
Подсистема LXI	350
Подсистема MARKer	353
Подсистема MEMory	355
Подсистема MMEMory	359
Подсистема OUTPut	374
Подсистема PHASe	383
Подсистема PM	388
Подсистема ШИМ	395
Подсистема RATE	403
Подсистема ROSCillator	406
Подсистема SOURce	409
Знакомство с подсистемой STATus	411
Знакомство с подсистемой SUM	418
Знакомство с подсистемой SWEep	426
Знакомство с подсистемой SYSTem	428
[SOURce[1 2]:]TRACk {ON OFF INVerted}TRACk?	451
Знакомство с подсистемой TRIGger	453
UNIT:ANGLE {DEGREE RADIan SECond DEFAult}UNIT:ANGLE?	459
UNIT:ARbitrary:ANGLE {DEGREE RADIan SECond SAMPle DEFAult}UNIT:ARbitrary:ANGLE?	461
Знакомство с подсистемой VOLTage	461
Примеры программирования	473
Настройка синусоидального сигнала	474
Настройка сигнала прямоугольной формы	474

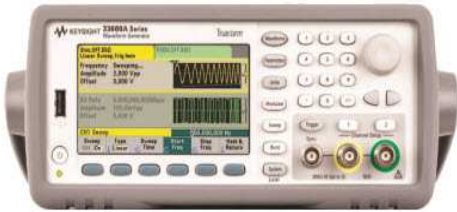
Настройка сигнала пилообразной формы	475
Настройка импульсного сигнала	476
Создание списка частот	477
Настройка сигнала произвольной формы	478
Краткий справочник по командам прибора Keysight серии Trueform	479
Состояние после восстановления заводских настроек	497
Сообщения об ошибках SCPI	504
Обслуживание и ремонт – введение	519
Доступные типы обслуживания	519
Контракты на расширенное обслуживание	519
Получение ремонтного обслуживания (по всему миру)	519
Повторная упаковка для транспортировки	520
Очистка	520
Меры предосторожности во избежание электростатического разряда	521
Калибровка. Введение – серия 33500	521
Службы калибровки Keysight Technologies	521
Содержание раздела, посвященного калибровке	521
Обзор калибровки – серия 33500	523
Безопасность калибровки – серия 33500	526
Проверка – серия 33500	529
Диагностика работы – серия 33500	529
Проверка внутренней временной развертки – серия 33500	530
Проверка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом) – серия 33500	531
Проверка напряжения смещения постоянного тока – серия 33500	533
Проверка равномерности в диапазоне -8 дБ – серия 33500	534
Проверка равномерности в диапазоне -24 дБ – серия 33500	537
Общая процедура калибровки и регулировки – серия 33500	540
Прерывание выполнения калибровки – серия 33500	540
Последовательность регулировок – серия 33500	541
Самодиагностика – серия 33500	541
Регулировка частоты (внутренняя временная развертка) – серия 33500	541
Регулировка внутреннего АЦП – серия 33500	542
Настройка самокалибровки – серия 33500	543
Регулировка выходного импеданса – серия 33500	544
Регулировка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом) – серия 33500	545
Регулировка равномерности в диапазоне -24 дБ – серия 33500	547
Регулировка равномерности в диапазоне -8 дБ – серия 33500	549
Регулировка канала 2 – серия 33500	550
Ошибки калибровки – серия 33500	557
Калибровка. Введение – серия 33600	558
Службы калибровки Keysight Technologies	558
Содержание раздела, посвященного калибровке	559
Обзор калибровки – серия 33600	560
Безопасность калибровки – серия 33600	564
Проверка – серия 33600	565
Диагностика работы – серия 33600	566
Проверка внутренней временной развертки – серия 33600	567
Проверка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом) – серия 33600	568
Проверка напряжения смещения постоянного тока – серия 33600	570
Проверка равномерности в диапазоне 1 В между пиками – серия 33600	571
Проверка равномерности в диапазоне 4 В между пиками – серия 33600	576
Проверка равномерности в диапазоне 8 В между пиками – серия 33600	582

Общая процедура калибровки и регулировки – серия 33600	587
Прерывание выполнения калибровки – серия 33600	588
Последовательность регулировок – серия 33600	589
Самодиагностика – серия 33600	589
Регулировка частоты (внутренняя временная развертка) – серия 33600	589
Регулировка внутреннего АЦП – серия 33600	590
Настройка самокалибровки – серия 33600	591
Регулировка выходного импеданса – серия 33600	592
Регулировка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом) – серия 33600	593
Регулировка равномерности в диапазоне 1 В между пиками – серия 33600	595
Регулировка равномерности в диапазоне 4 В между пиками – серия 33600	598
Регулировка равномерности в диапазоне 8 В между пиками – серия 33600	600
Регулировка канала 2 – серия 33600	601
Ошибки калибровки – серия 33600	612
Блок-схема – серия 33500	614
Блок-схема – серия 33500	616
Блок-схема – серия 33600	616
Блок-схема – серия 33600	619
Источники питания – серия 33500	619
Источники питания – серия 33600	620
Поиск и устранение неисправностей – серия 33500	620
Прибор не работает	621
Сбой самодиагностики прибора	621
Источники питания	621
Ошибки самодиагностики 605 – 609	623
Выход 10 МГц	625
Поиск и устранение неисправностей – серия 33600	626
Прибор не работает	626
Сбой самодиагностики прибора	626
Источники питания	626
Ошибки самодиагностики 607 – 611	630
Выход 10 МГц	632
Процедуры самодиагностики	633
Самодиагностика при включении питания	633
Полная самодиагностика	633
Запуск самодиагностики	633
Номера ошибок и сообщения самодиагностики (для приборов серии 33500)	634
Номера ошибок и сообщения самодиагностики (для приборов серии 33600)	637
Заменяемые детали	642
Разборка прибора – серия 33500	643
Необходимые инструменты	643
Общая процедура разборки	644
Демонтаж основных компонентов	645
Разборка передней панели	648
Разборка прибора – серия 33600	649
Необходимые инструменты	649
Общая процедура разборки	650
Демонтаж основных компонентов	651
Снятие главной панели	652
Замена батареи	653
Необходимые инструменты	654
Процедура	655
Установка интерфейса GPIB (дополнительный модуль)	656

Необходимые инструменты	656
Процедура установки	656
Сохраните крышку GPIB	656
Index	659

Keysight серии Trueform Генератор сигналов

Руководство по эксплуатации и обслуживанию



Настоящий документ содержит информацию по использованию, обслуживанию и программированию генераторов сигналов Keysight серии Trueform. Для получения последних версий микропрограммного обеспечения и документации посетите веб-сайт

www.keysight.com/find/trueformhelp. Для получения последних версий документации для мобильных устройств посетите веб-сайт www.keysight.com/find/trueformmobile.

Справочные листки данных со всеми последними техническими условиями и стандартными характеристиками см. в документе literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5991-3272EN.pdf.

Компания Keysight приветствует комментарии и предложения пользователей по усовершенствованию документации. Оставить свой отзыв на данный документ можно на веб-сайте www.keysight.com/find/trueformdocfeedback.

Программное обеспечение Keysight BenchVue

Генераторы сигналов Keysight серии Trueform работают с программным обеспечением BenchVue, позволяющим легко осуществлять управление несколькими приборами. Для получения дополнительной информации посетите веб-сайт www.keysight.com/find/benchvue.



Программное обеспечение BenchVue позволяет выполнять следующие операции:

- Просмотр и управление всеми приборами стенда на одном экране
- Сохранение и вызов состояния всего стенда
- Сбор данных и снимков экранов с нескольких приборов

Следующие возможности позволяют экономить время:

- Экспорт в приложения Excel, Word и MATLAB с нескольких приборов с синхронизацией по времени
- Экспорт данных генератора сигналов в приложение Word
- Перетаскивание сигналов с генератора сигналов на осциллограф и наоборот
- Встроенная библиотека, из которой можно загрузить документацию на прибор, драйверы, обновления микропрограмм, вопросы и ответы, видео и другие материалы

В любом местоположении можно использовать следующие приложения:

- Мобильные дополнительные приложения для мониторинга и управления стендом

Предварительная информация

Сведения о безопасности и нормативная документация

Модели и модули

Максимальные значения частот сигналов в разных моделях

Информация по эксплуатации

Знакомство с прибором

Быстрый запуск

Функции меню передней панели

Справка по меню передней панели

Процедура настройки локальной сети

Настройка сигнала произвольной формы

Функции прибора

Учебное пособие по генерированию сигналов

Справочное руководство по программированию SCPI

Знакомство с языком SCPI

Сигналы внутренних функций

Список команд и запросов SCPI в алфавитном порядке

Примеры программирования

Краткий справочник по командам

Состояние после восстановления заводских настроек

Сообщения об ошибках SCPI

Информация по обслуживанию и ремонту

Обслуживание и ремонт. Введение

Калибровка и регулировка: серия 33500

Калибровка и регулировка: серия 33600

Блок-схема - серия 33500

Блок-схема - серия 33600

Источники питания - серия 33500

Источники питания - серия 33600

Поиск и устранение неисправностей - серия 33500

Поиск и устранение неисправностей. Серия 33600

Процедуры самодиагностики

Заменяемые детали

Разборка прибора - серия 33500

Разборка прибора - серия 33600

Замена батареи

Установка интерфейса GPIB (дополнительный модуль)

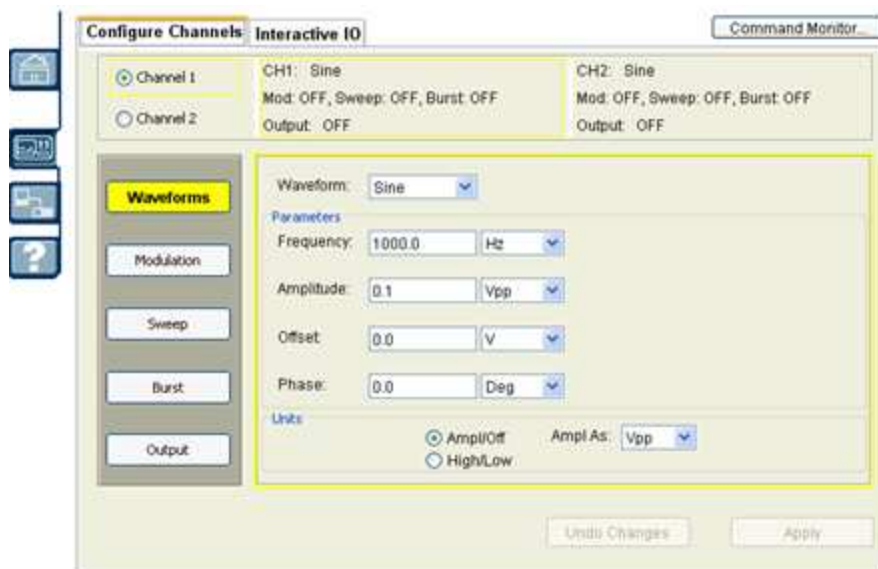
Библиотеки ввода-вывода и драйверы для прибора

Программное обеспечение набора библиотек ввода-вывода **Keysight IO Libraries Suite**, а также инструкции по установке находятся на *Keysight IO Libraries Suite CD*, поставляемом вместе с прибором.

Для получения информации о подключении и настройке интерфейсов USB, ЛВС и GPIB см. *Руководство по подключению интерфейсов USB, ЛВС и GPIB к устройствам Keysight* на компакт-диске *Keysight IO Libraries Suite CD* и на веб-сайте www.keysight.com/find/connectivity.

Веб-интерфейс

Инструмент имеет встроенный веб-интерфейс. Этот интерфейс можно использовать для удаленного доступа и управления прибором через локальную сеть с помощью веб-браузера с поддержкой Java™, например, Microsoft Internet Explorer.



Для использования веб-интерфейса необходимо выполнить следующие действия:

1. Создайте локальное сетевое соединение между ПК и прибором.
2. Откройте веб-браузер на ПК.
3. Запустите веб-интерфейс прибора, указав в адресной строке браузера IP-адрес прибора или полное имя хоста.
4. Следуйте указаниям интерактивной справки веб-интерфейса.

Примеры программ

Несколько примеров программ можно найти на странице продукции веб-сайта (www.keysight.com/find/trueform). Эти программы ориентированы на приложения, и в них используются разные среды программирования. Данный документ также содержит **примеры программирования**, помогающие пользователю начать работу с прибором.

Контактная информация компании Keysight Technologies



Для получения технической поддержки, сервисного или гарантийного обслуживания обратитесь в компанию Keysight Technologies.

США: (800) 829-4444

Европа: 31 20 547 2111

Япония: 0120-421-345

Для получения контактной информации о компании Keysight для различных стран мира см. www.keysight.com/find/assist или обратитесь к местному представителю компании Keysight Technologies.

© Keysight Technologies, Inc., 2013, 2014

Версия 2.0

Декабрь, 2014 г.

Сведения о безопасности и нормативная документация

Примечания

© Keysight Technologies, Inc., 2013, 2014

В соответствии с действующим в США и международным законодательством по охране авторских прав никакая часть этого документа не может быть воспроизведена в любой форме и любыми средствами (в том числе электронными средствами накопления и обработки информации), а также переведена на другой язык без предварительного письменного разрешения Keysight Technologies, Inc.

Информация о руководстве

Номер компонента: 33500-90919

Адрес изготовителя

Keysight Technologies, Inc.
900 S. Taft Ave.
Loveland, CO 80537 USA

Лицензии и обновления программного обеспечения и документации

Компания Keysight выпускает обновления программного обеспечения для устранения дефектов и добавления усовершенствованных элементов продукта. Для получения последних версий микропрограммного обеспечения и документации посетите веб-сайт

www.keysight.com/find/trueformhelp. Для получения последних версий документации для мобильных устройств посетите веб-сайт www.keysight.com/find/trueformmobile.

Часть программного обеспечения данного продукта лицензирована на основании версии 2 Стандартной общественной лицензии ("GPLv2"). Текст лицензии и исходный код можно найти на веб-сайте www.keysight.com/find/GPLV2.

Этот продукт использует Microsoft Windows CE. Компания Keysight настоятельно рекомендует использовать антивирусное программное обеспечение на всех компьютерах с операционной системой Windows, подключенных к инструментам Windows CE. Для получения дополнительной информации посетите веб-сайт www.keysight.com/find/trueform.

Гарантия

Материалы данного документа предоставляются на условии "как есть" и в последующих редакциях могут быть изменены без предварительного уведомления. Более того, в максимально разрешенной соответствующим законом степени компания Keysight отказывается от каких-либо явных или подразумеваемых гарантий в отношении данного руководства и содержащихся в нем сведений, включая, но не ограничиваясь подразумеваемыми гарантиями коммерческой выгоды и пригодности для конкретного использования. Компания

Keysight не несет ответственности за ошибки в данном документе, а также за случайные или косвенные убытки, понесенные в связи с предоставлением, использованием либо выполнением инструкций данного документа или содержащихся в нем сведений. Если между компанией Keysight и пользователем заключено отдельное письменное соглашение, гарантийные условия которого распространяются на материалы данного документа и противоречат настоящим условиям, приоритет имеют положения отдельного соглашения.

Лицензии на использование технологий

Аппаратное и/или программное обеспечение, описанное в настоящем документе, предоставляется по лицензии и может быть использовано или скопировано только в соответствии с условиями таковой.

Пояснения относительно ограничения прав

Если данное программное обеспечение предназначено для работ по исполнению основного контракта или договора субподряда с Правительством США, то согласно положениям DFAR 252.227-7014 (июнь 1995 г.) оно поставляется и лицензируется как "коммерческое программное обеспечение", или согласно положениям статьи FAR 2.101(a) – как "коммерческий продукт" или как "программное обеспечение ограниченного использования" согласно положениям FAR 52.227-19 (июнь 1987 г.) или любым аналогичным правилам или условиям контракта. Использование, копирование или раскрытие данного программного обеспечения подпадает под условия стандартной коммерческой лицензии Keysight Technologies, и неограниченные министерства и ведомства Правительства США имеют ограниченные права на его использование в соответствии с положениями статьи FAR 52.227-19(c) (1-2) (июнь 1987 г.). Согласно статье FAR 52.227-14 (июнь 1987 г.) или статье DFAR 252.227-7015 (b) (2) (ноябрь 1995 г.), Правительство США имеет ограниченные права на использование технических данных.

Уведомления по безопасности

ВНИМАНИЕ

Надпись "Внимание" предупреждает об опасности. Ею обозначаются процедуры или приемы работы, неправильное выполнение либо несоблюдение которых может привести к повреждению прибора или потере важных данных. Выполнение инструкций, следующих за этим предупреждением, допустимо только при полном понимании и соблюдении всех указанных требований.

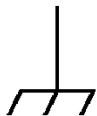
ОСТОРОЖНО

Надпись "Предупреждение" сообщает об опасности. Ею обозначаются процедуры или приемы работы, неправильное выполнение либо несоблюдение которых может привести к серьезным травмам или нести угрозу для жизни. Выполнение действий, о которых идет речь в уведомлении "Предупреждение", допустимо только при полном понимании и соблюдении всех указанных требований.

Предупреждающие символы



Переменный ток



Разъем подключения к корпусу (функциональное заземление)



Питание в режиме ожидания. Прибор в выключенном состоянии не полностью отключен от сети питания переменного тока.



ОСТОРОЖНО Риск поражения электрическим током



ВНИМАНИЕ См. сопроводительную документацию



Разъем защитного заземления (защитное заземление)



Знак CE является зарегистрированным товарным знаком Европейского союза.



Знак ETL является зарегистрированным товарным знаком компании Intertek. Применяется только для приборов серии 33500.



Метка CSA с подстрочным индексом "c" и "us" обозначает, что прибор прошел сертификацию в соответствии с применяемыми стандартами Канады и США соответственно. Применяется только для приборов серии 33600.



N10149

Знак в виде буквы C с галочкой является зарегистрированным товарным знаком Австралийской организации по управлению спектрами. Он обозначает соответствие нормативной документации по электромагнитной совместимости, принятой в Австралии, удовлетворяющей условиям закона о радиосвязи от 1992 года.



Содержит по крайней мере одно из 6 опасных веществ в количестве, превышающем максимальное значение концентрации. Период использования продукта без вредного воздействия на окружающую среду составляет 40 лет.

1SM 1-A

Это текст указывает на то, что этот прибор является продуктом класса A промышленной, научной и медицинской группы 1 (CISPR 11, раздел 4).

ICES/NMB-001 Это устройство для промышленных, научных и медицинских целей соответствует канадскому стандарту ICES-001.

Cet appareil ISM est conforme à la norme NMB-001 du Canada.



Этот продукт соответствует требованиям директивы WEEE (2002/96/EC). Данная товарная этикетка указывает на то, что не следует утилизировать данный электрический/электронный продукт вместе с бытовыми отходами.

Для возврата продуктов обратитесь в местное представительство компании Keysight или посетите сайт

www.keysight.com/environment/product/, чтобы получить дополнительную информацию.



Оборудование относится к классу A, подходит для профессионального использования и предназначено для применения в электромагнитной обстановке под открытым небом.

이 기기는 업무용 (A 급) 전자파적합기기로서 판매자 또는 사용자는 이 점을 주의하시기 바라며, 가정외의 지역에서 사용하는 것을 목적으로 합니다.

Дополнительные уведомления по безопасности

При использовании данного прибора необходимо соблюдать следующие общие меры предосторожности. Несоблюдение этих мер предосторожности или определенных предупреждений или инструкций, приведенных в какой-либо другой части данного руководства, нарушает правила техники безопасности разработки, производства и предполагаемого использования прибора. Компания Keysight Technologies не несет ответственности за несоблюдение пользователем требований.

Общие сведения

Не используйте прибор каким-либо способом, не указанным производителем. Функции защиты данного прибора могут быть нарушены, если он используется не по назначению, определенному в инструкциях по эксплуатации.

Перед включением питания

Убедитесь, что соблюдены все меры предосторожности. Перед включением питания выполните все подключения к прибору.

Заземление прибора

Этот прибор оборудован разъемами защитного заземления. Для снижения риска поражения электрическим током прибор следует подключать к сети переменного тока, используя кабель питания с заземлением, заземляющий провод которого плотно прилегает соответствующей клемме (защитное заземление) розетки сети питания. Любой разрыв в защитном (заземляющем) проводе или отключение от разъема защитного заземления ведет к возникновению потенциальной возможности поражения электрическим током, что может привести к травме.

- Не включайте прибор во взрывоопасной атмосфере.
- Не используйте прибор при наличии горючих газов или паров.
- Только квалифицированный, обученный обслуживанию персонал, предупрежденный о возможной опасности, может снимать крышки прибора. Перед снятием крышки всегда следует отключать кабель питания и все внешние цепи.

Не модифицируйте прибор

Не устанавливайте в прибор заменяющие детали и не делайте в нем какие-либо неразрешенные изменения. Доставьте прибор в торгово-сервисное представительство Keysight для обслуживания и ремонта, чтобы обеспечить сохранение функций безопасности.

В случае повреждения

Следует отключить поврежденные приборы или приборы с дефектами и принять меры, исключающие их случайное использование, пока квалифицированным обслуживающим персоналом не будет выполнен ремонт.

ВНИМАНИЕ

Если в технических характеристиках не указано иное, этот прибор или система предназначена для использования внутри помещения с категорией установки II и степенью загрязнения окружающей среды 2 в соответствии с директивами IEC 61010-1 и 664. Работу можно выполнять при максимальной относительной влажности от 5 % до 80 % и максимальной температуре 40 °C (без конденсата). Прибор или система предназначена для работы на высоте над уровнем моря до 3000 метров при температуре от 0 до 55 °C.

Техническая поддержка

При наличии вопросов о поставке, гарантии, обслуживании или технической поддержке **обращайтесь в компанию Keysight Technologies.**

Declaration of Conformity

Declarations of Conformity for this product and for other Keysight products may be downloaded from the Keysight Regulatory Web site:

<http://regulations.products.keysight.com/DoC/search.htm>

Модели и модули

В этом разделе описаны модели и модули приборов серии Trueform. Для получения информации о загрузке лицензий для модулей с помощью передней панели см. раздел **Установка лицензий**. Для получения информации о загрузке лицензий с помощью SCPI см. раздел **Команды SYSTem:LiCense**.

Модели прибора

Модели приборов с номерами вида 335XXA или 335XXB относятся к серии 33500, а модели приборов с номерами вида 336XXA – к серии 33600. Вместе серии приборов 33500 и 33600 представляют серию генераторов сигналов Trueform. Если не указано иное, все статьи настоящего руководства относятся ко всем приборам серии Trueform.

Номер модели имеющегося прибора указан на этикетке на его передней панели. Узнать номер модели можно также выполнив запрос *IDN? в интерфейсе дистанционного управления или нажав кнопку **[System] > Help > About** на передней панели.

Номера моделей и модулей серии Trueform и их описания приведены в следующей таблице.

Модель	Описание	Модули
33521A	30 МГц Один канал Сигналы произвольной формы Обеспечение безопасности NISPOМ Память 1 Мвыб. на канал	002 – память для сигналов произвольной формы 16 Мвыб. 004 – интерфейс GPIB 010 – высокостабильная временная развертка ОСХО
33522A	30 МГц Два канала Сигналы произвольной формы Обеспечение безопасности NISPOМ Память 1 Мвыб. на канал	002 – память для сигналов произвольной формы 16 Мвыб. 004 – интерфейс GPIB 010 – высокостабильная временная развертка ОСХО
33509B	20 МГц Один канал Произвольные сигналы отсутствуют	ОСХ – добавление высокостабильной временной развертки ОСХО SEC – включение защиты файлов NISPOМ &

Модель	Описание	Модули
33510B	20 МГц Два канала Произвольные сигналы отсутствуют	OCX – добавление высокостабильной временной развертки OCXO SEC – включение защиты файлов NISPOM &
33511B	20 МГц Один канал Сигналы произвольной формы	MEM – память 16 Мвыб. на канал OCX – добавление высокостабильной временной развертки OCXO SEC – включение защиты файлов NISPOM &
33512B	20 МГц Два канала Сигналы произвольной формы	MEM – память 16 Мвыб. на канал OCX – добавление высокостабильной временной развертки OCXO SEC – включение защиты файлов NISPOM & IQP – добавление проигрывателя сигнала IQ основной полосы частот
33519B	30 МГц Один канал Произвольные сигналы отсутствуют	OCX – добавление высокостабильной временной развертки OCXO SEC – включение защиты файлов NISPOM &
33520B	30 МГц Два канала Произвольные сигналы отсутствуют	OCX – добавление высокостабильной временной развертки OCXO SEC – включение защиты файлов NISPOM &
33521B	30 МГц Один канал Сигналы произвольной формы	MEM – память 16 Мвыб. на канал OCX – добавление высокостабильной временной развертки OCXO SEC – включение защиты файлов NISPOM &
33522B	30 МГц Два канала Сигналы произвольной формы	MEM – память 16 Мвыб. на канал OCX – добавление высокостабильной временной развертки OCXO SEC – включение защиты файлов NISPOM & IQP – добавление проигрывателя сигнала IQ основной полосы частот
33611A	80 МГц Один канал Сигналы произвольной формы	MEM – память 64 Мвыб. на канал OCX – добавление высокостабильной временной развертки OCXO SEC – включение защиты файлов NISPOM &
33612A	80 МГц Два канала Сигналы произвольной формы	MEM – память 64 Мвыб. на канал OCX – добавление высокостабильной временной развертки OCXO SEC – включение защиты файлов NISPOM & IQP – добавление проигрывателя сигнала IQ основной полосы частот

Модель	Описание	Модули
33621A	120 МГц Один канал Сигналы произвольной формы	MEM – память 64 Мвыб. на канал OCX – добавление высокостабильной временной развертки OCXO SEC – включение защиты файлов NISPOM & GPB – модуль интерфейса GPIB, установленный на заводе
33622A	120 МГц Два канала Сигналы произвольной формы	MEM – память 64 Мвыб. на канал OCX – добавление высокостабильной временной развертки OCXO SEC – включение защиты файлов NISPOM & IQP – добавление проигрывателя сигнала IQ основной полосы частот GPB – модуль интерфейса GPIB, установленный на заводе

Обновления для приборов серии 33500 с одним и двумя каналами

Модель	Описание
335BW1U	Расширение полосы пропускания до 30 МГц для моделей с одним каналом
335BW2U	Расширение полосы пропускания до 30 МГц для моделей с двумя каналами
335ARB1U	Добавление сигналов произвольной формы для моделей с одним каналом
335ARB2U	Добавление сигналов произвольной формы для моделей с двумя каналами
335MEM1U	Память 16 Мвыб. на канал для моделей с одним каналом
335MEM2U	Память 16 Мвыб. на канал для моделей с двумя каналами
33500U-OCX	Добавление высокостабильной временной развертки OCXO
335SECU	Добавление безопасности NISPOM и безопасности файлов
335IQPU	Добавление проигрывателя сигнала IQ основной полосы частот
33522B-DST	Включение всех модулей программного обеспечения для демонстрации

Обновления для приборов серии 33600 с одним и двумя каналами

Модель	Описание
336BW1U	Расширение полосы пропускания до 120 МГц для моделей с одним каналом
336BW2U	Расширение полосы пропускания до 120 МГц для моделей с двумя каналами
336MEM1U	Память 64 Мвыб. на канал для моделей с одним каналом
336MEM2U	Память 64 Мвыб. на канал для моделей с двумя каналами
33600U-OCX	Добавление высокостабильной временной развертки OCXO
336SECU	Добавление безопасности NISPOМ и безопасности файлов
336IQPU	Добавление проигрывателя сигнала IQ основной полосы частот
33622A-DST	Включение всех модулей программного обеспечения для демонстрации
3446GPBU	Модуль интерфейса GPIB, устанавливаемый пользователем

Максимальные значения частот сигналов в разных моделях**Серия 33500, низкочастотные модели****33509B 33510B 33511B 33512B**

Сигнал	Максимальная частота
Синусоидальный	20 МГц
Прямоугольный/импульсный	20 МГц
Шум	20 МГц
Пилообразный/треугольный	200 кГц
Псевдослучайная двоичная последовательность (PRBS)	50 Мбит/с
Произвольный	160 Мвыб./с

Серия 33500, высокочастотные модели

33521A 33522A 33519B 33520B 33521B 33522B или другие модели серии 33500 с модулем 335BW1U или 335BW2U.

Сигнал	Максимальная частота
Синусоидальный	30 МГц

Сигнал	Максимальная частота
Прямоугольный/импульсный	30 МГц
Шум	30 МГц
Пилообразный/треугольный	200 кГц
Псевдослучайная двоичная последовательность (PRBS)	50 Мбит/с
Произвольный	250 Мвыб./с

Серия 33600, низкочастотные модели

33611A 33612A

Сигнал	Максимальная частота
Синусоидальный	60 МГц до 10 В между пиками 80 МГц до 8 В между пиками
Прямоугольный/импульсный	50 МГц до 10 В между пиками
Шум	60 МГц до 10 В между пиками 80 МГц до 8 В между пиками
Пилообразный/треугольный	800 кГц
Псевдослучайная двоичная последовательность (PRBS)	100 Мбит/с
Произвольный	660 Мвыб./с

Серия 33600, высокочастотные модели

33621A 33622A или другие модели серии 33600 с модулем 336BW1U или 336BW2U.

Сигнал	Максимальная частота
Синусоидальный	60 МГц до 10 В между пиками 80 МГц до 8 В между пиками 120 МГц до 4 В между пиками
Прямоугольный/импульсный	50 МГц до 10 В между пиками 100 МГц до 4 В между пиками
Шум	60 МГц до 10 В между пиками 80 МГц до 8 В между пиками 120 МГц до 4 В между пиками
Пилообразный/треугольный	800 кГц
Псевдослучайная двоичная последовательность (PRBS)	100 Мбит/с, до 10 В между пиками 200 Мбит/с, до 4 В между пиками

Сигнал	Максимальная частота
Произвольный	1 Гвыб./с

Информация по эксплуатации

Знакомство с прибором

Быстрый запуск

Функции меню передней панели

Справка по меню передней панели

Процедура настройки локальной сети

Настройка сигнала произвольной формы

Функции прибора

Учебное пособие по генерированию сигналов

Знакомство с прибором

Серия Keysight Technologies Trueform представляет собой генераторы синтезированных сигналов со встроенными функциями генерирования сигналов произвольной формы и импульсных сигналов.

Краткий обзор прибора

Краткий обзор передней панели

Краткий обзор дисплея на передней панели

Ввод чисел с передней панели

Краткий обзор задней панели

Краткий обзор прибора

Благодаря сочетанию компактного размера и функций системы прибор является универсальным решением на сегодняшний день и для использования в будущем.

Удобные функции в компактном корпусе

- 16 стандартных сигналов
- Встроенная функция генерирования сигналов произвольной формы 16 бит (серия 33500) или 14 бит (серия 33600)
- Функция генерирования точного импульсного сигнала с регулируемой длительностью фронта
- ЖК-дисплей с числовым и графическим представлением
- Простая в использовании ручка и цифровая клавиатура
- Возможность сохранения состояний прибора с задаваемыми пользователем именами

Информация по эксплуатации

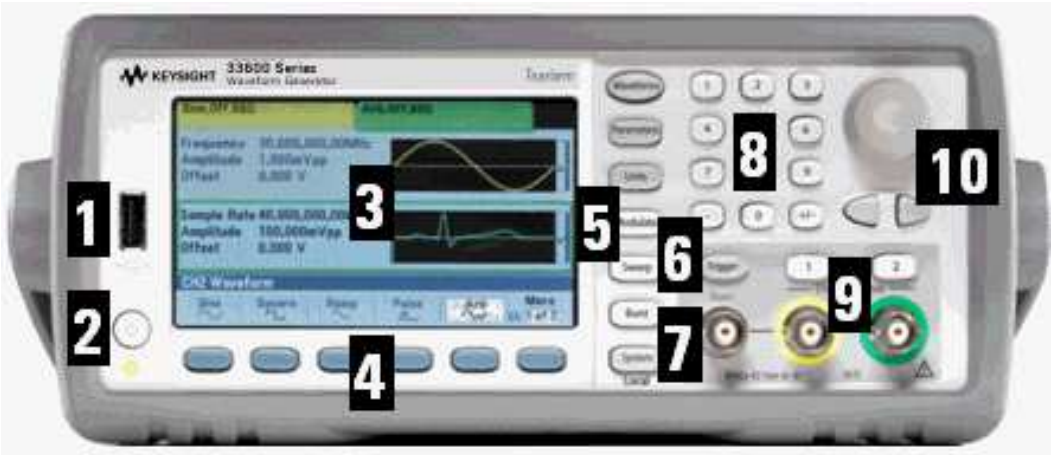
- Портативный защищенный корпус с нескользящими ножками
- Изолированные выводы размыкающих контуров заземления

Гибкие функции системы

- Загружаемая память сигналов 1 Мвыб. (серия 33500) или 4 Мвыб. (серия 33600). Данная функция может быть **обновлена до 16 Мвыб. (серия 33500) или 64 Мвыб. (серия 33600).**
- Интерфейсы дистанционного управления USB, GPIB и ЛВС (GPIB устанавливается дополнительно на некоторых моделях. Для получения более подробной информации см. раздел **Модели и модули.**)
- Соответствие классу С стандарта LXI
- Соответствие стандарту SCPI (стандартные команды для программируемых приборов)

Краткий обзор передней панели

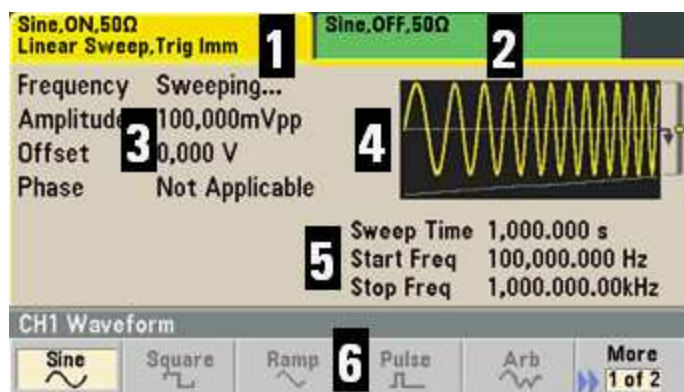
ОСТОРОЖНО BNC-коннекторы (центральный контакт и оплетка) на передней панели прибора изолированы от корпуса до напряжения ± 42 В (макс.). Оплетки этих BNC-коннекторов соединены друг с другом, и внутренняя электрическая цепь стремится сохранять изоляцию от корпуса в пределах ± 42 В (макс.). Увеличение изолируемого от корпуса напряжения до величины более ± 42 В может привести к поломке инструмента, получению травмы и представлять угрозу для жизни.



Элемент	Описание
1	Порт USB
2	Переключатель вкл./выкл.
3	Дисплей
4	Программные кнопки меню
5	Кнопки фиксированных функций (семикнопочная панель)
6	Кнопка запуска вручную
7	Разъем Sync
8	Цифровая клавиатура
9	Канал 1 и канал 2 (в зависимости от модели)
10	Ручка и кнопки со стрелками для управления курсором

Примечание Нажмите и удерживайте любую кнопку на передней панели или программную кнопку, чтобы получить контекстную справку.

Краткий обзор дисплея на передней панели



Элемент	Описание
1	Информация о канале 1
2	Информация о канале 2 (в зависимости от модели)
3	Параметры сигнала
4	Отображение сигнала
5	Параметры развертки, модуляции и пакетного сигнала
6	Надписи программных кнопок

Ввод чисел с передней панели

Существует два способа ввода чисел на передней панели.

- Используйте ручку и кнопки управления курсором для изменения числа. Поворачивайте ручку, чтобы изменить цифру (увеличение по часовой стрелке). С помощью кнопок со стрелками под ручкой можно перемещать курсор.



- Используйте клавиатуру для ввода чисел и программные кнопки – для выбора единиц измерения. С помощью кнопки [+/-] можно изменить знак числа.



Краткий обзор задней панели

Задние панели приборов серий 33500 и 33600 имеют одинаковые характеристики, но соответствующие им элементы отличаются расположением, как показано далее.

Серия 33500



Серия 33600



Элемент	Описание
1	Вход для внешнего опорного сигнала 10 МГц
2	Выход для внутреннего опорного сигнала 10 МГц
3	Разъем GPIB
4	Заземление корпуса
5	Блокировка кабеля прибора
6	Источник питания переменного тока

Элемент	Описание
7	Вход внешней модуляции
8	Внешний запуск/стробирование/частотная манипуляция/пакетный сигнал (вход и выход)
9	Разъем интерфейса USB
10	Разъем подключения к локальной сети (ЛВС)

ОСТОРОЖНО Входной BNC-коннектор внешнего опорного сигнала 10 МГц (центральный и боковой контакты) на задней панели прибора изолированы от корпуса до напряжения ± 42 В (макс.). Боковой контакт BNC-коннектора изолирован от остальных компонентов прибора. Внутренняя электрическая цепь стремится сохранять изоляцию от корпуса в пределах ± 42 В (макс.). Попытки увеличения напряжения между этим входом и корпусом до величины более ± 42 В могут привести к поломке прибора, получению травмы и нести угрозу для жизни.

ОСТОРОЖНО Входной BNC-коннектор внешней модуляции (центральный контакт и оплетка) на задней панели прибора изолированы от корпуса до напряжения ± 42 В (макс.). Оплетка этого разъема BNC соединена с оплеткой BNC-коннекторов на передней панели. Внутренняя электрическая цепь стремится сохранять изоляцию от корпуса в пределах ± 42 В (макс.). Попытки увеличения напряжения между выводами и корпусом до величины более ± 42 В могут привести к поломке инструмента, получению травмы и представлять угрозу для жизни.

ОСТОРОЖНО Данное оборудование имеет класс защиты 1 (корпус должен быть подключен к защитному заземлению). Подключайте кабель питания только к электрической розетке, имеющей контакт для защитного заземления.

Быстрый запуск

В этом разделе описаны основные процедуры, позволяющие быстро приступить к использованию прибора.

- Подготовка прибора к использованию
- Регулировка ручки для переноски
- Установка выходной частоты
- Установка выходной амплитуды
- Установка смещения напряжения постоянного тока
- Установка значений максимального и минимального уровня
- Выход напряжения постоянного тока
- Установка коэффициента заполнения сигнала прямоугольной формы

Информация по эксплуатации

- Настройка импульсного сигнала
- Выбор сохраненного сигнала произвольной формы
- Использование встроенной справочной системы
- Монтаж прибора в стойке

Подготовка прибора к использованию

Убедитесь в наличии следующих компонентов. Если какой-либо компонент отсутствует, обратитесь в ближайшее торговое представительство Keysight или к авторизованному торговому посреднику Keysight.

- Кабель питания (для страны назначения)
- Сертификат калибровки
- *Компактдиск с материалами для приборов Keysight серии Trueform* (программное обеспечение продукта, примеры программирования и руководства)
- *Компактдиск с набором библиотек Keysight IO*
- Кабель USB 2.0

Примечание: Вся документацию по продукту можно найти на *компактдиске с материалами для приборов Keysight серии Trueform*. Для получения последних версий микропрограммного обеспечения и документации посетите веб-сайт www.keysight.com/find/trueformhelp. Для получения последних версий документации для мобильных устройств посетите веб-сайт www.keysight.com/find/trueformmobile.

Прибор можно подключать к источнику питания 100–240 В, 50/60 Гц или 100–120 В, 400 Гц. Максимальная потребляемая мощность составляет 150 ВА. Используйте подходящий для прибора кабель питания, соответствующий также электрическим правилам и нормам, применяемым в вашей стране. Подключите кабель питания и кабель локальной сети, GPIB или USB в соответствии с необходимостью. Включите прибор, нажав выключатель питания в нижнем левом углу передней панели. Прибор запустит процедуру самодиагностики при включении питания, а затем отобразит сообщение с информацией о получении справки и текущем IP-адресе. Если установлен и включен модуль GPIB, отобразится также адрес GPIB.

Выключатель питания:



По умолчанию прибор генерирует синусоидальный сигнал 1 кГц, 100 мВ (в разъем с нагрузкой 50 Ом). При включении питания выходные разъемы каналов отключаются. Чтобы включить выходной сигнал разъема канала, нажмите кнопку над разъемом канала, а затем нажмите программную кнопку **Output Off / On**.

Если прибор не включился, проверьте надежность подключения кабеля питания. Также убедитесь, что прибор подключен к источнику питания, находящемуся под напряжением. Если индикатор под выключателем питания не горит, прибор не подключен к сети питания переменного тока. Если индикатор горит желтым, прибор находится в режиме ожидания и подключен к сети питания переменного тока. Если индикатор горит зеленым, прибор включен.

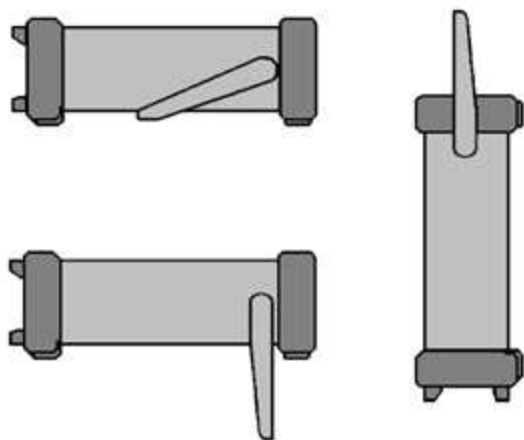
Если произойдет сбой самодиагностики при включении питания, на дисплее в правом верхнем углу отобразится сообщение **ERR**. Также отобразится сообщение **"Check for error messages in the error queue"**.

Для получения информации о кодах ошибок см. раздел **Сообщения об ошибках SCPI**. Для получения инструкций по обслуживанию прибора см. раздел **Обслуживание и ремонт – введение**.

Чтобы выключить прибор, удерживайте выключатель питания нажатым в течение приблизительно 500 мс. Это позволяет предотвратить выключение прибора при случайном нажатии выключателя питания.

Регулировка ручки для переноски

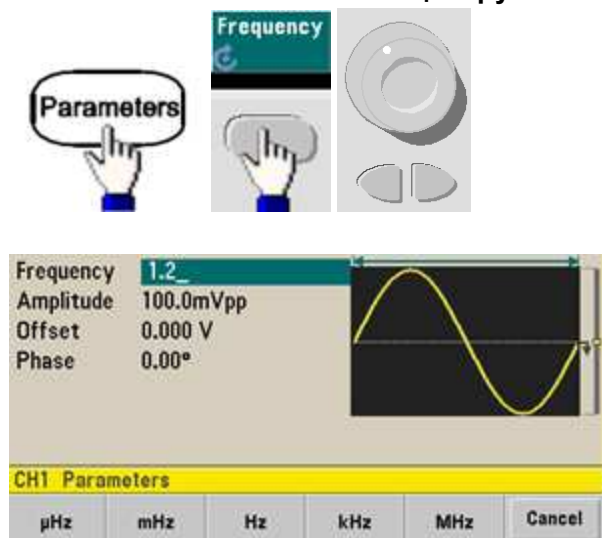
Возьмитесь за боковые части ручки, потяните ее наружу и поверните.



Установка выходной частоты

По умолчанию задана частота 1 кГц. Можно изменить частоту и задать единицы измерения периода вместо Гц.

Изменение частоты с помощью ручки:



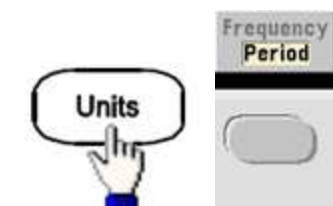
Изменение частоты с помощью цифровой клавиатуры:



Завершение при выборе единиц измерения частоты:



Изменение единиц измерения на период вместо частоты:



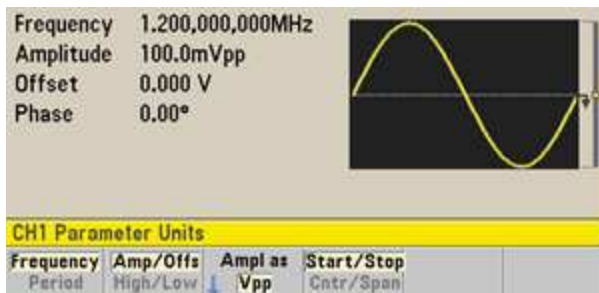
Установка выходной амплитуды

По умолчанию прибор генерирует синусоидальный сигнал 1 кГц, 100 мВ (в разъем с нагрузкой 50 Ом).

При выполнении следующих шагов значение амплитуды изменяется на 50 мВ между пиками.

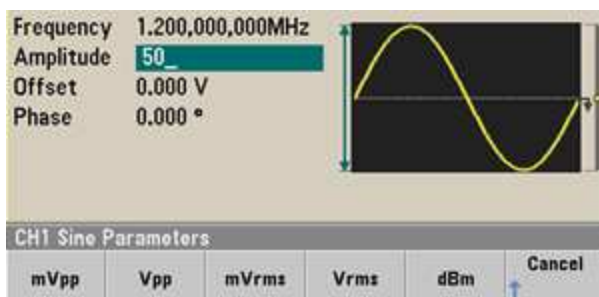
1. Нажмите [Units] > **Amp/Offs** или **High/Low**, чтобы выбрать режим **Amp/Offs**.

Отображаемая амплитуда соответствует значению при включении питания или значению амплитуды, заданному ранее. При изменении функций используется та же амплитуда, если ее значение подходит для новой функции. Чтобы выбрать установку напряжения в виде амплитуды и смещения или максимального и минимального значений, нажмите кнопку [Units], а затем вторую программную кнопку. В данном случае выделен режим **Amp/Offs**.



2. **Введите необходимое значение амплитуды.**

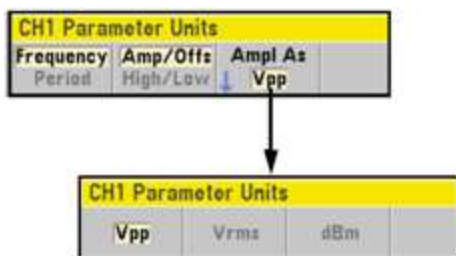
Нажмите [Parameters] > **Amplitude**. С помощью цифровой клавиатуры введите число 50.



3. Выберите необходимые единицы измерения.

Нажмите программную кнопку, которая соответствует этим единицам измерения. При выборе единиц измерения прибор выводит сигнал с отображающейся амплитудой (если включен вывод). Для данного примера нажмите **mVpp**.

Нужное значение также можно задать с помощью ручки и кнопок со стрелками. При этом не требуется использовать программную кнопку единиц измерения. Единицы измерения можно легко менять. Просто нажмите **[Units] > Ampl As** и выберите необходимые единицы измерения.

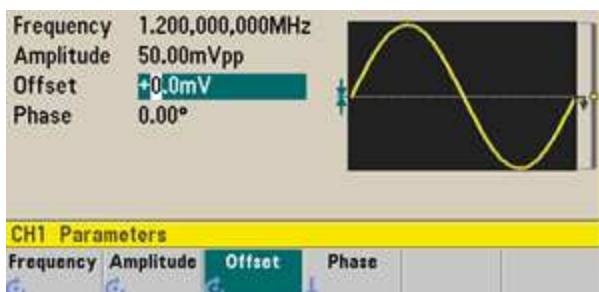


Установка смещения напряжения постоянного тока

При включении питания смещение постоянного тока равно 0 В. При выполнении следующих шагов устанавливается смещение 1,5 В постоянного тока.

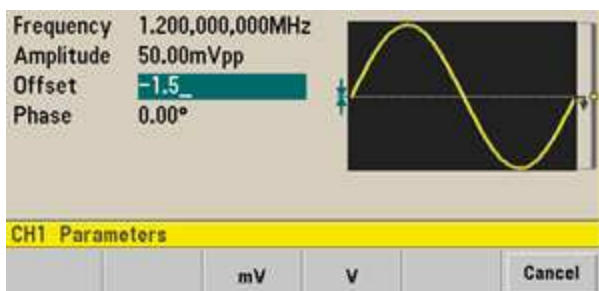
1. Нажмите [Parameters] > Offset.

Отображаемое напряжение смещения соответствует значению при включении питания или значению смещения, заданному ранее. При изменении функций используется то же смещение, если текущее значение подходит для новой функции.



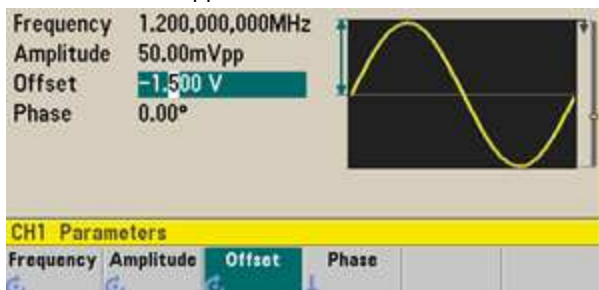
2. Введите нужное значение смещения.

В данном случае с помощью цифровой клавиатуры вводится значение 1,5.



3. Выберите необходимые единицы измерения.

Нажмите программную кнопку, соответствующую необходимым единицам измерения. При выборе единиц измерения прибор выводит сигнал с отображающимся смещением (если включен вывод). Для данного примера нажмите V. Напряжение будет настроено, как показано далее.

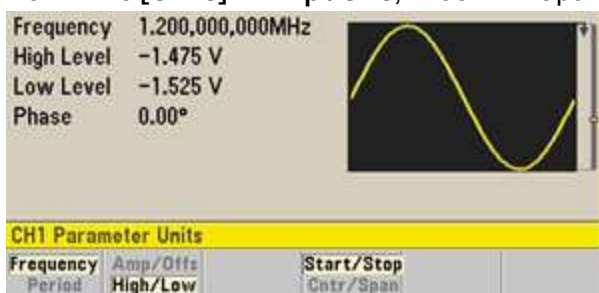


Нужное значение также можно задать с помощью ручки и кнопок со стрелками.

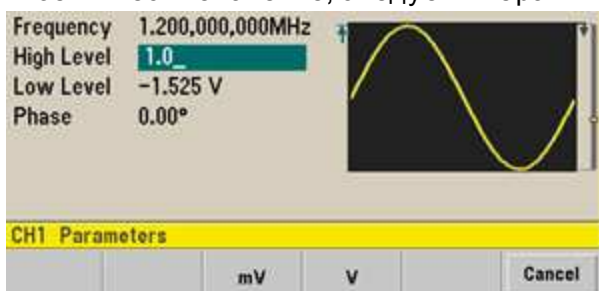
Установка значений максимального и минимального уровня

Можно задать сигнал, установив его амплитуду и смещение постоянного тока, как описано выше. Сигнал можно также задать, указав максимальное и минимальное значение. Как правило, это удобно при использовании цифровых приборов. В следующем примере в качестве максимального уровня будет задано значение 1,0 В, а в качестве минимального уровня – значение 0,0 В.

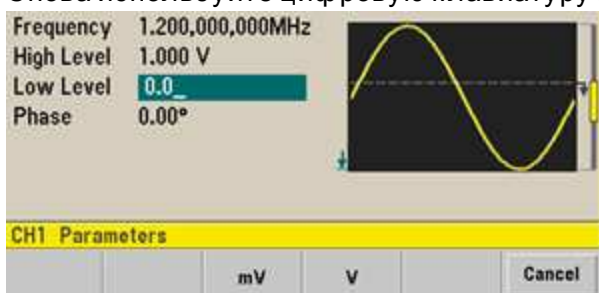
1. Нажмите **[Units]** > **Ampl/Offs**, чтобы выбрать режим **High/Low**, как показано далее.



2. Нажмите **[Parameters]** > **High Level**. Используя цифровую клавиатуру или ручку и кнопки со стрелками, выберите значение 1,0 В. (При использовании цифровой клавиатуры чтобы ввести значение, следует выбрать программную кнопку единиц измерения **V**).



3. Нажмите программную кнопку **Low Level** и задайте значение. Снова используйте цифровую клавиатуру или ручку, чтобы ввести значение 0,0 В.



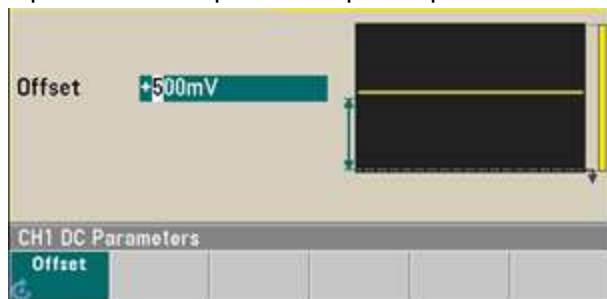
Эти настройки (максимальное значение = 1,0 В и минимальное значение = 0,0 В) равносильны заданным значениям амплитуды 1,0 В между пиками и смещения – 500 мВ.

Выход напряжения постоянного тока

Можно вывести неизменное напряжение постоянного тока от -5 В до +5 В с нагрузкой 50 Ω или от -10 В до +10 В с высоко-импедансной нагрузкой.

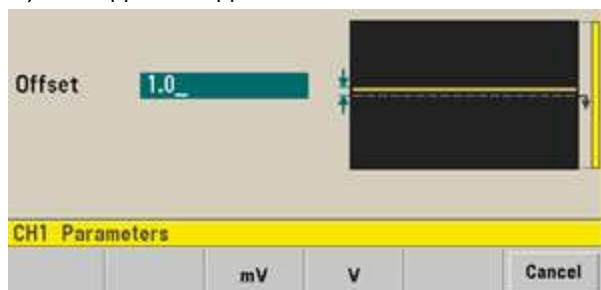
1. Нажмите [Waveforms] > More > DC.

При этом выбирается параметр **Offset**.



2. **Введите необходимое значение смещения напряжения.**

Используя цифровую клавиатуру или ручку, введите 1,0 и нажмите программную кнопку **V**, если для ввода использовалась клавиатура.



Установка коэффициента заполнения сигнала прямоугольной формы

Коэффициент заполнения сигнала прямоугольной формы при включении питания по умолчанию равен 50 %. Коэффициент заполнения ограничивается значением минимальной ширины импульса 16 нс для серии 33500 или 5 нс до 4 В между пиками и 8 нс до 10 В между пиками для серии 33600. При выполнении следующей процедуры для коэффициента заполнения устанавливается значение 75 %.

1. Выберите функцию сигнала прямоугольной формы.

Нажмите [Waveforms] > Square.

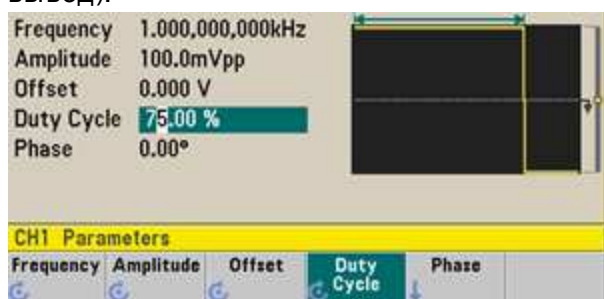
2. Нажмите программную кнопку Duty Cycle.

Отображаемый коэффициент заполнения соответствует значению при включении питания или значению в процентах, заданному ранее. Коэффициент заполнения представляет период времени цикла, когда сигнал прямоугольной формы находится на максимальном уровне.



3. Введите необходимый коэффициент заполнения.

Используя цифровую клавиатуру или ручку и кнопки со стрелками, выберите для коэффициента заполнения значение 75. При использовании цифровой клавиатуры нажмите **Percent**, чтобы закончить ввод. Прибор мгновенно отрегулирует коэффициент заполнения и выведет сигнал прямоугольной формы с заданным значением (если включен вывод).



Настройка импульсного сигнала

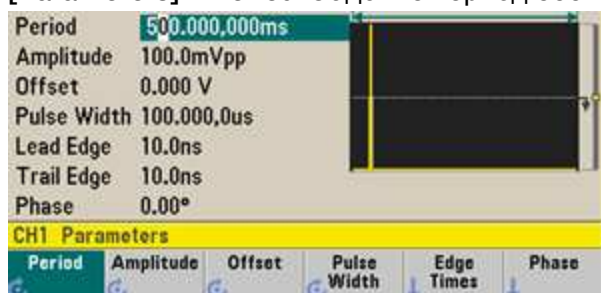
Можно выполнить настройку прибора для вывода импульсного сигнала с разной шириной импульса и длительностью фронта. При выполнении следующих шагов настраивается периодический импульсный сигнал 500 мс с шириной импульса 10 мс и длительностью фронта 50 нс.

1. Выберите функцию импульса.

Нажмите [Waveforms] > Pulse, чтобы выбрать функцию импульса.

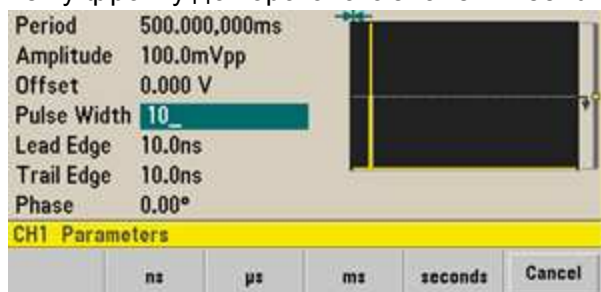
2. Задайте период импульса.

Нажмите кнопку [Units], а затем нажмите **Frequency/Period** и выберите **Period**. Нажмите [Parameters] > Period. Задайте период 500 мс.



3. Задайте ширину импульса.

Нажмите [Parameters] > Pulse Width. После этого установите для ширины импульса значение 10 мс. Ширина импульса представляет время от порогового значения 50 % по переднему фронту до порогового значения 50 % по следующему заднему фронту.



4. Задайте длительность обоих фронтов.

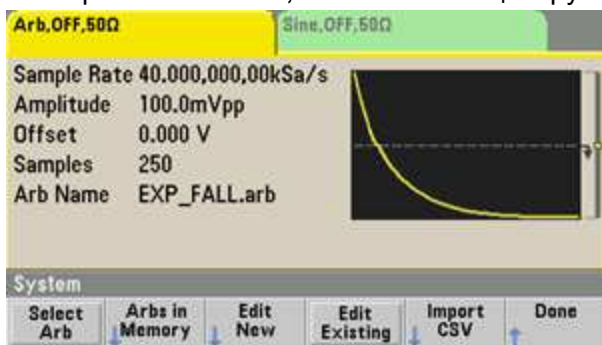
Нажмите программную кнопку **Edge Times**, затем задайте для длительности переднего и заднего фронта значение 50 нс. Длительность фронта представляет время от порогового значения 10% до порогового значения 90% по каждому фронту.

Выбор сохраненного сигнала произвольной формы

В энергонезависимой памяти хранится девять сигналов произвольной формы: кардиосигнал, сигнал в форме производной от функции Лоренца, сигналы с экспоненциальным спадом и экспоненциальным нарастанием, гауссовский сигнал, гаверсинус, сигнал в форме функции Лоренца, пилообразный сигнал с отрицательным наклоном и сигнал в форме кардинального синуса.

При выполнении этой процедуры с помощью передней панели осуществляется выбор сигнала "с экспоненциальным спадом" из памяти. Для получения информации о создании пользовательского сигнала произвольной формы см. раздел [Настройка сигнала произвольной формы](#).

1. Нажмите [Waveforms] > Arb > Arbs.
2. Выберите **Select Arb**, затем с помощью ручки выберите **Exp_Fall**. Нажмите кнопку **Select**.

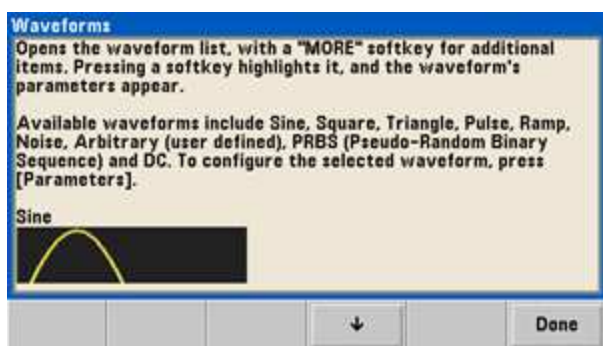


Использование встроенной справочной системы

Встроенная справочная система предоставляет контекстную справку относительно любой кнопки на передней панели или программной кнопки меню. Разделы справки также помогут выполнить несколько операций с использованием элементов управления передней панели.

Просмотр справочной информации для функциональной кнопки

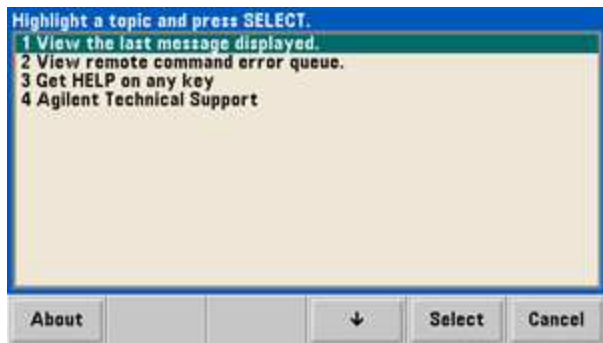
Нажмите и удерживайте любую программную кнопку или кнопку на передней панели, например, **[Waveforms]**. Если сообщение слишком большое и не отображается на дисплее полностью, нажмите программную кнопку со стрелкой вниз или используйте ручку, чтобы просмотреть оставшуюся информацию.



Нажмите кнопку **Done**, чтобы выйти из справки.

Просмотр списка разделов справки.

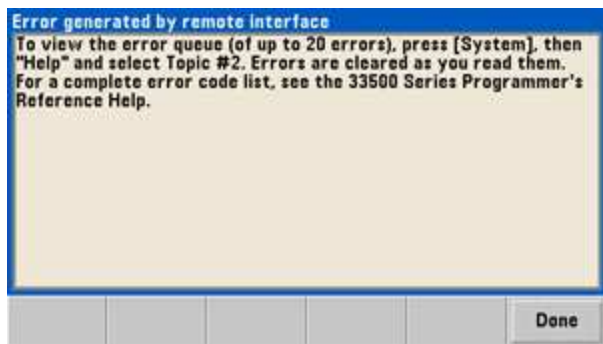
Нажмите **[System] > Help**, чтобы просмотреть список доступных разделов справки. Чтобы прокрутить список, нажимайте программные кнопки со стрелками вверх и вниз или используйте ручку. Выберите раздел **Get HELP on any key** и нажмите **Select**. Учтите, что разделы могут отличаться списка, приведенного далее, в зависимости от модели и версии микропрограммы.



Нажмите кнопку **Done**, чтобы выйти из справки.

Просмотр справочной информации для отображаемых сообщений.

При превышении предельных значений или обнаружении недопустимой настройки прибор отображает сообщение. Встроенная справочная система предоставляет дополнительную информацию по самому последнему сообщению. Нажмите **[System]** > **Help**. Затем выберите раздел **View the last message displayed** и нажмите **Select**.



Нажмите кнопку **Done**, чтобы выйти из справки.

Примечание

Язык справки

Все сообщения, контекстная справка и разделы справки доступны на английском, китайском, французском, немецком, японском, корейском и русском языках. Подписи программных кнопок меню и сообщения строк состояния не переведены. Чтобы выбрать необходимый язык, нажмите **[System]** > **System Setup** > **User Settings** > **Help Lang**. Затем выберите необходимый язык.

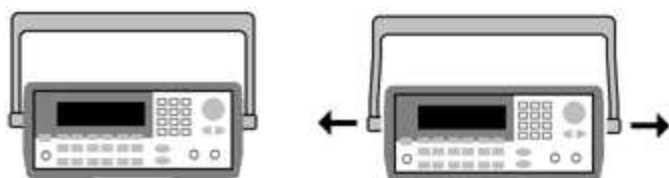
Монтаж прибора в стойке

Можно установить прибор в стандартный 19-дюймовый стоечный шкаф с использованием одного из двух дополнительных комплектов, в каждый из которых входит инструкция и оборудование для монтажа. Любой прибор Keysight System II аналогичного размера можно также установить в стойку.

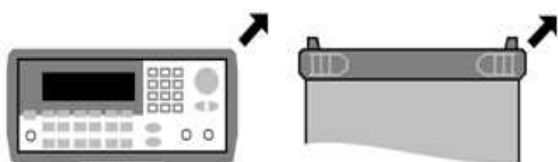
Примечание

Перед монтажом прибора в стойку снимите ручку для переноски и резиновые наклейки с передней и задней панели.

Чтобы снять ручку, поверните ее в вертикальное положение и потяните ее концы в стороны.



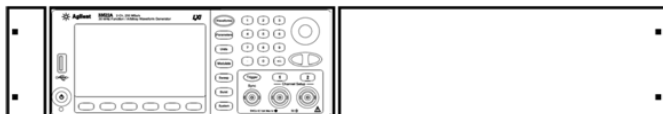
Чтобы снять резиновую наклейку, потяните ее за угол и снимите.



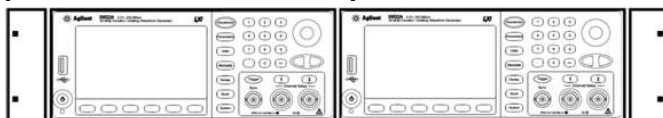
Вид спереди

Вид сзади (снизу)

Чтобы установить в стойку один прибор, закажите комплект переходников 5063-9240.



Чтобы установить в стойку два прибора рядом, закажите комплект жесткого соединения 5061-8769 и комплект фланцев 5063-9212. Обязательно используйте опорные рейки в стоечном шкафу.



ВНИМАНИЕ

Для предотвращения перегрева не перекрывайте поступление воздуха и его отвод от прибора. Воздух поступает через заднюю часть прибора и выходит с обеих сторон и снизу. Убедитесь, что по крайней мере одна сторона не перекрыта, и воздух выходит свободно. Не перекрывайте вентилятор в задней панели прибора.

Вентилятор приборов серии 33600 работает при постоянной скорости до температуры окружающей среды 28 °C и увеличивает скорость, когда эта температура превышает 28 °C.

Приборы серии 33600 контролируют повышение внутренних температур на важных участках и отключаются при превышении предельных значений. Возникновение неполадок вентиляции может привести к отключению прибора.

Функции меню передней панели

В этом разделе описаны кнопки и меню передней панели. См. разделы **Функции прибора**, **Справка по меню передней панели**, **Процедура настройки локальной сети** и **Настройка сигнала произвольной формы** для получения дополнительной информации о функциях передней панели.

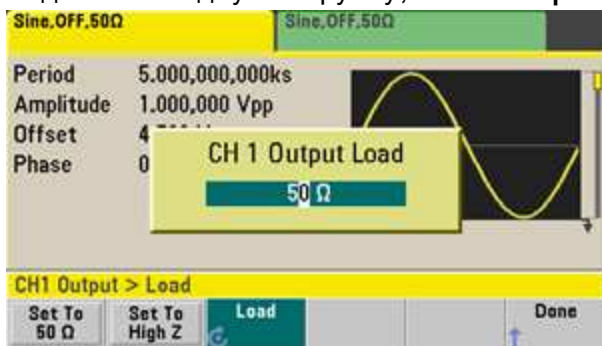
- Выбор выходной нагрузки
- Сбросить настройки прибора
- Вывод модулированного сигнала
- Вывод сигнала частотной манипуляции
- Вывод сигнала широтно-импульсной модуляции
- Вывод развертки частоты
- Вывод пакетного сигнала
- Запуск развертки или пакетного сигнала
- Сохранение или восстановление состояния прибора

Выбор выходной нагрузки

Разъемы каналов лицевой панели прибора имеют фиксированное значение выходного импеданса в серии, равное 50 Ом. Если фактический импеданс нагрузки отличается от установленного значения, будут указаны неверные значения амплитуды и уровней смещения. Настройка нагрузки импеданса предназначена для удобства работы и позволяет убедиться в том, что отображаемое значение напряжения соответствует ожидаемой нагрузке.

1. Нажмите кнопку вывода канала, чтобы открыть экран конфигурации канала. Обратите внимание, что текущие значения выходной нагрузки (в данном случае оба значения 50 Ω) отображаются на вкладках в верхней части экрана.

2. Задайте выходную нагрузку, нажав **Output Load**.



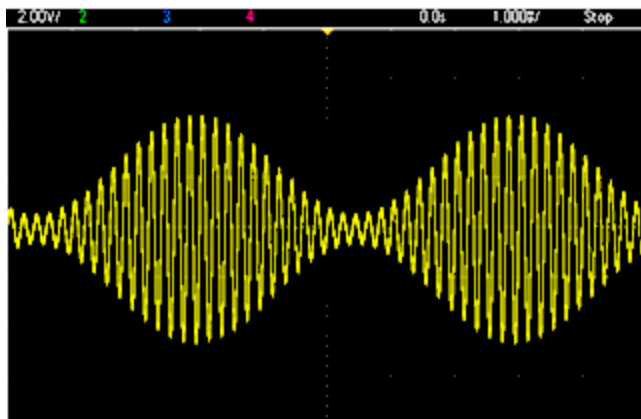
3. Выберите требуемую выходную нагрузку с помощью ручки или цифровой клавиатуры, чтобы выбрать необходимое сопротивление нагрузки, или нажав **Set to 50 Ω** или **Set to High Z**.

Сбросить настройки прибора

Чтобы выполнить сброс параметров прибора до **заводских настроек по умолчанию**, нажмите [System] > Set to Defaults > Yes.

Вывод модулированного сигнала

Модулированный сигнал состоит из несущего сигнала и модулирующего сигнала. При амплитудной модуляции амплитуда несущей изменяется в зависимости от модулирующего сигнала. В этом примере будет выведен сигнал амплитудной модуляции с коэффициентом модуляции 80 %. Несущая будет представлена синусоидальным сигналом с частотой 5 кГц, а модулирующий сигнал будет представлен синусоидальным сигналом с частотой 200 Гц.



1. Выберите функцию, частоту и амплитуду несущего сигнала.

Нажмите кнопку **[Waveforms]** > **Sine**. Нажмите программные кнопки **Frequency**, **Amplitude** и **Offset**, чтобы выполнить настройку несущего сигнала. В данном примере выберите синусоидальный сигнал 5 кГц с амплитудой 5 В между пиками и смещением 0 В.

Обратите внимание, что амплитуду можно задать в следующих единицах измерения: В между пиками, В (среднеквадратичное значение) или дБм.

2. Выберите амплитудную модуляцию.

Нажмите **[Modulate]**, а затем выберите параметр **AM** с помощью программной кнопки **Type**. Затем нажмите программную кнопку **Modulate**, чтобы включить модуляцию. Обратите внимание, что кнопка **[Modulate]** подсвечена, а в верхнем левом углу дисплея отображается сообщение о состоянии "AM Modulated by Sine".

3. Задайте коэффициент модуляции.

Нажмите программную кнопку **AM Depth**, а затем задайте значение 80%, используя цифровую клавиатуру или ручку и кнопки со стрелками.

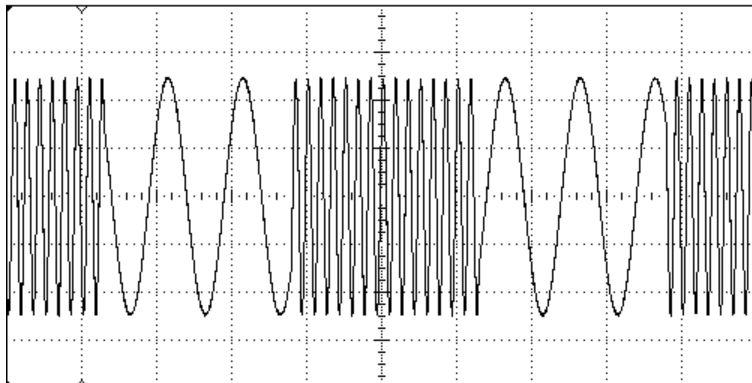
4. Выберите форму модулирующего сигнала.

Нажмите **Shape**, чтобы выбрать форму модулирующего сигнала. Для данного примера выберите синусоидальный сигнал.

5. Нажмите **AM Freq**. На приборах серии 33500 сначала следует нажать программную кнопку **More**, чтобы открыть нужное меню. Задайте значение 200 Гц с помощью цифровой клавиатуры или ручки и кнопок со стрелками. При использовании цифровой клавиатуры нажмите **Hz**, чтобы закончить ввод значения.

Вывод сигнала частотной манипуляции

С помощью **FSK modulation** можно настроить прибор для "сдвига" выходной частоты между двумя предварительно установленными значениями (называемыми несущей частотой и скачкообразно изменяемой частотой). Скорость переключения выходного сигнала между этими значениями частот определяется внутренним генератором скорости или уровнем сигнала на разъеме задней панели **Ext Trig**. Для этого примера будет задана несущая частота 5 кГц и для скачка по частоте будет установлено значение 500 Гц с частотной манипуляцией 100 Гц.



1. Выберите функцию, частоту и амплитуду несущего сигнала.

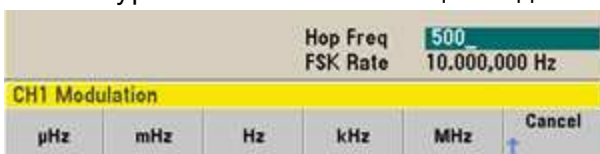
Нажмите кнопку **[Waveforms]** > **Sine**. Нажмите программные кнопки **Frequency**, **Amplitude** и **Offset**, чтобы выполнить настройку несущего сигнала. В данном примере выберите синусоидальный сигнал 5 кГц с амплитудой 5 В между пиками и смещением 0 В.

2. Выберите частотную манипуляцию.

Нажмите **[Modulate]** и выберите частотную манипуляцию с помощью программной кнопки **Type**. Затем нажмите программную кнопку **Modulate**, чтобы включить модуляцию. Обратите внимание на сообщение о состоянии "FSK Modulated" в верхнем левом углу дисплея.

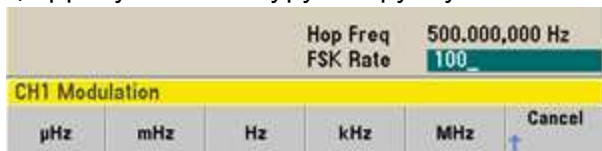
3. Задайте значение скачка по частоте.

Нажмите программную кнопку **Hop Freq**, затем установите значение 500 Гц с помощью цифровой клавиатуры или ручки и кнопок со стрелками. При использовании цифровой клавиатуры обязательно в конце ввода нажмите **Hz**.



4. Задайте смещение частотной манипуляции.

Нажмите программную кнопку **FSK Rate**, а затем задайте значение 100 Гц, используя цифровую клавиатуру или ручку и кнопки со стрелками.



На этом этапе прибор выводит сигнал частотной манипуляции, если включен вывод канала.

Вывод сигнала широтно-импульсной модуляции

Можно конфигурировать прибор для вывода сигнала широтно-импульсной модуляции (ШИМ). ШИМ доступна только для импульсных сигналов, а длительность импульса изменяется в зависимости от сигнала модуляции. Величина, на которую изменяется длительность импульса, называется отклонением от длительности и может быть выражена в процентном отношении к периоду сигнала (т.е. коэффициенту заполнения) или в единицах измерения времени. Например, при установке импульса, составляющего 20% от коэффициента заполнения, и последующей активации ШИМ с отклонением в 5% сигнал модуляции будет инициировать изменение коэффициента заполнения от 15% до 25%.

Чтобы перейти от определения ширины импульса к определению коэффициента заполнения импульса, нажмите [Units].

В этом примере для импульсного сигнала 1 кГц с модулирующим синусоидальным сигналом с частотой 5-Гц будет задана ширина импульса и девиация ширины импульса.

1. Выберите параметры сигнала несущей.

Нажмите [Waveforms] > **Pulse**. Используйте программные кнопки **Frequency**, **Amplitude**, **Offset**, **Pulse Width** и **Edge Times** для конфигурации сигнала несущей. Для этого примера выберите импульсный сигнал 1 кГц с амплитудой 1 В между пиками, шириной импульса 100 мкс и временем фронта 50 нс (передний и задний фронт).



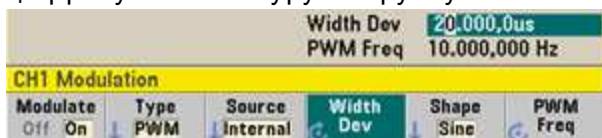
2. Выберите широтно-импульсную модуляцию.

Нажмите [Modulate] > **Type** > **PWM**. Затем нажмите первую программную кнопку (**Modulate**), чтобы включить модуляцию. Обратите внимание на сообщение о состоянии "PWM Modulated by Sine" в верхнем левом углу дисплея.



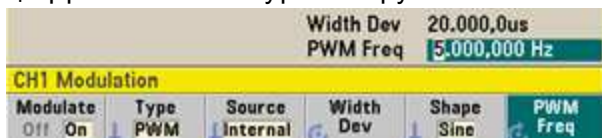
3. Задайте девиацию ширины.

Нажмите программную кнопку **Width Dev**, а затем задайте значение 20 мкс, используя цифровую клавиатуру или ручку и кнопки со стрелками.



4. Задайте модулирующую частоту.

Нажмите программную кнопку **PWM Freq**, затем установите значение 5 Гц с помощью цифровой клавиатуры или ручки и кнопок со стрелками.



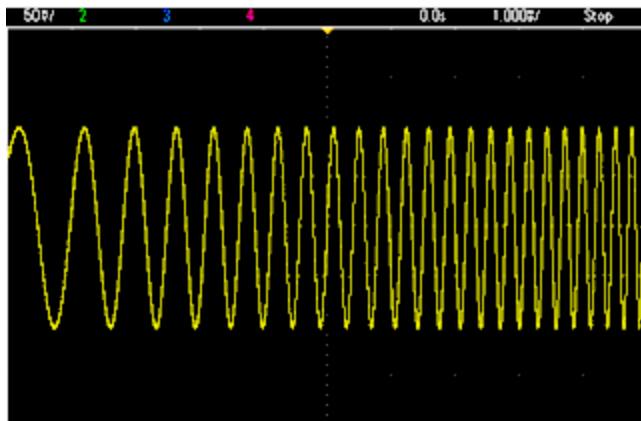
5. Выберите форму модулирующего сигнала.

Нажмите **Shape**, чтобы выбрать форму модулирующего сигнала. Для данного примера выберите синусоидальный сигнал.

Чтобы просмотреть фактический сигнал ШИМ, необходимо вывести его на осциллограф. Если сделать это, можно увидеть, что ширина импульса в данном случае изменяется от 80 до 120 мкс. При частоте модуляции 5 Гц девиация достаточно очевидна.

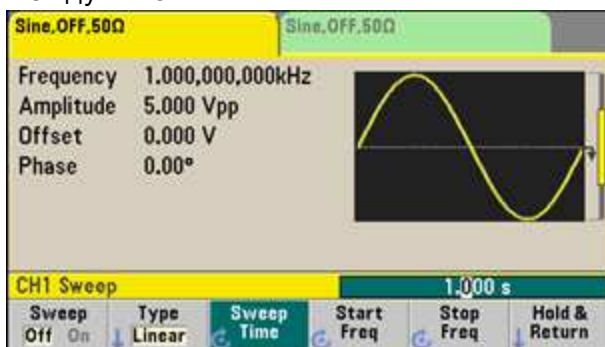
Вывод развертки частоты

В режиме развертки частоты прибор переходит от начальной частоты к конечной частоте с задаваемой скоростью развертки. Можно увеличить или уменьшить развертку по частоте с использованием линейной или логарифмической шкалы или с помощью списка частот. В этом примере будет выведен синусоидальный сигнал с разверткой от 50 Гц до 5 кГц.



1. Выберите функцию и амплитуду для развертки.

Для развертки можно выбрать следующие сигналы: синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный, треугольный, сигнал псевдослучайной двоичной последовательности или сигналы произвольной формы (запрещены сигналы шума и постоянного тока). В данном примере выберите синусоидальный сигнал с амплитудой 5 В между пиками.

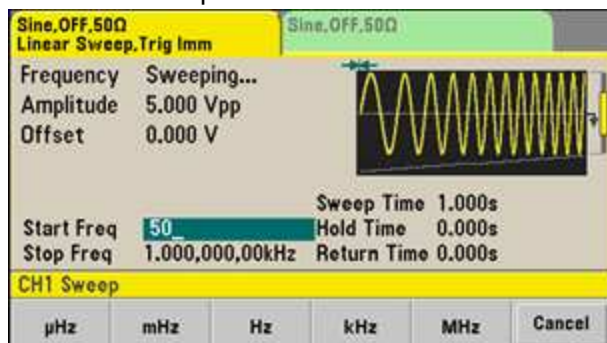


2. Выберите режим развертки.

Нажмите [**Sweep**] и убедитесь, что текущим выбранным режимом для второй программной кнопки является режим линейной развертки. Нажмите программную кнопку **Sweep**, чтобы включить развертку. Обратите внимание на сообщение о состоянии **Linear Sweep** в верхней части вкладки текущего канала. Кнопка также подсвечена.

3. Задайте начальную частоту.

Нажмите **Start Freq** и задайте значение 50 Гц с помощью цифровой клавиатуры или ручки и кнопок со стрелками.



4. Задайте конечную частоту.

Нажмите **Stop Freq** и задайте значение 5 кГц с помощью цифровой клавиатуры или ручки и кнопок со стрелками.

На этом этапе прибор выводит непрерывную развертку с частотой от 50 Гц до 5 кГц, если вывод включен.



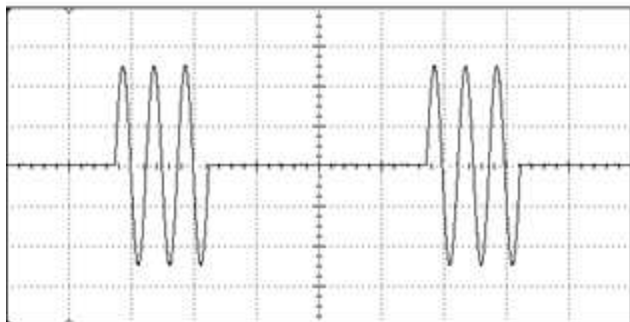
Также можно установить границы частоты развертки, используя центральную частоту и частотный диапазон. Эти параметры аналогичны параметрам начальной и конечной частоты (см. выше) и предоставляют дополнительные возможности настройки. Для достижения аналогичного результата установите для средней частоты значение 2,525 кГц и для частотного диапазона значение 4,950 кГц.

CH1 Parameter Units				
Frequency	Amp/Offs	Ampl As	Start/Stop	
Period	High/Low	Vpp	Cntr/Span	

Чтобы сгенерировать развертку частоты, дважды нажмите **[Trigger]**. При первом нажатии запуск переводится в ручной режим, при втором нажатии отправляется команда запуска. Для получения более подробной информации см. раздел **Запуск развертки или пакетного сигнала**.

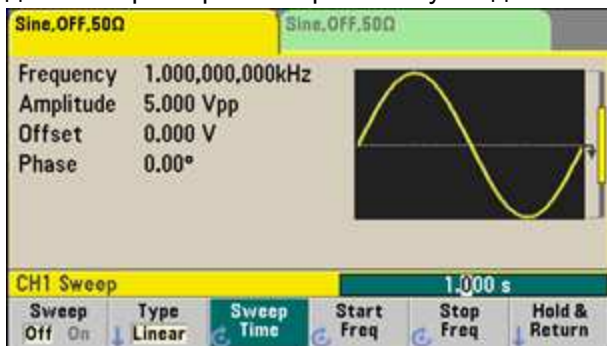
Вывод пакетного сигнала

Можно настроить прибор для вывода сигнала в течение установленного числа циклов, называемого пакетом. Можно управлять временем циклов пакетного сигнала с помощью внутреннего таймера или уровня сигнала на разъеме **Ext Trig** на задней панели. В этом примере будет выведен синусоидальный сигнал с тремя циклами и периодом пакетного сигнала 20 мс.



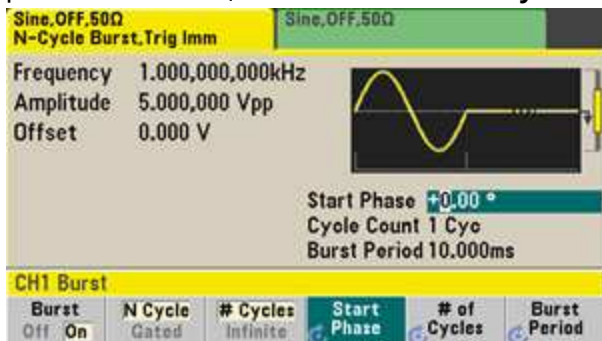
1. Выберите функцию и амплитуду для пакетного сигнала.

Для пакетов можно выбрать синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный сигналы, сигнал произвольной формы, треугольный или сигнал псевдослучайной двоичной последовательности. Сигналы шума разрешены только в пакетном режиме для стробированных сигналов, сигналы постоянного тока не разрешены. В данном примере выберите синусоидальный сигнал с амплитудой 5 В между пиками.



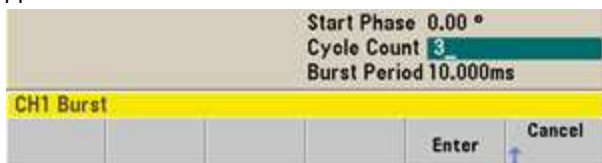
2. Выберите пакетный режим.

Нажмите **[Burst]** > **Burst Off/On**. Обратите внимание, что на вкладке текущего канала отображается сообщение о состоянии **N Cycle Burst, Trig Imm**.



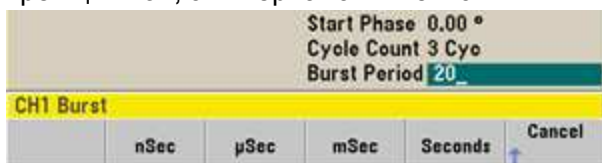
3. Задайте количество циклов пакетного сигнала.

Нажмите **# of Cycles** и установите значение "3" с помощью цифровой клавиатуры или ручки. При использовании цифровой клавиатуры нажмите **Enter**, чтобы закончить ввод данных.



4. Задайте период пакетного сигнала.

Нажмите **Burst Period** и установите для длительности значение 20 мс с помощью цифровой клавиатуры или кнопок со стрелками. Под периодом пакетного сигнала понимается время от начала одного пакетного сигнала до начала следующего пакетного сигнала. На этом этапе прибор выводит непрерывный пакетный сигнал, состоящий из трех циклов, с интервалами 20 мс.



Можно сгенерировать один пакетный сигнал (с заданным количеством), нажав кнопку **[Trigger]**. Для получения более подробной информации см. раздел **Запуск развертки или пакетного сигнала**.

Можно также использовать внешний стробирующий сигнал для создания стробированных пакетных сигналов там, где во время присутствия на входе стробирующего сигнала создается пакетный сигнал.

Запуск развертки или пакетного сигнала

С помощью элементов управления на передней панели можно выбрать четыре разных типа запуска для развертки и пакетных сигналов.

- Мгновенный или автоматический (по умолчанию): прибор непрерывно осуществляет вывод при выборе режима развертки или пакетного режима.
- Внешний: запуск управляется с помощью разъема **Ext Trig** на задней панели.
- Вручную: при каждом нажатии кнопки **[Trigger]** инициируется один цикл развертки или один пакетный сигнал. Если продолжить нажимать кнопку **[Trigger]**, выполняется повторный запуск прибора.
- Таймер: выполняется один или несколько запусков поочередно в соответствии с заданным временем.

Если включен режим развертки или пакетный режим, при нажатии кнопки **[Trigger]** отображается меню запуска. Подсвеченная кнопка **[Trigger]** (горит или мигает) означает, что один или оба канала ожидают запуска вручную. Кнопка постоянно горит, когда выбрано меню запуска, и мигает, когда меню запуска не выбрано. Кнопка **[Trigger]** отключается, когда осуществляется дистанционное управление прибором.

При нажатии кнопки **[Trigger]**, когда она горит, выполняется переключение на запуск вручную. При нажатии кнопки **[Trigger]**, когда она мигает, выбирается меню запуска, при повторном нажатии выполняется переключение на запуск вручную.

Сохранение или восстановление состояния прибора

Можно сохранять состояния прибора, используя любое количество файлов состояния (расширение .sta). Это можно делать в целях резервного копирования или сохранять состояние прибора на диск USB и загружать его на другой прибор, чтобы использовать несколько приборов с одинаковыми конфигурациями. При сохранении состояния прибора сохраняется выбранная функция, амплитуда, смещение переменного тока, коэффициент заполнения, симметрия и используемые параметры модуляции или пакетного сигнала. Прибор не сохраняет непостоянные сигналы произвольной формы.

1. Выберите папку хранения.



- Нажмите **Name** и задайте имя выбранной папки хранения.



Серия 33500

Чтобы добавить символы, нажимайте кнопку управления курсором со стрелкой вправо, пока курсор не отобразится справа от существующего имени, а затем поверните ручку. Чтобы удалить символ, поворачивайте ручку, пока не отобразится символ пробела перед заглавной буквой A. Чтобы удалить все символы от места расположения курсора до конца строки, нажмите [+/-]. Вводить числа можно непосредственно с помощью цифровой клавиатуры.

Серия 33600

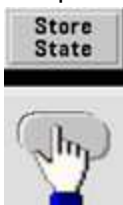
С помощью кнопок со стрелками вправо и влево на передней панели (под ручкой) выберите символы для редактирования. Можно расположить курсор после последнего символа и добавить новый символ в конце. Затем с помощью ручки выберите нужный символ и, используя кнопки со стрелками, перейдите к следующему символу, который требуется отредактировать.

Можно удалить один или несколько символов с помощью программных кнопок **Delete Char** и **Clear Entry**.



Нажмите **Done** по завершении ввода имени.

- Сохраните состояние прибора.

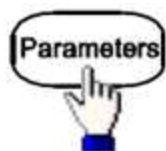


Восстановление сохраненного состояния.**Справка по меню передней панели**

Эта глава начинается с обзора меню передней панели. Оставшаяся часть этой главы посвящена примерам использования меню передней панели.

**Выбор сигнала**

- Синусоидальный
- Прямоугольный
- пилообразный
- Импульсный
- Произвольный
- Треугольный
- Шум
- Псевдослучайная двоичная последовательность
- Постоянный ток

**Конфигурация параметров сигналов**

- Период/частота
- Амплитуда или максимальное и минимальное напряжение
- Смещение
- Фаза

Информация по эксплуатации

- Коэффициент заполнения
 - Симметрия
 - Ширина импульса
 - Длительность фронтов
 - Сигнал произвольной формы
 - Частота дискретизации
 - Фильтр
 - Фаза произвольного сигнала
 - Полоса пропускания
 - Данные псевдослучайной двоичной последовательности
 - Скорость передачи в битах
-



Определение единиц измерения для параметров

- Скорость произвольного сигнала: количество выборок к секунду, частота или период
 - Напряжение как амплитуда/смещение или максимальное/минимальное значение
 - Единицы измерения напряжения: В между пиками, В (среднеквадратичное значение) или дБм
 - Ширина импульса или коэффициент заполнения
 - Фаза пакетного сигнала в градусах, радианах или секундах
 - Фаза произвольного сигнала в градусах, радианах, секундах или выборках
 - Развертка частоты как центр/диапазон или начальная/конечная
-



Конфигурация параметров модуляции

- Включение или выключение модуляции
- Тип модуляции: амплитудная модуляция, частотная модуляция, импульсная модуляция, ШИМ, двоичная фазовая модуляция, частотная манипуляция или сумма

- Источник модуляции
 - Параметры модуляции (соответствуют типу модуляции)
-



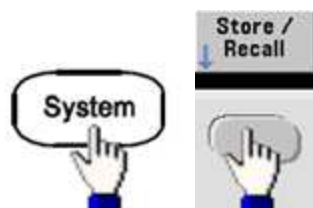
Конфигурация параметров развертки частоты

- Включение или выключение развертки
 - Тип развертки: список линейных, логарифмических функций и частоты
 - Время развертки
 - Начальные/конечные частоты или частоты центра/диапазона
 - Время выдержки, удержания, возврата
-



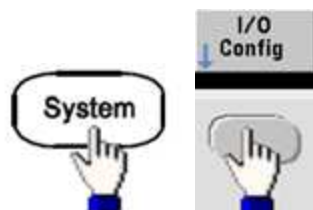
Конфигурация параметров пакетного сигнала

- Включение или выключение пакетного режима
 - Пакетный режим: по запуску (N циклов) или для внешнего стробированного сигнала
 - Количество циклов одного пакетного сигнала (1 – 100 000 000 или бесконечность)
 - Начальный фазовый угол пакетного сигнала (от -360° до $+360^\circ$)
 - Период пакетного сигнала
-



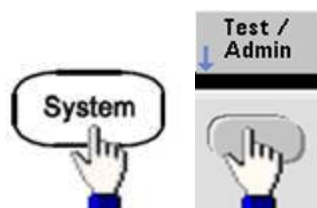
Сохранение и восстановление состояний прибора

- Сохранение состояний прибора в энергонезависимой памяти
 - Назначение пользовательских имен для папок хранения
 - Восстановление сохраненных состояний прибора
 - Удаление сохраненных состояний прибора
 - Выбор конфигурации включения питания прибора (последнее выключение питания или **заводские настройки по умолчанию**)
-



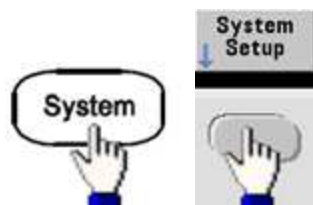
Конфигурация интерфейсов ввода/вывода прибора

- Включение и выключение локальной сети
 - Конфигурация локальной сети (IP-адрес и конфигурация сети)
 - Сброс настроек локальной сети
 - Установка параметров USB
 - Выбор адреса GPIB
-



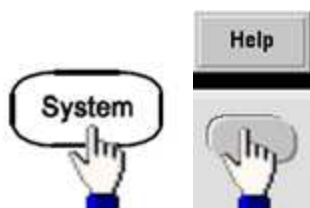
Выполняет задачи администрирования системы

- Выполнение самодиагностики
- Калибровка инструмента
- Очистка памяти прибора (безопасность NISPOM)
- Установка лицензированных функций
- Обновление микропрограммы



Конфигурация параметров системы

- Настройка отображения на экране
- Выбор языка для сообщений меню передней панели и текста справки
- Определение использования точек и запятых при вводе чисел на дисплее
- Включение и выключение дисплея
- Включение или выключение сигнала об ошибке
- Выключение звука клавиш клавиатуры
- Включение или выключение экранной заставки
- Регулировка яркости дисплея
- Установка даты и времени
- Управление файлами и папками (копирование, переименование, удаление, снимок экрана и пр.)
- Конфигурация генератора опорной частоты 10 МГц



Отображение списка разделов справки

- Просмотр последнего отображаемого сообщения
 - Просмотр последовательности ошибок удаленных команд
 - Получение справки по любой кнопке
 - Получение технической поддержки
 - Просмотр данных о приборе – серийный номер, IP-адрес, версия микропрограммы и т. д.
-



Включение и конфигурация каналов

- Включение и выключение канала
 - Определение канала, для которого отображается меню
 - Выбор выходной нагрузки (1 Ом – 10 кОм или бесконечность)
 - Включение/выключение автоматического диапазона амплитуды
 - Выбор полярности сигнала (нормальная или инвертированная)
 - Определение предельных значений напряжения
 - Определение вывода нормального или стробированного сигнала
 - Конфигурация работы двух каналов (связь, отслеживание и объединение)
-



Конфигурация параметров запуска и синхронизация выходного сигнала

- Выполнение запуска вручную, когда кнопка подсвечена
- Определение источника запуска для развертки, пакетного сигнала или сигнала произвольной формы
- Определение напряжения уровня запуска, количества запусков и задержки
- Определение отклонения (передний или задний фронт) для внешнего источника запуска
- Определение отклонения (передний или задний фронт) выходного сигнала запуска
- Включение/выключение вывода сигнала на разъем "Sync"
- Определение источника синхронизации, полярности, режима, точки маркера и т. д.

Процедура настройки локальной сети

Существует несколько параметров, которые, возможно, потребуется настроить, чтобы выполнить подключение к сети с использованием интерфейса LAN. Для начала необходимо установить IP-адрес. Возможно, потребуется обратиться к администратору сети для установки связи с использованием интерфейса LAN.

1. **Выберите меню ввода/вывода.**
Нажмите [System] > I/O Config.
2. **Выберите меню параметров локальной сети.**
Нажмите программную кнопку LAN Settings.

Можно выбрать **Modify Settings**, чтобы изменить настройки локальной сети, включить или отключить службы локальной сети или восстановить настройки локальной сети до значений по умолчанию.



Примечание Здесь показан дисплей прибора серии 33500. Приборы серии 33600 также оснащены индикатором состояния "LAN" в правом верхнем углу, который показывает качество соединения по локальной сети.

3. Нажмите **Modify Settings**.

Для получения доступа к большинству элементов на этом экране используйте первую программную кнопку для переключения режимов **DHCP** и **Manual**. Когда включен параметр DHCP, IP-адрес автоматически назначается по протоколу DHCP (протокол динамической конфигурации узла) при подключении прибора к сети при условии, что сервер DHCP обнаружен и может выполнить эту операцию. DHCP также автоматически работает с маской подсети и адресом шлюза, если это необходимо. Обычно этот способ считается самым простым при установке локального соединения для данного прибора. Требуется просто включить протокол DHCP. Для получения дополнительной информации обратитесь к администратору локальной сети.

4. Выполните настройку IP.

Если протокол DHCP не используется (если для первой программной кнопки установлен параметр **Manual**), требуется выполнить настройку IP, включая IP-адрес и, возможно, маску подсети и адрес шлюза. Кнопки **IP Address** и **Subnet Mask** находятся на основном экране, нажмите **More** для выполнения настройки шлюза.

Обратитесь к администратору сети для получения IP-адреса, маски подсети и шлюза. Для всех IP-адресов используется форма точечной записи "nnp.nnp.nnp.nnp", где "nnp" в каждом случае является значением в байтах от 0 до 255. Можно ввести новый IP-адрес с помощью числовой клавиатуры (ручка не используется). Просто введите цифры и точки, используя клавиатуру. В качестве кнопки пробела используйте кнопку управления курсором со стрелкой влево. **Не вводите нули в начале.**

5. Выполните настройку DNS (дополнительно)

DNS (служба именования доменов) – это интернет-служба, которая переводит имена доменов в IP-адреса. Спросите у администратора сети, используется ли служба DNS, и если используется, узнайте имя хоста, имя домена, адрес сервера DNS.

- Задайте имя хоста. Нажмите **Host Name** и введите имя хоста. Имя хоста – это часть имени домена, обозначающая хост, которая преобразуется в IP-адрес. Имя хоста вводится в виде строки с помощью ручки и кнопок управления курсором, которые используются для выбора и изменения символов. Имя хоста может включать буквы, числа и тире ("-"). Числовую клавиатуру можно использовать только для ввода цифр.
- Задайте адрес сервера DNS. На экране конфигурации локальной сети нажмите **More**, чтобы перейти ко второму из трех наборов программных кнопок.



Укажите первичную и вторичную службу DNS. Для получения подробной информации обратитесь к администратору сети.

Дополнительная информация об IP-адресах и точечной записи

Адреса, записываемые через точку ("nnn.nnn.nnn.nnn", где "nnn" – значение байта от 0 до 255), необходимо указывать очень внимательно, поскольку большинство компьютерных приложений для работы в сети интерпретируют значения байтов с начальными нулями как восьмеричные числа (с основанием 8). Например, значение "192.168.020.011" эквивалентно десятичному значению "192.168.16.9", поскольку ".020" интерпретируется как значение "16", выраженное в восьмеричном формате, а ".011" – как "9". Во избежание ошибок используйте только десятичные значения от 0 до 255 без нулей в начале.

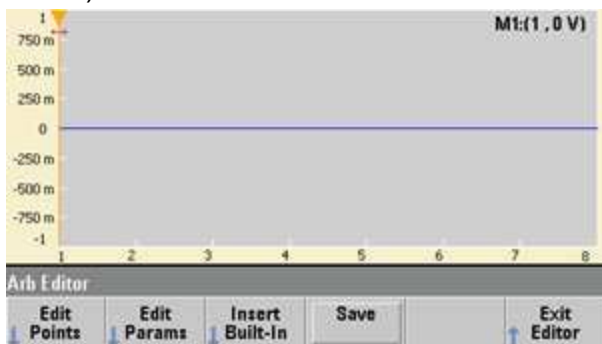
Настройка сигнала произвольной формы

Прибор имеет встроенный редактор сигналов произвольной формы, который позволяет создавать и редактировать сигналы произвольной формы. Эти сигналы можно создавать, непосредственно редактируя значения напряжения или используя комбинацию из 12 разных типов стандартных сигналов.

В следующем учебном пособии описано создание и редактирование основного сигнала.

Вставка встроенных сигналов

1. Запустите встроенный редактор сигналов, нажав **[Waveforms] > Arb > Arbs**. Нажмите **Edit New**, примите имя файла по умолчанию и нажмите **Start Editor**. На экране отображается сигнал 0 В постоянного тока, состоящий из 8 точек (серия 33500) или из 32 точек (серия 33600).

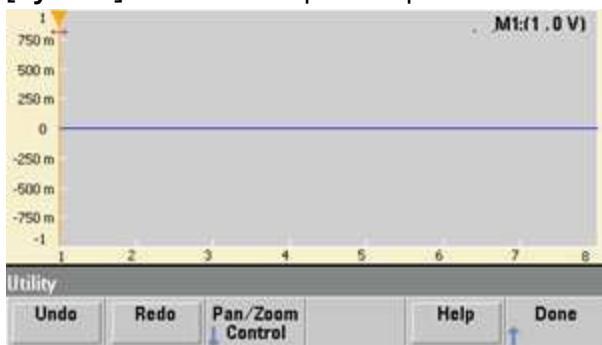


Примечание Оставшаяся часть этого учебного пособия посвящена встроенному редактору сигналов прибора серии 33500, минимальный размер сигналов которого составляет 8 точек. Если это учебное пособие используется для работы с прибором серии 33600, обратите внимание, что минимальный размер сигналов для встроенного редактора сигналов составляет 32 точки.

2. Нажмите **Insert Built-in > Choose Wave**. С помощью ручки и кнопок со стрелками под ручкой выберите **D-Lorentz** и нажмите **OK**. С помощью клавиатуры и программной кнопки **V**, которая появляется при вводе с клавиатуры, установите для параметра **Amplitude** значение 2 В, затем нажмите **OK**. Теперь сигнал имеет 100 дополнительных точек, поскольку сигнал производной от функции Лоренца из 100 точек был вставлен перед исходными 8 точками.



3. Предположим, что требуется отменить только что внесенные изменения. Нажмите **[System] > Undo**. Теперь отображается исходный сигнал 0 В.



4. Чтобы вернуть сигнал производной от функции Лоренца, нажмите **Redo**. Затем нажмите **Done** для выхода.



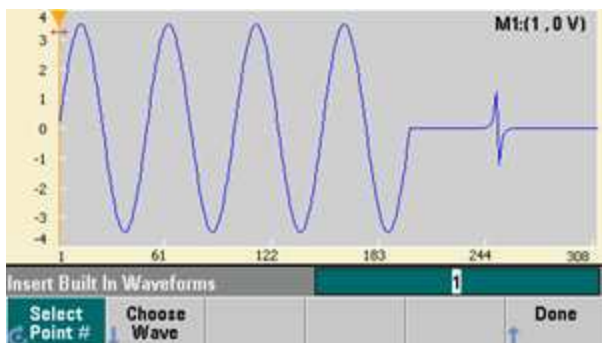
5. Теперь вставим синусоидальный сигнал. Нажмите кнопку **Choose Wave**. Убедитесь, что выделен синусоидальный сигнал (по умолчанию), и нажмите **OK**. Чтобы разобраться в параметрах на экране, нажмите **Parameter Help**. Затем нажмите **Done**, чтобы выйти из экрана справки.

Sine		Parameters
Amplitude	1 V	
Offset	0 V	
Phase	0 °	
Cycles	1	
Points	100	100µsec at 1MSa/s

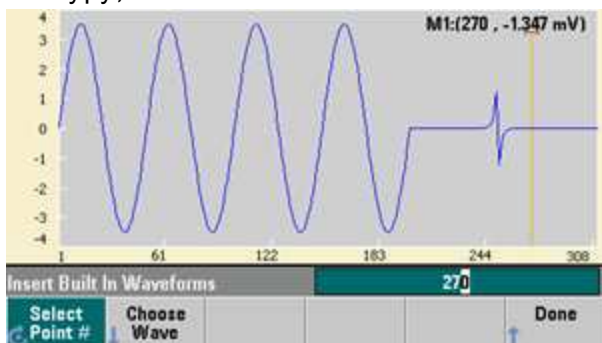
Insert Built In Waveforms>Sine

Parameter Help ↑ ↓ OK Cancel

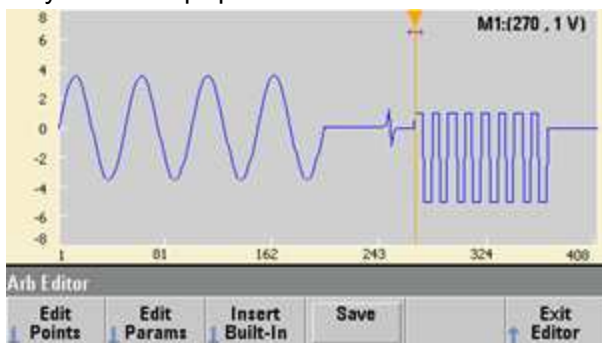
- С помощью цифровой клавиатуры и программных кнопок со стрелками вверх и вниз установите для параметра **Amplitude** значение 3,5 В, для параметра **Cycles** значение 4 и для параметра **Points** значение 200. Оставьте для других параметров значения по умолчанию и нажмите **OK**.



- Обратите внимание, что выделена первая программная кнопка **Select Point #**. Поместите маркер на 270-ю точку сигнала, используя для ввода значения 270 цифровую клавиатуру, и нажмите **Enter**.

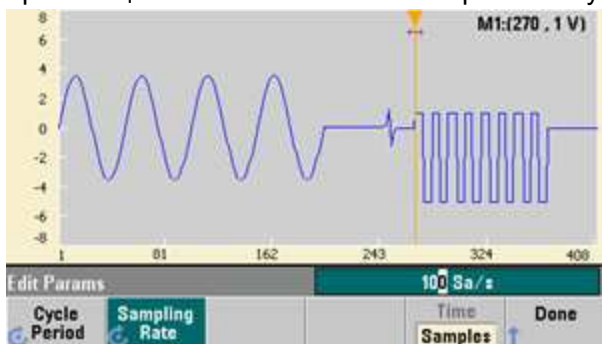


- Нажмите **Choose Wave**, выберите **Square** и нажмите **OK**. Установите для амплитуды значение 3 В, для смещения – значение -2 В, задайте 8 циклов и 100 точек сигнала. Нажмите **OK**. Обратите внимание, что, начиная с маркера, было вставлено 8 циклов сигнала прямоугольной формы. Нажмите **Done**.

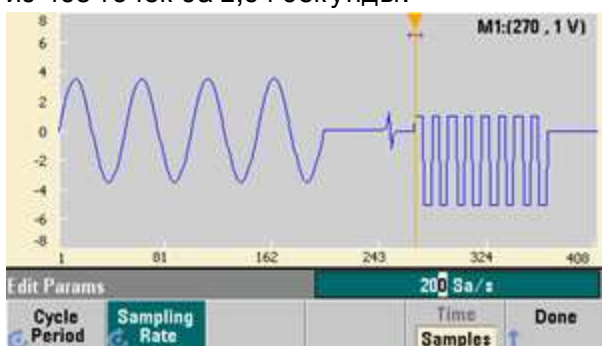


Редактирование характеристик сигнала

1. Нажмите **Edit Params**, затем установите для параметра **Sampling Rate** значение 100 выборок в секунду. Нажмите **Cycle Period** и обратите внимание, что установлено значение 4,08 секунды. Это потому, что в сигнале присутствует 408 точек выборки, а частота дискретизации составляет 100 выборок в секунду.



2. Измените значение параметра **Cycle Period** на 2,04 секунды и нажмите **Sampling Rate**. Здесь будет установлено значение 200 выборок в секунду, чтобы воспроизвести сигнал из 408 точек за 2,04 секунды.



3. Нажмите **Done**, чтобы выйти из экрана редактирования параметров. Нажмите **Edit Points** и обратите внимание, что выделена программная кнопка **Point #**. Введите значение 160 и нажмите **Enter**, чтобы переместить маркер.



4. Нажмите **Voltage** и установите для напряжения выбранной точки значение 4,2 В.
Нажмите **Point #** задайте для маркера точки значение 150, чтобы убрать маркер с точки.
При нажатии кнопки **Enter** для завершения ввода точки 150 можно увидеть аномалию сигнала 4,2 В, только что созданную в точке 160.

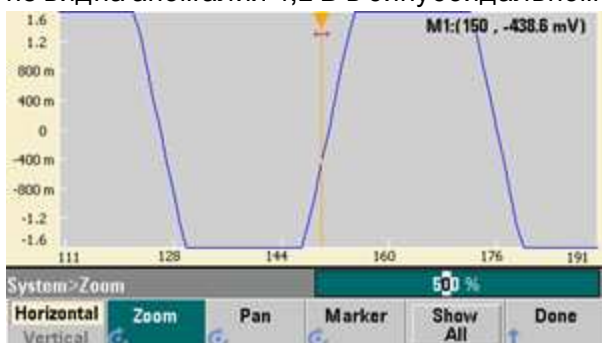


Масштабирование и панорамирование

1. Чтобы рассмотреть точку более детально, нажмите **[System] > Pan/Zoom Control**. Обратите внимание, что для первой программной кнопки установлен параметр **Horizontal**, что означает, что масштабирование будет выполняться вдоль горизонтальной оси (ось времени). Установите для параметра **Zoom** значение 500 %, теперь аномалия синусоидального сигнала будет более очевидной.



2. Теперь установите для первой программной кнопки параметр **Vertical**, чтобы выполнить вертикальное масштабирование. Установите для параметра **Zoom** значение 500 %. Обратите внимание, что выполнено масштабирование по оси напряжения, но на изображении не видна аномалия 4,2 В в синусоидальном сигнале.



3. Нажмите **Pan** и установите для параметра **Pan** значение 3 В, чтобы переместиться выше по сигналу. Теперь точка 4,2 В хорошо видна.



- Чтобы снова отобразить весь сигнал целиком, нажмите **Show All**. Затем нажмите **Done** и еще раз **Done**, чтобы вернуться в экран **Edit Points**.



Вставка, удаление, копирование и вставка точек

- Нажмите **Insert Point** 15 раз и внимательно посмотрите на дисплей. Отобразятся 15 новых точек сигнала на том же уровне напряжения.



- Установите для параметра **Point #** значение 220 и нажимайте **Remove Point** 20 раз, наблюдая на дисплее удаление точек из сигнала.



3. Можно также редактировать точки, используя таблицу напряжений. Нажмите **Advanced Edit > Edit Via Table**. Установите для параметра **Point #** значение 200, затем установите для параметра **Voltage** для точки 200 значение 3 В. Используйте ручку для перемещения между строками и установите для параметра **Voltage** для точек 205 и 210 значение 3 В. Нажмите **Done**.

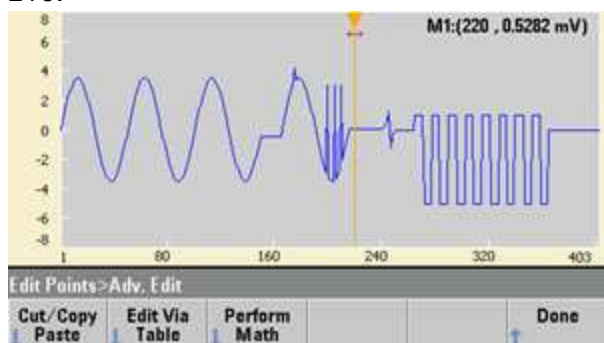
Point No. (Max 403)	Voltage Value (Volts)
203	-3.49309
204	-3.49309
205	3.00000
206	-3.32870
207	-3.16890
208	-2.95515
209	-2.69680
210	3.00000

Edit Points>Table

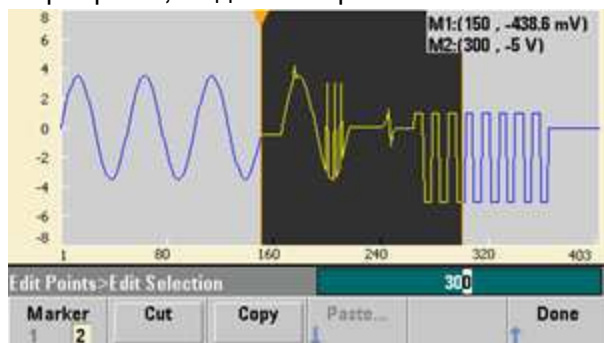
210

Point # Voltage Insert Point Remove Point Done

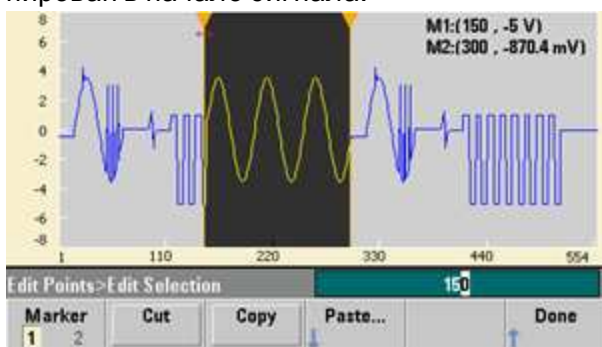
4. Обратите внимание на три выброса 3 В, только что созданные в точках сигнала 200, 205 и 210.



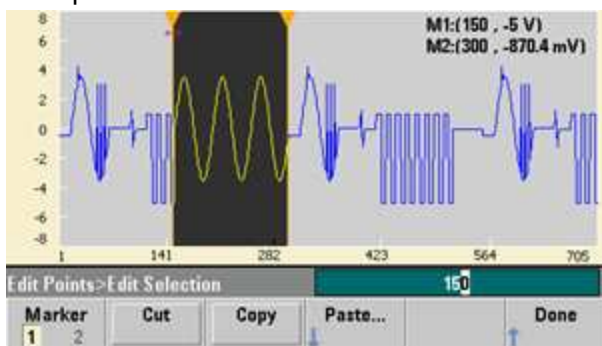
5. Нажмите **Cut/Copy Paste** установите для параметра **Marker 1** значение 150. Теперь нажмите первую программную кнопку и выберите вместо параметра **Marker** параметр **Marker 2**. Установите для параметра **Marker 2** значение 300. Диапазон, определяемый маркерами, выделен черным.



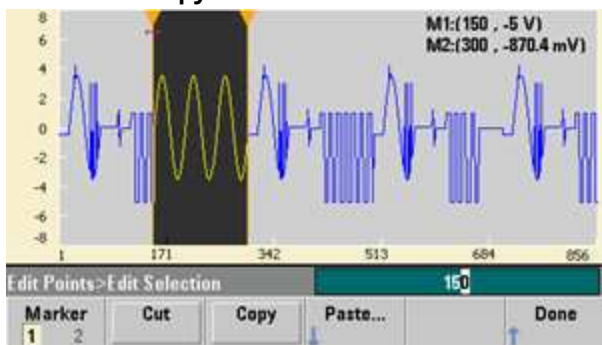
6. Нажмите **Copy**, затем **Paste** и **At Start**. Обратите внимание, что выделенный сегмент скопирован в начало сигнала.



7. Теперь нажмите **Paste > At End**. Тот же сегмент сигнала теперь появился в самом конце.



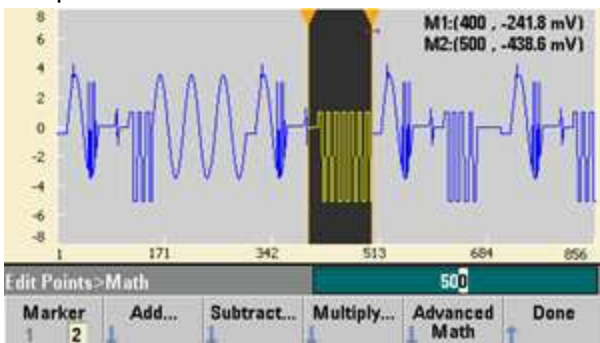
8. Нажмите **Paste** и установите для параметра **Point #** значение 500. Теперь нажмите **OK** и такой же сегмент сигнала будет вставлен в точке 500. Нажмите **Done**, чтобы выйти из меню **Cut/Copy Paste**.



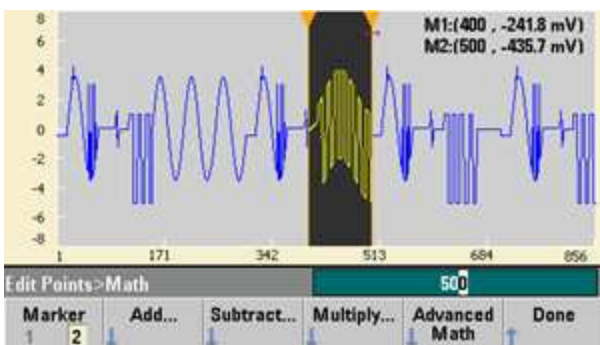
Выполнение математических операций

Встроенный редактор сигналов позволяет выполнять математические операции для сигнала. Для начала задайте маркеры для определения диапазона сигнала, который требуется изменить. Затем можно сложить, вычесть или умножить этот сегмент сигнала на другой сигнал или преобразовать сигнал без использования других сигналов.

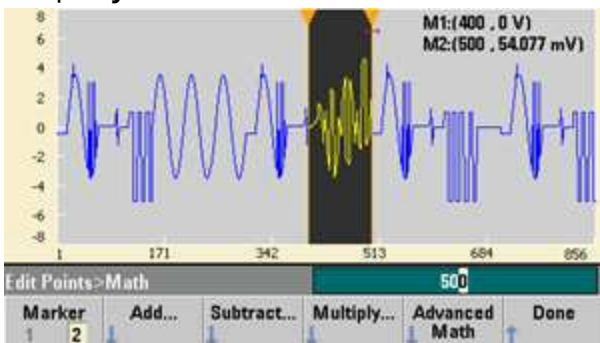
1. Нажмите **Perform Math**. Установите для параметра **Marker 1** значение 400 и для параметра **Marker 2** значение 500.



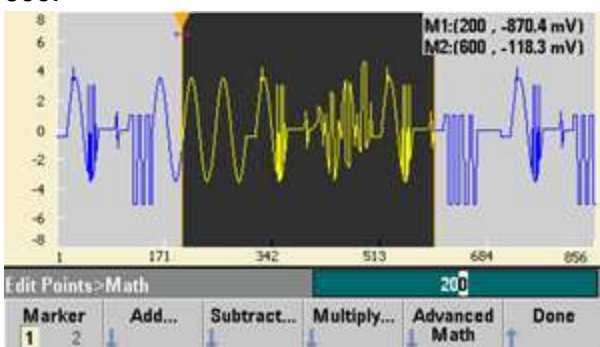
2. Нажмите **Add**, затем выберите **Haversine** и **OK**. Установите для параметра **Amplitude** значение 3 В, для смещения установите значение 0 В и нажмите **OK**. Обратите внимание, что выделенный сегмент поднимается по центру, это результат применения параметра **Haversine**.



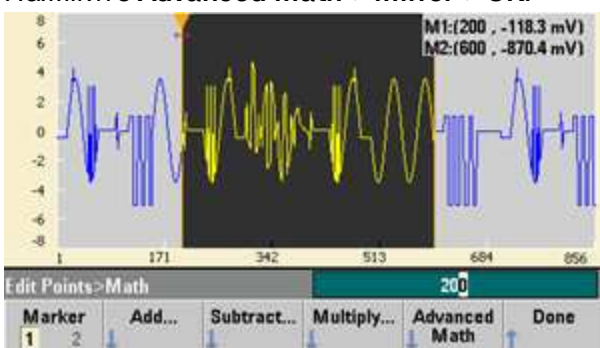
3. Теперь нажмите **Multiply** и выберите сигнал **Sine** (нажмите **OK**). Установите для параметра **Cycles** значение 2 и нажмите **OK**.



4. Установите для параметра **Marker 1** значение 200 и для параметра **Marker 2** значение 600.



5. Нажмите **Advanced Math > Mirror > OK**.



6. Продолжите изучение интерфейса, используя другие функции **Advanced Math**, например **Invert**, **Absolute**, **Scale** и т. д. Нажмите **Operation Help** для получения дополнительной информации.

Функции прибора

В этом разделе описаны функции прибора, включая функции элементов управления передней панели и интерфейса дистанционного управления. Возможно, для начала следует прочитать раздел [Справка по меню передней панели](#). Для получения дополнительной информации о командах SCPI и запросах см. [Справочное руководство по программированию SCPI](#). Этот раздел посвящен следующим темам.

Настройки вывода

Импульсные сигналы

Амплитудная модуляция (АМ) и частотная модуляция (ЧМ)

Фазовая модуляция (ФМ)

Частотная манипуляция (ЧМн)

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ)

Модуляция суммы

Развертка частоты

Пакетный режим

Запуск**Работа с двумя каналами****IQ Player (дополнительно)****Системные операции****Настройки интерфейса дистанционного управления****Внешняя опорная временная развертка****Встроенный редактор сигналов**

В этом документе определены состояния и значения по умолчанию. **Состояния по умолчанию при включении питания** применяются, если не включен режим восстановления состояния при выключении питания (см. раздел **Сохранение состояния прибора**).

Настройки вывода

В этом разделе описана конфигурация выходного канала. С конфигурацией вывода связано много команд, начиная с SOURce1: или SOURce2: для обозначения определенного канала. Если команда опущена, по умолчанию используется канал 1. Например, команда **VOLT 2.5** устанавливает для выходного канала 1 напряжение 2,5 В, а команда **SOUR2:VOLT 2.5** используется для установки того же значения для канала 2.

На дисплее прибора имеются вкладки для каждого канала, на которых суммируются разные аспекты конфигурации каждого выходного канала.

Square, ON, 50Ω
Linear Sweep, Trig Imm

При использовании двухканального прибора вкладка для канала 1 будет отображаться желтым цветом, вкладка для канала 2 – зеленым.

Функция вывода

Прибор поддерживает восемь стандартных сигналов: синусоидальный, прямоугольный, пилообразный, импульсный, сигнал шума, псевдослучайной двоичной последовательности и постоянного тока. Также имеется девять встроенных сигналов произвольной формы, поэтому пользователь может создавать собственные сигналы с помощью встроенного редактора сигналов.

В таблице ниже приведены функции, доступные (•) при использовании модуляции, развертки и пакетного режима. При выборе функции, которая недоступна при использовании модуляции или режима, модуляция или выбранный режим отключаются.

Несущая	АМ	ЧМ	ИМ	ЧМн	ДФМ	ШИМ	Сумма	Пакетный режим	Развертка
Синусоидальный или прямоугольный	•	•	•	•	•		•	•	•

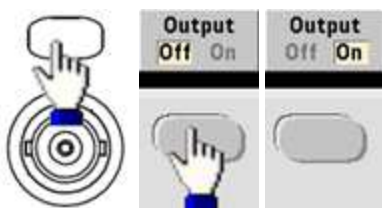
Несущая	АМ	ЧМ	ИМ	ЧМн	ДФМ	ШИМ	Сумма	Пакетный режим	Развертка
Импульсный	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Треугольный или пилообразный	•	•	•	•	•		•	•	•
Гауссов шум	•						•	• ^а	
Псевдослучайная двоичная последовательность	•	•	•				•	•	
Сигнал произвольной формы	•	•	• ^б		• ^б		•	•	•
Последовательность	•						•		

(а) Только стробированный пакетный сигнал

(б) Применяется к такту выборки, не к целому сигналу

- Ограничения частоты: при изменении функции может быть изменена частота для соответствия диапазону значений частоты новой функции.
- Ограничения амплитуды. Когда в качестве единиц измерения вывода используются среднеквадратические В или дБм, при изменении функций амплитуда может понизиться до максимального значения для новой функции вследствие разницы в формах сигнала. Например, сигнал прямоугольной формы 5 В (среднеквадратичное значение) (при), преобразованный в синусоидальный сигнал, повысится до значения 3,536 В (среднеквадратичное значение) (верхнее предельное значение для синусоидального сигнала). 50 Ω
- Амплитуда и смещение не могут одновременно превышать предельные значения прибора. Значение, заданное последним, может измениться, чтобы соответствовать диапазону предельных значений.
- Можно защитить тестируемый прибор, задав максимальное и минимальное предельное значение выходного напряжения.

- Лицевая панель:



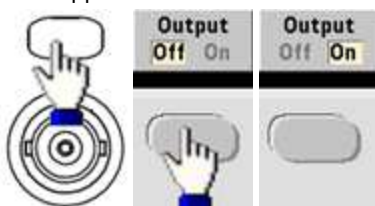
Выбор другого сигнала.



- Например, можно задать сигнал постоянного тока.



Вывод постоянного тока.



- SCPI: `[SOURce[1|2]:]FUNCTION <function>`

Команда **APPLy** позволяет сконфигурировать сигнал с помощью одной команды.

Выходная частота

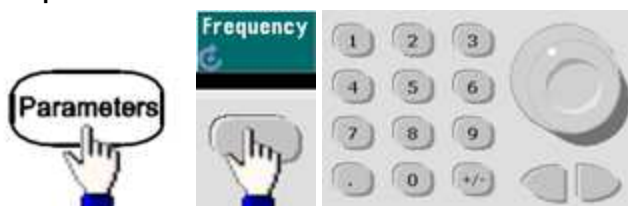
Диапазон выходной частоты зависит от функции, модели и выходного напряжения, как показано [здесь](#). Для всех функций по умолчанию используется значение частоты, равное 1 кГц, минимальные значения частоты показаны в таблице ниже.

Функция	Минимальная частота
Синусоидальный	1 мГц
Прямоугольный	1 мГц
Пилообразный/треугольный	1 мГц
Импульсный	1 мГц
Псевдослучайная двоичная последовательность	1 мкбит/с
Произвольный	1 мквыб./с

- Ограничения частоты: при изменении функции может быть изменена частота для соответствия диапазону значений частоты новой функции. Для сигналов произвольной формы сохраняются последние настройки частоты.
- Ограничение пакетного сигнала. Для пакетных сигналов с внутренним запуском минимальная частота равна 126 мГц.
- Ограничения коэффициента заполнения. Для прямоугольного и импульсного сигнала коэффициент заполнения на приборах серии 33500 ограничивается определением минимальной ширины импульса 16 нс. Например, при частоте 1 кГц коэффициент заполнения может быть установлен не выше 0,01 %, поскольку в результате ширина импульса будет 100 нс. При частоте 1 МГц минимальное значение коэффициента заполнения составляет 1,6 %, а при частоте 10 МГц – 16 %. При выборе частоты, которая не соответствует текущему коэффициенту заполнения, коэффициент заполнения будет отрегулирован в соответствии с минимальной шириной импульса.

Для приборов серии 33500 минимальная длительность импульсов составляет 16 нс. Для приборов серии 33600 минимальная длительность импульсов составляет 5 нс для амплитуды до 4 В между пиками и 8 нс – для амплитуды 10 В между пиками.

- Лицевая панель:



- SCPI: `[SOURce[1|2]:]FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

Команда **APPLy** позволяет сконфигурировать сигнал с помощью одной команды.

Выходная амплитуда

По умолчанию для всех функций устанавливается амплитуда 100 мВ между пиками (при 50 Ω).

- Ограничения смещения напряжения. Связь между амплитудой и смещением показана ниже. Максимальное напряжение составляет ± 5 В при нагрузке 50 Ω или ± 10 В при нагрузке с высоким сопротивлением.

В между пиками $< 2(\text{максимальное напряжение} - |\text{смещение напряжения}|)$

- Ограничения, обусловленные выходной нагрузкой. Если амплитуда составляет 10 В между пиками, при изменении значения выходной нагрузки с 50 Ом на значение высокого импеданса (**OUTPut[1|2]:LOAD INF**) отображаемое значение амплитуды будет увеличено вдвое и составит 20 В между пиками. При изменении значения нагрузки с высокого импеданса на 50 Ом отображаемое значение амплитуды будет уменьшено в два раза. Настройка выходной нагрузки не влияет на фактическое выходное напряжение; при этом изменяются только значения, отображаемые на дисплее и запрашиваемые с помощью интерфейса дистанционного управления. Фактическое выходное напряжение зависит от подключенной нагрузки.
- Ограничения, обусловленные выбором единиц измерения: Ограничения амплитуды иногда могут определяться выбранными единицами измерения для выходного сигнала. Например, это возможно при выборе среднеквадратических В или дБм по причине различных коэффициентов амплитуды функций. Например, при смене прямоугольного сигнала 5 В (среднеквадратическое значение) (при сопротивлении разъема 50 Ом) на синусоидальный сигнал, амплитуда будет автоматически отрегулирована и примет значение 3,536 В (среднеквадратическое значение) (верхнее предельное значение для синусоидальных сигналов в среднеквадратических В). В интерфейсе дистанционного управления будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict".
- Выходную амплитуду можно задать в В между пиками, В (среднеквадратичное значение) или дБм. Указать выходную амплитуду в дБм нельзя, если для выходной нагрузки установлен высокий импеданс. Для получения подробной информации см. раздел **Единицы изменения вывода**.
- Ограничения для сигналов произвольной формы: при использовании сигналов произвольной формы амплитуда ограничена, если точки данных сигнала не охватывают полный диапазон выходных значений ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь). Например, встроенный сигнал в форме кардинального синуса "Sinc" не использует весь диапазон значений, поэтому его максимальная амплитуда ограничена 6,087 В между пиками (в разъем с сопротивлением 50 Ω).
- Изменение амплитуды может привести к краткосрочному прерыванию выходного сигнала при достижении некоторых значений напряжения в связи с переключением аттенюатора. Однако амплитуда находится под контролем, поэтому выходное напряжение никогда не превысит установленное значение во время переключения диапазонов. Чтобы исключить это прерывание, отключите функцию автоматической установки диапазона, используя команду **VOLTagе:RANGе:AUTO OFF**. Команда **APPLy** активирует функцию автоматической установки диапазона.

- При установке верхнего и нижнего уровня также устанавливается амплитуда и смещение сигнала. Например, при установке в качестве верхнего уровня значения +2 В, а в качестве нижнего уровня – значения -3 В полученная амплитуда составит 5 В между пиками, а смещение составит -500 мВ.
- Выходной уровень сигнала постоянного тока контролируется смещением напряжения (**Смещение напряжения постоянного тока**). Уровень постоянного тока может быть ± 5 В при нагрузке 50 Ω или ± 10 В при нагрузке с высоким сопротивлением.
- **Лицевая панель:**



Использование максимального и минимального уровня.



- **SCPI:**
`[SOURce[1|2]:]VOLTage {<amplitude>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}`
`[SOURce[1|2]:]VOLTage:HIGH {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}`
`[SOURce[1|2]:]VOLTage:LOW {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}`

Команда **APPLY** позволяет сконфигурировать сигнал с помощью одной команды.

Смещение напряжения постоянного тока

По умолчанию для всех функций установлено смещение 0 В.

- Ограничения, обусловленные амплитудой. Далее показано отношение напряжения смещения и выходной амплитуды. Пиковое значение выходного напряжения (постоянный и переменный ток) не может превышать значения выходного диапазона, заданного для прибора (± 5 В при нагрузке 50 Ω или ± 10 В в разомкнутой цепи).
- Далее показано отношение напряжения смещения и выходной амплитуды. V_{max} (В максимальное) – это максимальное пиковое напряжение для выбранной выходной нагрузки (5 В для нагрузки 50 Ом или 10 В для высокоимпедансной нагрузки).

$$|V_{offset}| < V_{max} - V_{pp}/2$$

Если задаваемое напряжение смещения является недопустимым, прибор отрегулирует его до максимально значения напряжения постоянного тока, разрешенного для заданной амплитуды. При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Data out of range".

- Ограничения, обусловленные выходной нагрузкой. Диапазон смещения зависит от настроек выходной нагрузки. Например, если для сдвига установить значение 100 мВ постоянного тока, а затем изменить выходную нагрузку с 50 Ом на значение высокого импеданса, напряжение смещения, отображаемое на лицевой панели, увеличится вдвое и составит 200 мВ постоянного тока (это не рассматривается как ошибка). Если значение высокого импеданса заменить на 50 Ом, отображаемое напряжение смещения будет уменьшено в два раза. Для получения более подробной информации см. **OUTPut[1|2]:LOAD**. Изменение настройки выходной нагрузки не влияет на напряжение на выходных контактах прибора. При этом изменяются только значения, отображаемые на дисплее лицевой панели, и значения, запрашиваемые в интерфейсе дистанционного управления. Напряжение на выходе прибора зависит от подключенной к нему нагрузки. Для получения более подробной информации см. **OUTPut[1|2]:LOAD**.
- Ограничения для сигналов произвольной формы: при использовании сигналов произвольной формы амплитуда ограничена, если точки данных сигнала не охватывают полный диапазон выходных значений ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь). Например, встроенный сигнал в форме кардинального синуса "Sinc" не использует весь диапазон значений, поэтому его максимальная амплитуда ограничена 6,087 В между пиками (в разъем с сопротивлением 50 Ω).
- При установке верхнего и нижнего уровня также устанавливается амплитуда и смещение сигнала. Например, при установке в качестве верхнего уровня значения +2 В, а в качестве нижнего уровня – значения -3 В полученная амплитуда составит 5 В между пиками, а смещение составит -500 мВ.
- Чтобы получить уровень напряжения постоянного тока на выходе, выберите функцию напряжения постоянного тока (**FUNCTION DC**), а затем установите напряжение смещения (**VOLTage:OFFSet**). Допустимыми являются значения в диапазоне ± 5 В постоянного тока в разъем 50 Ом или ± 10 В постоянного тока в разомкнутую цепь. Если прибор находится в режиме постоянного тока, установка амплитуды не имеет смысла.

- **Лицевая панель:**



- **SCPI:**

[SOURce[1|2]:]VOLTage:OFFSet {<offset>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}

[SOURce[1|2]:]VOLTage:HIGH {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}

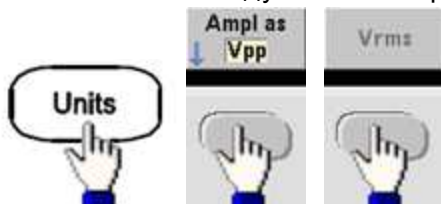
[SOURce[1|2]:]VOLTage:LOW {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}

Команда **APPLY** позволяет сконфигурировать сигнал с помощью одной команды.

Единицы измерения вывода

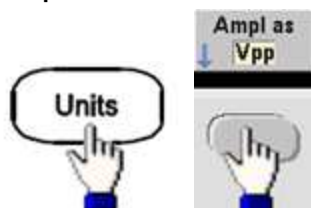
Применяется только для выходной амплитуды.

- Единицы измерения вывода: В между пиками (по умолчанию), В (среднеквадратичное значение) или дБм.
- Настройка непостоянна.
- Выбранные единицы измерения применяются для операций, выполняемых с использованием передней панели и интерфейса дистанционного управления. Например, если при дистанционном управлении выбрать единицы измерения "VRMS" (В среднеквадратичное значение), они будут отображаться как "VRMS" на передней панели.
- Нельзя использовать единицы измерения амплитуды дБм, если для выходной нагрузки задано высокое сопротивление. Для вычисления дБм требуется конечное значение сопротивления нагрузки. В данном случае единицы измерения преобразуются в В между пиками.
- Можно выполнять преобразование единиц измерения. Например, равносильное преобразование 2 В между пиками в среднеквадратичские В.



Преобразованное значение равно 707,1 мВ (среднеквадратичное значение) для синусоидального сигнала.

- Лицевая панель:

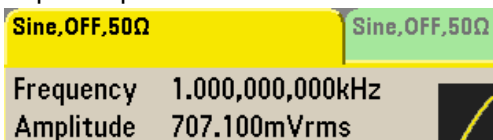


- SCPI: `[SOURce[1|2]:]VOLTage:UNIT {VPP|VRMS|DBM}`

Выходная нагрузка

Разъемы каналов лицевой панели прибора имеют фиксированное значение выходного импеданса в серии, равное 50 Ом. Если фактический импеданс нагрузки отличается от установленного значения, будут указаны неверные значения амплитуды и уровней смещения. Настройка нагрузки импеданса предназначена для удобства работы и позволяет убедиться в том, что отображаемое значение напряжения соответствует ожидаемой нагрузке.

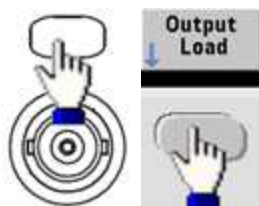
- Выходная нагрузка: 1 Ом – 10 кОм или бесконечность. Значением по умолчанию является 50 Ω . На вкладке в верхней части каждого канала отображается значение этого параметра.



- Если задать нагрузку 50 Ω для разомкнутой цепи, выходная нагрузка будет равна удвоенному заданному значению. Например, если задать смещение постоянного тока 100 мВ (и задать нагрузку 50 Ω) для разомкнутой цепи, фактическое смещение будет равно 200 мВ постоянного тока.
- При изменении настройки выходной нагрузки регулируется отображаемая выходная амплитуда и смещение (ошибка не генерируется). Если амплитуда составляет 10 В между пиками, при изменении значения выходной нагрузки с 50 Ом на значение высокого импеданса (**OUTPut[1|2]:LOAD INF**) отображаемое значение амплитуды будет увеличено вдвое и составит 20 В между пиками. При изменении значения нагрузки с высокого импеданса на 50 Ом отображаемое значение амплитуды будет уменьшено в два раза. Настройка выходной нагрузки не влияет на фактическое выходное напряжение; при этом изменяются только значения, отображаемые на дисплее и запрашиваемые с помощью интерфейса дистанционного управления. Фактическое выходное напряжение зависит от подключенной нагрузки.

Примечание Выходная нагрузка может влиять на качество сигнала или другие функции с высокой скоростью передачи. При высоком сопротивлении нагрузки могут возникать отражения.

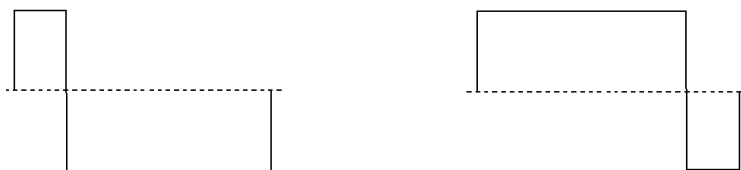
- Единицы измерения преобразуются в В между пиками, если выходная нагрузка имеет высокое сопротивление.
- Невозможно изменить значение выходной нагрузки при включенном ограничении напряжения, поскольку прибор не может определить, к какой настройке нагрузки применять ограничения. Можно отключить ограничения напряжения, установить новое значение нагрузки, отрегулировать ограничения напряжения и повторно включить ограничения напряжения.



- Лицевая панель:
- SCPI: `OUTPut[1|2]:LOAD {<ohms>|INFinity|MINimum|MAXimum|DEFault}`

Коэффициент заполнения (сигналы прямоугольной формы)

Коэффициент заполнения сигнала прямоугольной формы является отрезком времени цикла, в течение которого сигнал находится на максимальном уровне (предполагается, что сигнал не инвертируется). (См. раздел **Импульсные сигналы** для получения подробной информации о коэффициенте заполнения импульса).



Коэффициент заполнения 20 % Коэффициент заполнения 80 %

- Коэффициент заполнения: 0,01 % – 99,99 % при низких частотах; диапазон сужается при более высоких частотах. Сохраняется в энергозависимой памяти; значение по умолчанию – 50 %.
- Эта настройка сохраняется в памяти при выборе другой функции. Коэффициент заполнения 50 % всегда используется для модулирующего сигнала прямоугольной формы; настройка коэффициента заполнения применяется только к сигналу несущей прямоугольной формы.

- Лицевая панель:



При использовании клавиатуры нажмите кнопку **Percent** для завершения:

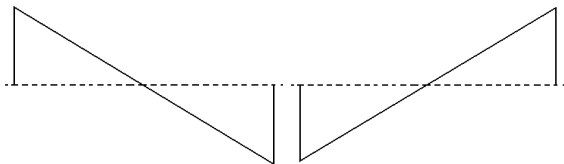


- SCPI: `[SOURce[1|2]:]FUNCTION:SQUare:DCYCLE {<percent>|MINimum|MAXimum}`

Команда **APPLY** задает для коэффициента заполнения значение 50 %.

Симметрия (сигналы пилообразной формы)

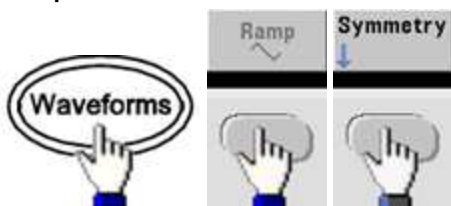
Применяется только к сигналам пилообразной формы. Симметрия представляет отрезок времени каждого цикла, в течение которого сигнал пилообразной формы нарастает (предполагается, что сигнал не инвертируется).



Симметрия 0 %

Симметрия 100%

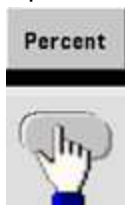
- Значение симметрии (по умолчанию 100%) сохраняется в энергонезависимой памяти; значение сохраняется в памяти при смене сигналов.
- Если в качестве модулирующего сигнала для АМ, ЧМ, ФМ или ШИМ выбран пилообразный сигнал, настройка симметрии не будет применена.
- Лицевая панель:



Затем выберите один из следующих параметров. Параметр **Symmetry** позволяет использовать ручку и клавиатуру для определения значений.



При использовании клавиатуры нажмите кнопку **Percent** для завершения:



- **SCPI:** `[SOURce[1|2]:]FUNCTION:RAMP:SYMMetry {<percent>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}`

Команда **APPLY** задает для симметрии значение 100%.

Автоматический диапазон напряжения

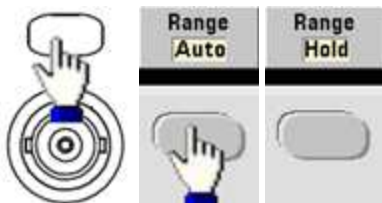
Автоматический диапазон включается по умолчанию, и прибор выбирает оптимальные параметры аттенюатора. Когда автоматический диапазон отключен, прибор использует текущие параметры аттенюатора и реле аттенюатора не переключаются.

- Можно отключить автоматический диапазон, чтобы устранить кратковременные всплески, возникающие при переключении аттенюатора при изменении амплитуды. Однако, необходимо учесть следующее.
- Точность амплитуды и смещения, а также разрешение (и четкость сигнала) могут ухудшаться при снижении амплитуды до значений ниже изменения диапазона, которое возникло бы при включении автоматического диапазона.
- При включении автоматического диапазона невозможно достичь минимального значения амплитуды.
- Некоторые функциональные возможности прибора не применяются при выключении автоматического диапазона.

- **Лицевая панель:**



или



- **SCPI:** `[SOURce[1|2]:]VOLTage:RANGe:AUTO {OFF|0|ON|1|ONCE}`

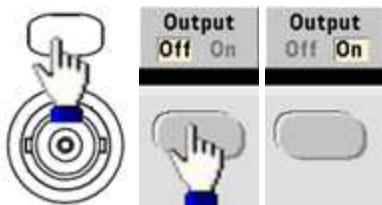
Команда **APPLy** всегда включает автоматический диапазон.

Контроль вывода

По умолчанию выход канала отключен при включении питания для защиты другого оборудования. Чтобы включить выход канала, см. процедуру ниже. Когда выход канала включен, горит соответствующая кнопка канала.

- Когда из внешней цепи на выходной разъем канала поступает избыточное напряжение, прибор генерирует сообщение об ошибке и отключает выход. Чтобы повторно включить выход, устраните перегрузку и снова включите канал.

- Лицевая панель:



- SCPI: `OUTPut[1|2]{ON|1|OFF|0}`

Команда **APPLy** всегда включает выходной разъем канала.

Полярность сигнала

В нормальном режиме (по умолчанию) в начале цикла сигнал идет в положительном направлении. В инвертированном режиме происходит обратное.

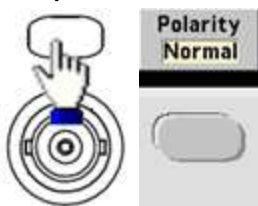
- Как показано далее, сигнал инвертируется в соответствии с напряжением смещения. Напряжение смещения при инвертировании сигнала остается неизменным.



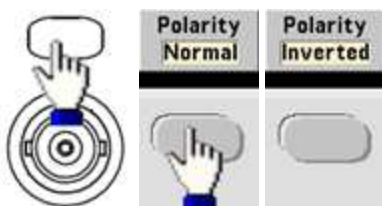
Без смещения напряжения Со смещением напряжения

- Сигнал **Sync**, ассоциированный с инвертированным сигналом, не инвертирован.

- Лицевая панель:



или



- SCPI: `OUTPut[1|2]:POLarity {NORMal|INVerted}`

Выходной синхрои́мпульс

Вывод синхрои́мпульса обеспечивается разъемом **Sync** на передней панели. Все стандартные выходные функции (кроме постоянного тока и шума) имеют связанный сигнал **Sync**. Когда не требуется выводить сигнал **Sync**, можно отключить разъем **Sync**. При использовании двухканального прибора сигнал **Sync** может поступать с любого выходного канала.

Общее поведение

- По умолчанию сигнал **Sync** поступает с канала 1 на разъем **Sync** (включен).
- Когда сигнал **Sync** отключен, на разъеме **Sync** присутствует низкий уровень логического сигнала.
- Полярность сигнала **Sync** определяется командой **OUTPut:SYNC:POLarity {INVerted|NORMal}**.
- При инвертировании сигнала (см. раздел **Полярность сигнала**) связанный сигнал **Sync** не инвертируется.
- Для синусоидального, импульсного, пилообразного, прямоугольного и треугольного сигнала используется сигнал **Sync** прямоугольной формы, который находится на максимальном уровне в первой половине цикла и на минимальном – во второй половине. Напряжение сигнала **Sync** совместимо с TTL, когда соответствующее сопротивление нагрузки превышает 1 кОм.
- Для сигналов произвольной формы сигнал **Sync** нарастает в начале сигнала и спадает в середине сигнала произвольной формы. Можно изменить это поведение, используя команду **MARKeR:POINT**, чтобы задать точку сигнала произвольной формы с низкой передачей сигнала **Sync**.

Модуляция

- Для внутренних модулированных сигналов АМ, ЧМ, ИМ и ШИМ сигнал **Sync** обычно соотносится с модулирующим сигналом (не с несущей) и является сигналом прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50 %. В первой половине модулирующего сигнала сигнал **Sync** является TTL с максимальным значением. Можно настроить сигнал **Sync**, чтобы он следовал за сигналом несущей, с помощью команды **OUTPut:SYNC:MODE {CARRier|NORMal|MARKeR}** при использовании внутренней модуляции.
- Для внешних модулированных сигналов АМ, ЧМ, ИМ и ШИМ сигнал **Sync** обычно соотносится с сигналом несущей (не с модулирующим сигналом) и является сигналом прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50 %.
- Можно изменить нормальное поведение синхросигнала, чтобы сигнал **Sync** постоянно следовал за сигналом несущей (**OUTPut[1|2]:SYNC:MODE CARRier**).
- При частотной манипуляции сигнал **Sync** соотносится со значением скорости частотной манипуляции. Сигнал **Sync** является TTL с максимальным значением при переходе к скачку по частоте.

Развертка

- Сигнал **Sync** будет TTL с высоким значением в начале развертки и будет преобразован в TTL с низким значением в средней точке развертки. Сигнал **Sync** синхронизируется с разверткой, но не равен времени развертки, поскольку время данного сигнала включает время подготовки.
- Для развертки по частоте с включенной функцией маркировки сигнал **Sync** будет TTL с высоким значением в начале развертки и с низким значением на частоте маркера. Эти характеристики можно изменить с помощью команды **OUTPut[1|2]:SYNC:MODE MARKER**.

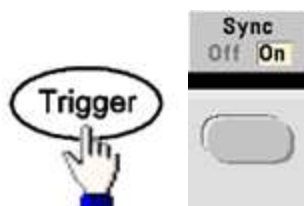
Пакетный режим

- Сигнал **Sync** является TTL с максимальным уровнем в начале пакетного сигнала с запуском. Сигнал **Sync** является TTL с минимальным уровнем в конце заданного количества циклов (если сигнал имеет связанную начальную фазу, не может быть точки пересечения с нулем). Для неопределенного количества пакетов сигнал **Sync** будет выглядеть так же, как для непрерывного сигнала.
- При использовании внешнего стробированного пакетного сигнала сигнал **Sync** следует за внешним стробирующим сигналом. Однако сигнал не будет спадать до конца последнего цикла (если сигнал имеет связанную начальную фазу, не может быть точки пересечения с нулем).

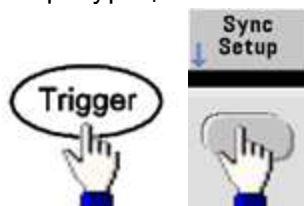
Конфигурация выхода Sync

• Лицевая панель:

Выключение и включение сигнала **Sync**.



Конфигурация сигнала синхронизации.



• SCPI:

OUTPut:SYNC {ON|1|OFF|0}

OUTPut[1|2]:SYNC:MODE {NORMal|CARRier|MARKer}

OUTPut[1|2]:SYNC:POLarity {NORMal|INVerted}

OUTPut:SYNC:SOURce {CH1|CH2}

Импульсные сигналы

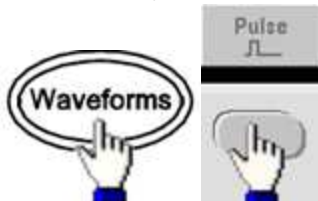
Как показано ниже, импульсный сигнал или сигнал прямоугольной формы определяется периодом, шириной импульса, передним и задним фронтом.



Период

- Период: величина, обратная частоте, имеет максимальное значение 1 000 000 с. Значение по умолчанию 1 мс.
- Прибор регулирует ширину импульса и время фронта в соответствии с заданным периодом.
- **Лицевая панель:**

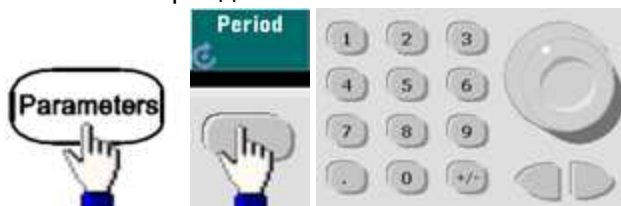
Выбор импульсного сигнала.



Выбор периода вместо частоты.



Установка периода.



- SCPI: `[SOURce[1|2]:]FUNction:PULSe:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

Ширина импульса

Длительность импульса – это промежуток времени между 50% порогового значения переднего фронта импульса и 50% порогового значения следующего заднего фронта.

- Ширина импульса: до 1 000 000 с (см. ограничения ниже). Ширина импульса по умолчанию равна 100 мкс. Минимальная длительность импульсов для серии 33500 составляет 16 нс, а для серии 33600 – 5 нс до 4 В между пиками и 8 нс до 10 В между пиками.
- Задаваемая ширина импульса должна быть меньше разницы между периодом и минимальной шириной импульса.
- Прибор отрегулирует ширину импульса в соответствии с заданным периодом.

- Лицевая панель:



- SCPI: `[SOURce[1|2]:]FUNction:PULSe:WIDTh {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

Коэффициент заполнения импульса

Коэффициент заполнения импульса определяется следующим образом.

Коэффициент заполнения = $100 \text{ (ширина импульса) / период}$

Длительность импульса – это промежуток времени между 50% порогового значения переднего фронта импульса и 50% порогового значения следующего заднего фронта.

- Коэффициент заполнения импульса: 0,01 % – 99,99 % (см. ограничения ниже). Значение по умолчанию – 10 %.
- Коэффициент заполнения импульса должен соответствовать следующим ограничениям, которые определяются минимальной шириной импульса. Прибор регулирует коэффициент заполнения импульса в соответствии с заданным периодом.

Коэффициент заполнения $> 100 \text{ (минимальная ширина импульса) / период}$

и

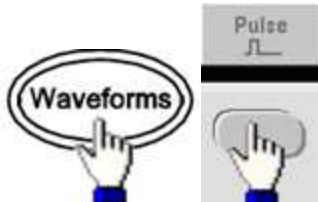
Коэффициент заполнения $< 100 (1 - (\text{минимальная ширина импульса} / \text{период}))$

Минимальная длительность импульсов для серии 33500 составляет 16 нс, а для серии 33600 – 5 нс до 4 В между пиками и 8 нс до 10 В между пиками.

- Чем длиннее фронты, тем больше значение минимальной ширины импульса. Более длинные фронты будут ограничивать значение коэффициента заполнения больше, чем более короткие фронты.

- **Лицевая панель:**

Выбор импульсной функции.



Переход к коэффициенту заполнения.



Ввод коэффициента заполнения.

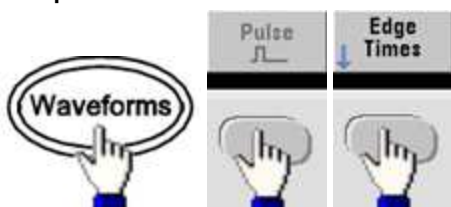


- **SCPI:** `[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:DCYClе {<percent>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

Время фронта

Время фронта определяет время перехода для переднего и заднего фронта импульсного сигнала (независимо или совместно). Время фронта представляет время между пороговыми значениями 10 % и 90 %.

- Время фронта: минимальное значение 8,4 нс для приборов серии 33500 и 2,9 нс до 4 В между пиками или 3,3 нс до 10 В между пиками для приборов серии 33600. Максимальное значение 1 мкс и по умолчанию 10 нс.
- Задаваемое время фронта должно соответствовать заданной ширине импульса, **как показано выше**. Прибор отрегулирует время фронта, чтобы обеспечить соответствие заданной ширине импульса.
- Лицевая панель:



- SCPI:

`[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:TRANSition:LEADing {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

`[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:TRANSition:TRAILing {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

`[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:TRANSition[:BOTH] {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

Амплитудная модуляция (АМ) и частотная модуляция (ЧМ)

Модулированный сигнал состоит из несущего сигнала и модулирующего сигнала. При амплитудной модуляции амплитуда несущей изменяется в зависимости от уровня напряжения модулирующего сигнала. При частотной модуляции частота несущей изменяется в зависимости от уровня напряжения модулирующего сигнала. С прибором можно использовать внутренний или внешний источник модуляции. В двухканальном приборе один канал может модулировать другой.

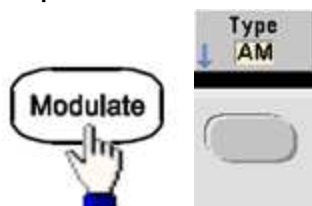
Выберите амплитудную или частотную модуляцию перед выполнением настройки любого другого параметра модуляции. Для получения дополнительной информации о модуляции см. раздел **Модуляция**.

Выбор амплитудной или частотной модуляции

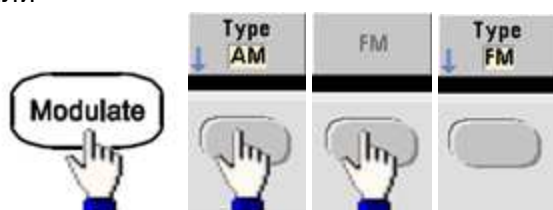
- Прибор разрешает включение только одного режима модуляции для канала. При включении амплитудной или частотной модуляции другие виды модуляции отключаются. На двухканальных моделях модуляции каналов не зависят друг от друга, и прибор может добавлять модулированные сигналы с двух каналов. Для получения подробной информации см. **PHASe:SYNChronize** и **COMBine:FEED**.

- Прибор не разрешает включение амплитудной или частотной модуляции при выполнении развертки или при использовании пакетного режима. При включении амплитудной или частотной модуляции развертка и пакетный режим отключаются.
- Во избежание многократного изменения сигнала активируйте модуляцию после настройки остальных параметров модуляции.

- **Лицевая панель:**



или



Затем включите модуляцию.



Сигнал – это результат, получаемый при использовании установленных настроек несущего и модулирующего сигнала.

- **SCPI:**

`[SOURce[1|2]:]AM:STATe{ON|1|OFF|0}`

`[SOURce[1|2]:]FM:STATe {ON|1|OFF|0}`

Форма сигнала несущей

- Форма несущей при амплитудной или частотной модуляции: синусоидальная (по умолчанию), прямоугольная, пилообразная, импульсная, треугольная, шум, сигнал псевдослучайной двоичной последовательности или произвольная. В качестве сигнала несущей нельзя использовать сигнал постоянного тока.
- Для ЧМ несущая частота всегда должна быть больше или равна девиации частоты. При попытке установить значение девиации, превышающее значение несущей частоты, значение девиации будет автоматически приравнено к значению несущей частоты.

- Сумма несущей частоты и девиации не может превышать сумму выбранной максимальной частоты функции и 100 кГц. При попытке установить недопустимое значение для девиации прибор автоматически отрегулирует это значение до максимально допустимого значения для имеющейся несущей частоты. Также в интерфейсе дистанционного управления отобразится сообщение об ошибке "Data out of range".

- Лицевая панель:



Затем выберите форму сигнала.

- SCPI:

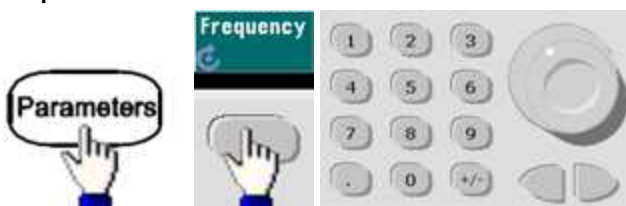
[SOURce[1|2]:]FUNCTioN <function>

Команда **APPLy** позволяет сконфигурировать сигнал с помощью одной команды.

Частота несущей

Максимальная несущая частота зависит от функции, модели и выходного напряжения, как показано [здесь](#). Значением по умолчанию является 1 кГц для всех функций, кроме сигналов произвольной формы. Частота сигнала произвольной формы также устанавливается с помощью команды **FUNCTioN:ARBITrary:SRATe**.

- Лицевая панель:



- SCPI: [SOURce[1|2]:]FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}

Команда **APPLy** позволяет сконфигурировать сигнал с помощью одной команды.





Форма модулирующего сигнала

Прибор принимает сигналы внутреннего и внешнего источника модуляции при использовании амплитудной или частотной модуляции. На двухканальном приборе можно выполнять модуляции одного канала с помощью другого.

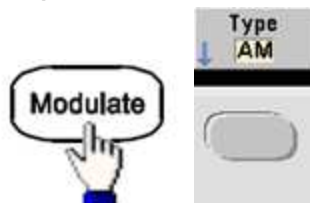
Примечание

Невозможно модулировать шум с использованием сигнала шума, псевдослучайную двоичную последовательность с использованием сигнала двоичной псевдослучайной последовательности или сигнал произвольной формы с использованием сигнала произвольной формы.

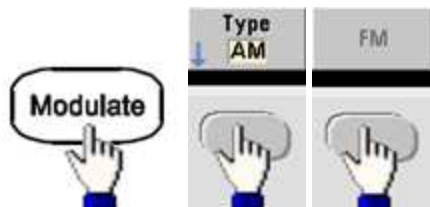
- Форма модулирующего сигнала (внутренний источник) может быть следующей:

- Синусоидальный сигнал
- Создание сигнала прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50% 
- UpRamp с симметрией 100% 
- Треугольник с симметрией 50% 
- DnRamp с симметрией 0% 
- Шум – белый гауссов шум
- PRBS (Pseudo Random Bit Sequence) – псевдослучайная последовательность битов (многочленное значение PN7)
- Произвольная форма – сигнал произвольной формы

- Лицевая панель:



или



Затем выберите форму модулирующего сигнала.



- SCPI:
`[SOURce[1|2]:]AM:INTernal:FUNCTion <function>`
`[SOURce[1|2]:]FM:INTernal:FUNCTion <function>`

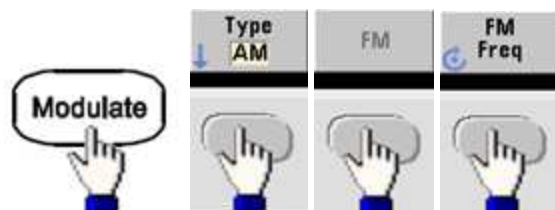
Частота модулирующего сигнала

С прибором можно использовать внутренний или внешний источник модуляции.

- Модулирующая частота (внутренний источник): минимальное значение составляет 1 мГц, максимальные значения различаются для разных моделей, функций и вывода, как показано [здесь](#).
- Модулирующая частота (внешний источник): 0 – 100 кГц
- Лицевая панель:



или



Затем введите значение частоты для амплитудной или частотной модуляции с помощью ручки и клавиатуры.



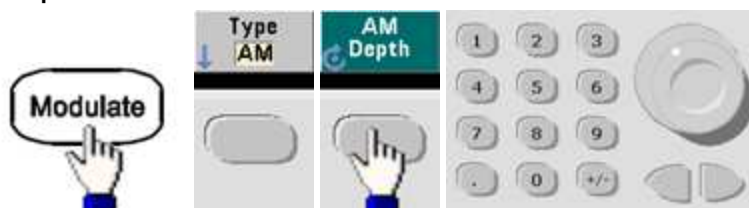
- SCPI:
`[SOURce[1|2]:]AM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}`
`[SOURce[1|2]:]FM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

Коэффициент модуляции (AM)

Коэффициент модуляции выражается в процентах и представляет колебание амплитуды. При коэффициенте модуляции 0 % значение амплитуды составляет половину значения амплитуды несущей. При коэффициенте модуляции 100% значение амплитуды изменяется в зависимости от модулирующего сигнала от 0 % до 100% значения амплитуды несущей.

- Коэффициент модуляции: 0 % – 120 %. Значением по умолчанию является 100%.
- Даже при глубине больше 100% прибор не превысит пиковое значение ± 5 В на выходе (при сопротивлении разъема 50 Ом). Для достижения глубины модуляции больше 100% можно уменьшить выходную амплитуду несущего сигнала.

• Лицевая панель:

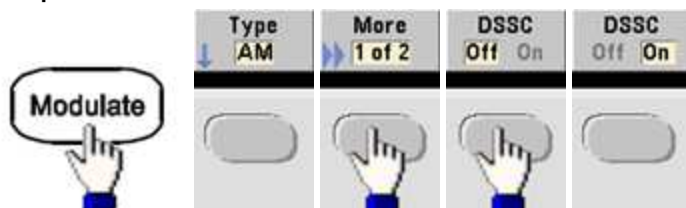


- SCPI: `[SOURCE1|2]:AM[:DEPT] {<depth_in_percent>|MINimum|MAXimum}`

Амплитудная модуляция с двумя боковыми полосами и подавленной несущей частотой

Прибор поддерживает две формы амплитудной модуляции: нормальную и с двумя боковыми полосами и подавленной несущей (DSSC). В режиме DSSC несущая отсутствует, если амплитуда модулирующего сигнала не больше нуля.

• Лицевая панель:



- SCPI: `[SOURCE1|2]:AM:DSSC{ON|1|OFF|0}.`

Девияция частоты (ЧМ)

Настройка девиации частоты представляет пиковые колебания частоты модулированного сигнала относительно частоты несущей.

Когда несущей является псевдослучайная двоичная последовательность, девиация частоты приводит к изменению скорости передачи в битах, равной половине заданного значения частоты. Например, девиация 10 кГц равнозначна изменению скорости передачи на 5 кбит/с.

- Девиация частоты: 1 мГц (частота несущей)/2; значение по умолчанию 100 Гц.
- Для ЧМ несущая частота всегда должна быть больше или равна девиации частоты. При попытке установить значение девиации, превышающее значение несущей частоты, значение девиации будет автоматически приравнено к значению несущей частоты.
- Сумма несущей частоты и девиации не может превышать сумму выбранной максимальной частоты функции и 100 кГц. При попытке установить недопустимое значение для девиации прибор автоматически отрегулирует это значение до максимально допустимого значения для имеющейся несущей частоты. Также в интерфейсе дистанционного управления отобразится сообщение об ошибке "Data out of range".

- **Лицевая панель:**



- SCPI: `[SOURce[1|2]:]FM[:DEViation]{<peak_deviation_in_Hz>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}`

Источник модуляции

С прибором можно использовать внутренний или внешний источник модуляции. На двухканальном приборе можно выполнять модуляции одного канала с помощью другого.

Примечание На приборах серии 33600 можно выполнить конфигурацию источника модуляции для приема сигнала ± 5 В или ± 1 В. Для получения подробной информации см. раздел **INPut:ATTenuation[:STATe]**.

- Модулирующий источник: внутренний (по умолчанию), другой канал или внешний. Внешний модулирующий источник может быть до 100 кГц.
- При использовании внешнего источника внешний сигнал модулирует сигнал несущей. Коэффициент модуляции (АМ) или девиация частоты (ЧМ) управляется уровнем сигнала на разъеме **Modulation In** на задней панели. Внешний вход модуляции имеет полосу пропускания -3 дБ при частоте 100 кГц.
- Пример для амплитудной модуляции: если коэффициент модуляции равен 100% и уровень модулирующего сигнала +5 В, вывод будет осуществляться с максимальной амплитудой. Когда уровень модулирующего сигнала -5 В, вывод будет осуществляться с минимальной амплитудой.
- Пример для частотной модуляции: если значение девиации 10 кГц, то уровень сигнала +5 В соответствует повышению частоты на 10 кГц. Чем меньше уровни внешних сигналов, тем меньше девиация, а при использовании отрицательных уровней сигналов частота становится меньше частоты несущего сигнала.
- **Лицевая панель:**
После включения амплитудной или частотной модуляции выберите источник модуляции, как показано.



- **SCPI:**
[SOURce[1|2]:]AM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]FM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}

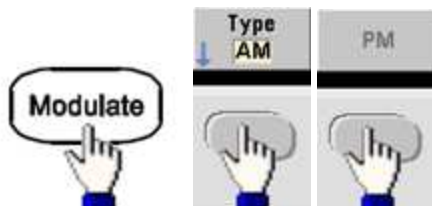
Фазовая модуляция (ФМ)

Модулированный сигнал состоит из несущего сигнала и модулирующего сигнала. Фазовая модуляция во многом сходна с частотной модуляцией, но при фазовой модуляции фаза модулированного сигнала изменяется в зависимости от мгновенного напряжения модулирующего сигнала.

Для получения дополнительной информации об основных компонентах фазовой модуляции см. **Учебное пособие. Модуляция**.

Выбор фазовой модуляции

- Одновременно можно активировать только один режим модуляции. При включении фазовой модуляции отключается предыдущий режим модуляции.
- При включении фазовой модуляции также отключается развертка и пакетный режим.



- Лицевая панель:

Сигнал – это результат, получаемый при использовании установленных настроек несущего и модулирующего сигнала.

- Во избежание многократного изменения сигнала активируйте модуляцию после настройки остальных параметров модуляции.
- SCPI: `[SOURce[1|2]:]PM:STATe {ON|1|OFF|0}`

Форма сигнала несущей

- Форма несущей фазовой модуляции: синусоидальная (по умолчанию), прямоугольная, пилообразная, треугольная, импульсная, псевдослучайной двоичной последовательности или произвольная. В качестве сигнала несущей невозможно использовать сигнал шума или постоянного тока.



- Лицевая панель:

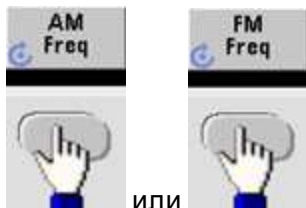
Затем выберите любой сигнал, кроме сигнала шума или постоянного тока.

- SCPI: `[SOURce[1|2]:]FUNCTION <function>`
- Команда **APPLy** позволяет сконфигурировать сигнал с помощью одной команды.
- Когда несущей является сигнал произвольной формы, модуляция применяется к такту выборки, а не к полному циклу, заданному набором выборок сигнала произвольной формы. Поэтому применение фазовой модуляции к сигналам произвольной формы ограничено.

Частота несущей

Максимальная несущая частота зависит от функции, модели и выходного напряжения, как показано [здесь](#). Значением по умолчанию является 1 кГц для всех функций, кроме сигналов произвольной формы. Несущая частота должна быть в 20 раз больше пиковой частоты модуляции.

- Лицевая панель:



или

или любая другая кнопка настройки частоты.





После нажатия кнопка настройки частоты:



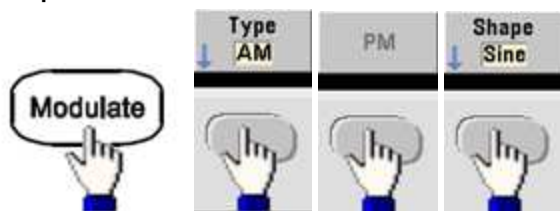
- SCPI: `[SOURce[1|2]:]FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}`
- Команда **APPLy** позволяет сконфигурировать сигнал с помощью одной команды.

Форма модулирующего сигнала

С прибором можно использовать внутренний или внешний источник модуляции.

- Форма модулирующего сигнала (внутренний источник) может быть следующей:
 - Синусоидальный сигнал
 - Создание сигнала прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50% 
 - UpRamp с симметрией 100% 
 - Треугольник с симметрией 50% 
 - DnRamp с симметрией 0% 
 - Шум – белый гауссов шум
 - PRBS (Pseudo Random Bit Sequence) – псевдослучайная последовательность битов (многочленное значение PN7)
 - Сигнал произвольной формы
- В качестве формы модулирующего сигнала можно использовать сигнал шума, но в качестве сигнала несущей нельзя использовать сигнал шума или постоянного тока.

- Лицевая панель:

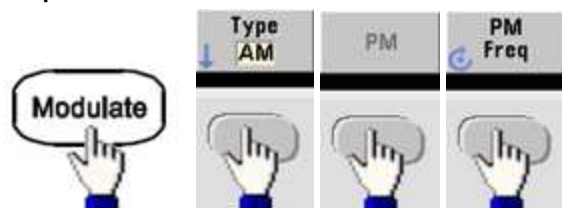


- SCPI: `[SOURce[1|2]:]PM:INTernal:FUNCTion <function>`

Частота модулирующего сигнала

С прибором можно использовать внутренний или внешний источник модуляции. Внешний входной сигнал модуляции имеет полосу пропускания -3 дБ и частоту 100 кГц.

- Модулирующая частота (внутренняя): значением по умолчанию является 10 Гц; минимальное значение – 1 мГц; максимальное значение зависит от модели, функции и выходного напряжения, как показано [здесь](#).
- Лицевая панель:



Затем установите частоту модулирующего сигнала.

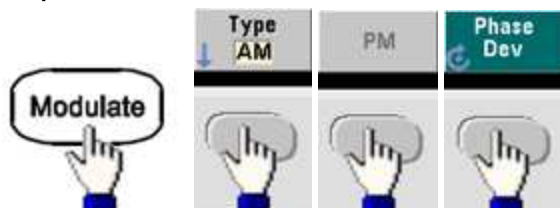


- SCPI: `[SOURce[1|2]:]PM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

Девияция фазы

Настройка девиации фазы представляет пиковые колебания фазы модулированного сигнала относительно сигнала несущей. Для девиации фазы можно установить значение от 0 до 360 градусов (значение по умолчанию – 180).

- **Лицевая панель:**



Затем задайте девиацию фазы.



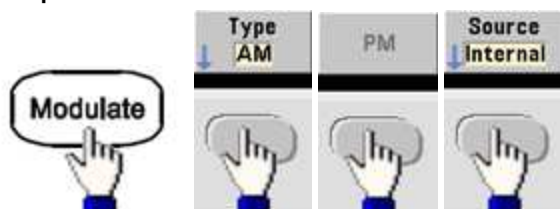
- **SCPI:** `[SOURce1|2]:PM:DEVIation {<deviation in degrees>|MINimum|MAXimum|DEFault}`
- Когда несущей является сигнал произвольной формы, девиация применяется к такту выборки. Поэтому воздействие на полностью произвольный сигнал гораздо меньше, чем при использовании стандартных сигналов. Протяженность спада зависит от количества точек в сигнале произвольной формы.

Источник модуляции

С прибором можно использовать внутренний или внешний источник модуляции.

- Модулирующий источник: внутренний (по умолчанию), другой канал или внешний. Внешний модулирующий источник может быть до 100 кГц.
- При использовании внешнего источника сигнал несущей модулируется с помощью внешнего сигнала. Уровень сигнала ± 5 В, присутствующий на разъеме **Modulation In** на задней панели, контролирует девиацию фазы. Например, если для девиации установлено значение 180 градусов, сигнал +5 В соответствует сдвигу фазы в 180 градусов. При более низких уровнях девиация будет небольшой.

- **Лицевая панель:**



- **SCPI:** `[SOURce1|2]:PM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}`

Частотная манипуляция (ЧМн)

С помощью **FSK modulation** можно настроить прибор для "сдвига" выходной частоты между двумя предварительно установленными значениями (называемыми несущей частотой и скачкообразно изменяемой частотой). Скорость переключения выходного сигнала между этими значениями частот определяется внутренним генератором скорости или уровнем сигнала на разъеме задней панели **Ext Trig**.

Для получения подробной информации по использованию частотной манипуляции с помощью элементов управления передней панели см. раздел **Функции меню передней панели. Вывод сигнала частотной манипуляции.**

Выбор частотной манипуляции

FSKey:STaTe {OFF|ON}

- Одновременно можно активировать только один режим модуляции. При включении частотной манипуляции выключается предыдущий режим модуляции.
- Невозможно включить частотную манипуляцию, когда включена развертка или пакетный режим. При включении частотной манипуляции развертка или пакетный режим отключаются.
- Во избежание многократного изменения сигнала активируйте модуляцию после настройки остальных параметров модуляции.

Несущая частота при частотной манипуляции

[SOURce[1|2]:]FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}

Максимальная несущая частота зависит от функции, модели и выходного напряжения, как показано [здесь](#). Значением по умолчанию является 1 кГц для всех функций, кроме сигналов произвольной формы.

- При выборе внешнего источника выходная частота определяется уровнем сигнала на разъеме задней панели **Ext Trig**. Если используется низкий логический уровень, будет генерирована несущая частота. При использовании высокого логического уровня будет генерирована скачкообразная частота.

Скачок по частоте при частотной манипуляции

[SOURce[1|2]:]FSKey:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}

Максимальное значение скачка по частоте зависит от функции. Для всех функций по умолчанию используется значение 100 Гц. Внутренним модулирующим сигналом является сигнал прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50 %.

Функция	Минимальный скачок по частоте	Максимальный скачок по частоте
Синусоидальный	1 мГц	(различается в зависимости от модели, как показано здесь)
Прямоугольный		
Пилообразный/треугольный		
Импульсный		

- При выборе внешнего источника выходная частота определяется уровнем сигнала на разъеме задней панели **Ext Trig**. Если используется низкий логический уровень, будет генерирована несущая частота. При использовании высокого логического уровня будет генерирована скачкообразная частота.

Скорость частотной манипуляции

[SOURce[1|2]:]FSKey:INTernal:RATE {<rate_in_Hz>|MINimum|MAXimum}

Скорость частотной манипуляции – это скорость, при которой выходная частота "сдвигается" между частотой несущей и скачком по частоте при использовании внутреннего источника частотной манипуляции.

- Скорость частотной манипуляции (внутренний источник): 125 мГц (для приборов серии 33500) или от 250 мГц (для приборов серии 33600) до 1 МГц; значением по умолчанию является 10 Гц.
- Значение скорости частотной манипуляции игнорируется, когда выбран внешний источник частотной манипуляции.

Источник частотной манипуляции

[SOURce[1|2]:]FSKey:SOURce {INTernal|EXTernal}

Источник может быть внутренним (по умолчанию) или внешним.

- Когда выбран внутренний источник, скорость, при которой выходная частота "сдвигается" между частотой несущей и скачком по частоте, определяется скоростью частотной манипуляции. Внутренним модулирующим сигналом является сигнал прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50 %.
- При выборе внешнего источника выходная частота определяется уровнем сигнала на разъеме задней панели **Ext Trig**. Если используется низкий логический уровень, будет генерирована несущая частота. При использовании высокого логического уровня будет генерирована скачкообразная частота.
- Разъемом, используемым для внешнего контроля сигналов частотной манипуляции (**Ext Trig**) является не тот разъем, который используется для внешних модулированных сигналов АМ, ЧМ, ИМ и ШИМ (**Modulation In**). При использовании для частотной манипуляции разъема **Ext Trig** нельзя отрегулировать полярность фронта.

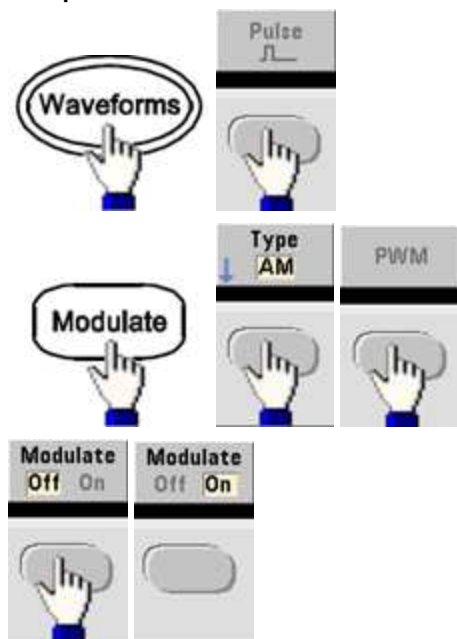
Широтно-импульсная модуляция (ШИМ)

В этом разделе описана широтно-импульсная модуляция (ШИМ). ШИМ доступна только для импульсных сигналов, а длительность импульса изменяется в зависимости от сигнала модуляции. Величина, на которую изменяется длительность импульса, называется отклонением от длительности и может быть выражена в процентном отношении к периоду сигнала (т.е. коэффициенту заполнения) или в единицах измерения времени. Например, при установке импульса, составляющего 20% от коэффициента заполнения, и последующей активации ШИМ с отклонением в 5% сигнал модуляции будет инициировать изменение коэффициента заполнения от 15% до 25%.

С прибором можно использовать внутренний или внешний источник модуляции.

Выбор широтно-импульсной модуляции

- Невозможно включить широтно-импульсную модуляцию, когда включена развертка или пакетный режим.
- Во избежание многократного изменения сигнала активируйте модуляцию после настройки остальных параметров модуляции.
- Лицевая панель:




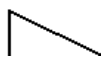


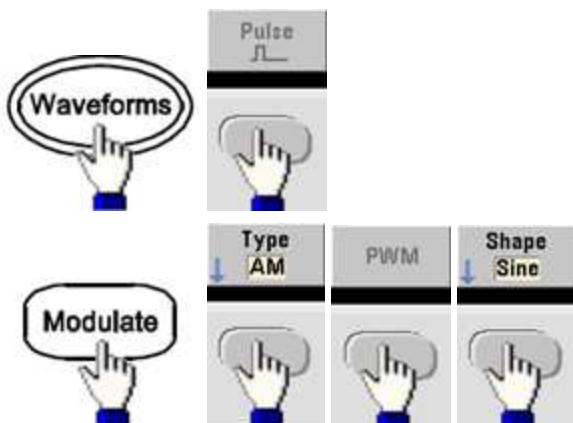
Сигнал – это результат, получаемый при использовании установленных настроек несущего и модулирующего сигнала.

- SCPI: `[SOURce[1|2]:]PWM:STATe {ON|1|OFF|0}`

Форма модулирующего сигнала

С прибором можно использовать внутренний или внешний источник модуляции.

- Форма модулирующего сигнала (внутренний источник) может быть следующей:
 - Синусоидальный сигнал
 - Создание сигнала прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50% 
 - UpRamp с симметрией 100% 
 - Треугольник с симметрией 50% 
 - DnRamp с симметрией 0% 
 - Шум – белый гауссов шум
 - PRBS (Pseudo Random Bit Sequence) – псевдослучайная последовательность битов (многочленное значение PN7)
 - Сигнал произвольной формы
- Лицевая панель:

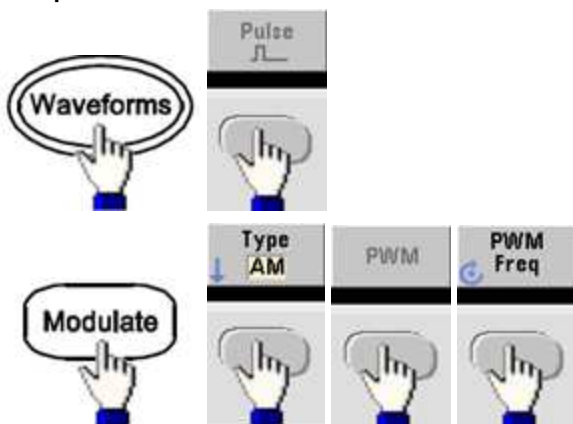


- SCPI: `[SOURce[1|2]:]PWM:INTernal:FUNCTion <function>`

Частота модулирующего сигнала

С прибором можно использовать внутренний или внешний источник модуляции. Внешний входной сигнал модуляции имеет полосу пропускания -3 дБ при частоте 100 кГц.

- Модулирующая частота (внутренний источник): значением по умолчанию является 10 Гц; минимальное значение – 1 мГц. Максимальная частота зависит функции, модели и выходного напряжения, как показано [здесь](#).
- Лицевая панель:

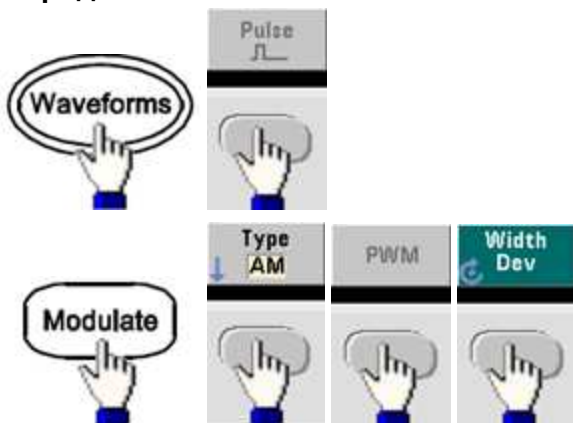


- SCPI: `[SOURce[1|2]:]PWM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

Девияция ширины или коэффициента заполнения

Девияция ШИМ представляет пиковое колебание ширины модулированного импульсного сигнала. Ее можно задать в единицах измерения времени или в виде коэффициента заполнения.

• Передняя панель:



Определение девияции в виде коэффициента заполнения.



- SCPI: `[SOURce[1|2]:]PWM:DEViation {<deviation>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}`
- Сумма ширины импульса и девияции должна соответствовать следующей формуле.

ширина импульса + девияция < период – 16 нс (приборы серии 33500)

ширина импульса + девияция < период – 8 нс (для приборов серии 33600 со значением выше 4 В между пиками)

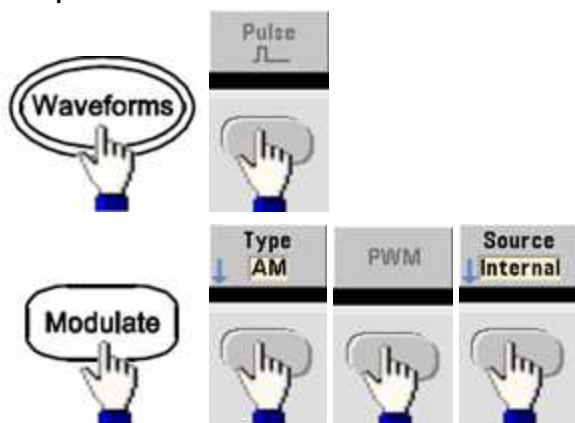
ширина импульса + девияция < период – 5 нс (для приборов серии 33600 со значением до 4 В между пиками)

- Если требуется, прибор отрегулирует девияцию для обеспечения соответствия заданному периоду.

Источник модуляции

С прибором можно использовать внутренний или внешний источник модуляции.

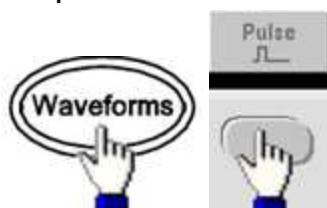
- Модулирующий источник: внутренний (по умолчанию), другой канал или внешний. Внешний модулирующий источник может быть до 100 кГц.
- При выборе модулирующего источника *External* отклонение будет контролироваться с помощью уровня сигнала ± 5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если для девиации задано значение 1 мкс, тогда сигнал +5 В (дополнительно +1 В для приборов серии 33600) соответствует увеличению ширины до 1 мкс. При более низких уровнях сигнала девиация будет небольшой.
- Лицевая панель:



- SCPI: `[SOURce[1|2]:]PWM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}`

Импульсный сигнал

- Импульсный сигнал является единственной формой сигнала, который поддерживается широтно-импульсной модуляцией.
- Лицевая панель:

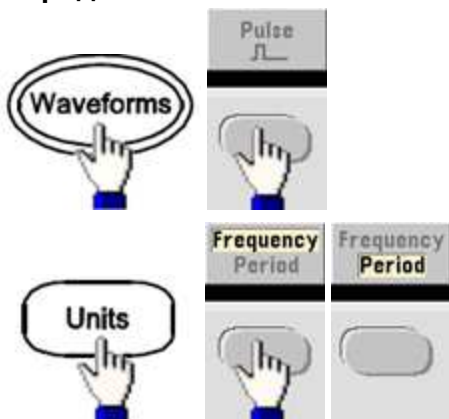


- SCPI: `FUNCTION PULSe`
- Команда `APPLy` позволяет сконфигурировать сигнал с помощью одной команды.

Период импульса

Диапазон периода импульса является диапазоном, представленным величиной, обратной максимальной частоте прибора с максимальным значением 1 000 000 с (значение по умолчанию – 100 мкс). Обратите внимание, что период сигнала ограничивает максимальное значение девиации.

- Передняя панель:



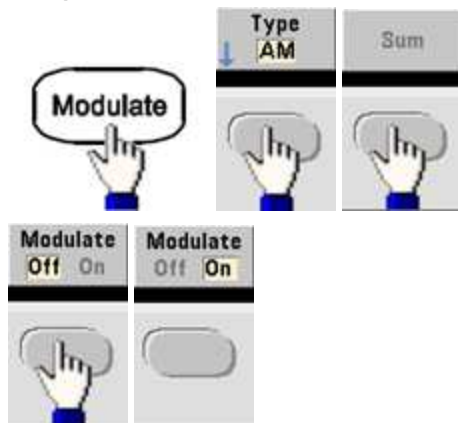
- SCPI: `[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

Модуляция суммы

Модуляция суммы обеспечивает добавление модулирующего сигнала к любому сигналу несущей; обычно она используется для добавления гауссова шума к несущей. Модулирующий сигнал добавляется к несущей в виде значения амплитуды сигнала несущей, выраженного в процентах.

Включение суммы





- Чтобы избежать нескольких изменений сигнала, включите сумму после выполнения конфигурации других параметров модуляции.
- Лицевая панель:



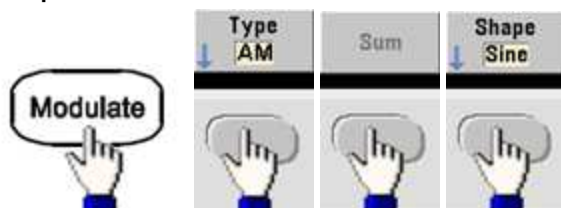
- SCPI: `[SOURce[1|2]:]SUM:STATe {ON|1|OFF|0}`

Форма модулирующего сигнала

С прибором можно использовать внутренний или внешний источник модуляции. На двух-канальном приборе можно выполнять модуляции одного канала с помощью другого.

- Форма модулирующего сигнала (внутренний источник) может быть следующей:
 - Синусоидальный сигнал
 - Создание сигнала прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50% 
 - UpRamp с симметрией 100% 
 - Треугольник с симметрией 50% 
 - DnRamp с симметрией 0% 
 - Шум
 - Сигнал псевдослучайной двоичной последовательности с последовательностью PN7
 - Сигнал произвольной формы

• Лицевая панель:



- SCPI: `[SOURce[1|2]:]SUM:INTernal:FUNCTion <function>`

Частота модулирующего сигнала

С прибором можно использовать внутренний или внешний источник модуляции. На двух-канальном приборе можно выполнять модуляции одного канала с помощью другого.

- Модулирующая частота (внутренний источник): значением по умолчанию является 100 Гц; минимальное значение – 1 мГц. Максимальная частота зависит функции, модели и выходного напряжения, как показано [здесь](#).

• Лицевая панель:



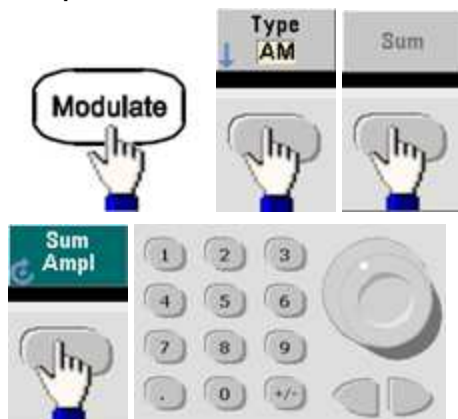
- SCPI: `[SOURce[1|2]:]SUM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}`

Амплитуда суммы

Амплитуда суммы представляет амплитуду сигнала, добавленного к несущей (значение амплитуды несущей, выраженное в процентах).

- Настройка амплитуды: от 0 до 100% амплитуды несущей, разрешение равно 0,01 %.
- Амплитуда суммы остается неизменяемой частью амплитуды несущей и отслеживает изменения амплитуды несущей.

- Лицевая панель:



- SCPI: `[SOURce[1|2]:]SUM:AMPLitude {<amplitude>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

Источник модуляции

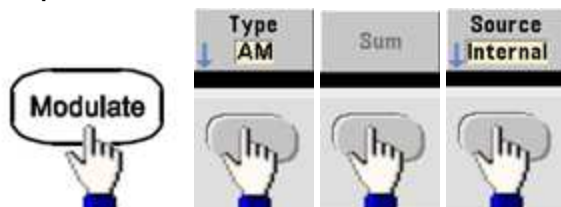
С прибором можно использовать внутренний или внешний источник модуляции. На двух-канальном приборе можно выполнять модуляции одного канала с помощью другого.

- Модулирующий источник: внутренний (по умолчанию), другой канал или внешний. Внешний модулирующий источник может быть до 100 кГц.
- При использовании внешнего источника сигнал несущей суммируется по уровню сигнала ± 5 В (дополнительно ± 1 В для серии 33600) на разъеме **Modulation In** на задней панели. Например, если для амплитуды суммы установлено значение 10 %, то, когда модулирующий сигнал находится на уровне +5 В (дополнительно +1 В для приборов серии 33600), выходной сигнал будет иметь максимальную амплитуду (110 % значения амплитуды несущей). Когда модулирующий сигнал находится на уровне -5 В (дополнительно -1 В для приборов серии 33600), выходной сигнал будет иметь минимальную амплитуду (90 % значения амплитуды несущей).

Примечание

При использовании другого канала как источника модуляции SUM рекомендуется использовать **функцию комбинации**. Функция комбинации имеет несколько ограничений и меньшую задержку по сравнению с источником модуляции SUM, который используется с другим каналом.

- **Лицевая панель:**



- **SCPI:** `[SOURce[1|2]:]SUM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}`

Развертка частоты

В режиме развертки частоты прибор переходит от начальной к конечной частоте с заданной скоростью развертки. Можно увеличить или уменьшить развертку по частоте с использованием линейной или логарифмической шкалы. Можно также конфигурировать прибор для вывода одного цикла развертки от начальной до конечной частоты, применив внешний запуск или запуск вручную. Прибор может выполнять развертку синусоидального, прямоугольного, импульсного, пилообразного, треугольного сигнала или сигнала произвольной формы (не разрешены сигналы псевдослучайной двоичной последовательности, шума и постоянного тока).

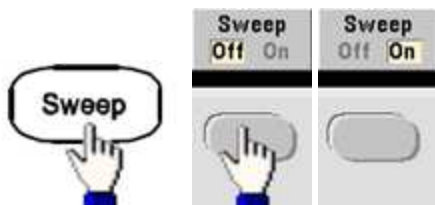
Можно задать время удержания, в течение которого развертка остается на начальной частоте, и время возврата, в течение которого частота линейно изменяется от конечной к начальной частоте.

Для получения дополнительной информации см. раздел **Развертка частоты**.

Выбор развертки

На приборе невозможна активация режима развертки или режима формирования списков во время активного пакетного режима или режима модуляции. При активации режима развертки пакетный режим или режим модуляции будет отключен.

- Чтобы избежать нескольких изменений сигнала, включите режим развертки после выполнения конфигурации других параметров.
- Лицевая панель:



- SCPI:
[SOURCE[1|2]:]FREQuency:MODE SWEEP

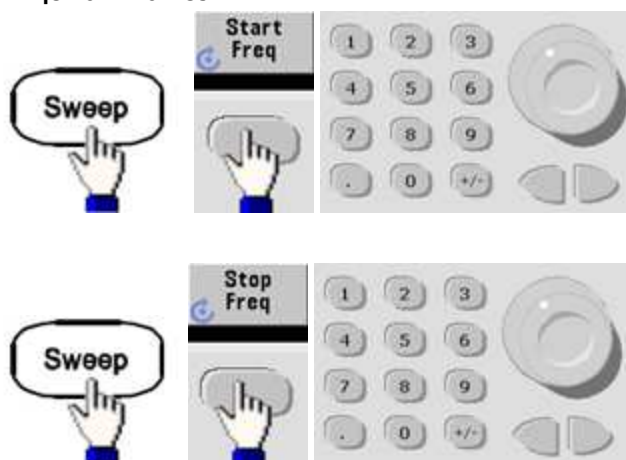
[SOURCE[1|2]:]SWEep:STATe {ON|1|OFF|0}

Начальная и конечная частота

Начальная и конечная частота определяют нижнюю и верхнюю границу развертки частоты. Развертка начинается с начальной частоты и выполняется до достижения конечной, а затем снова сбрасывается до начальной частоты.

- Начальная и конечная частоты: от 1 мГц до **максимальной частоты сигнала**. Развертка представляет собой длительную фазу на протяжении полного диапазона частот. По умолчанию для начальной частоты устанавливается значение 100 Гц. По умолчанию для конечной частоты устанавливается значение 1 кГц.
- Чтобы увеличить развертку по частоте, установите для начальной частоты значение меньше, чем для конечной частоты. Чтобы уменьшить развертку по частоте, установки должны быть противоположными.
- Для Sync установлен параметр Normal: импульс **Sync** во время развертки имеет высокий уровень.
- Для Sync установлен параметр Carrier: импульс **Sync** имеет коэффициент заполнения 50 % для каждого цикла сигнала.
- Для Sync установлен параметр Marker: импульс **Sync** имеет высокий уровень в начале и снижается при достижении частоты установленного маркера. Эти характеристики можно изменить с помощью команды **OUTPut[1|2]:SYNC:MODE MARKER**.

- Лицевая панель:**



- SCPI:**

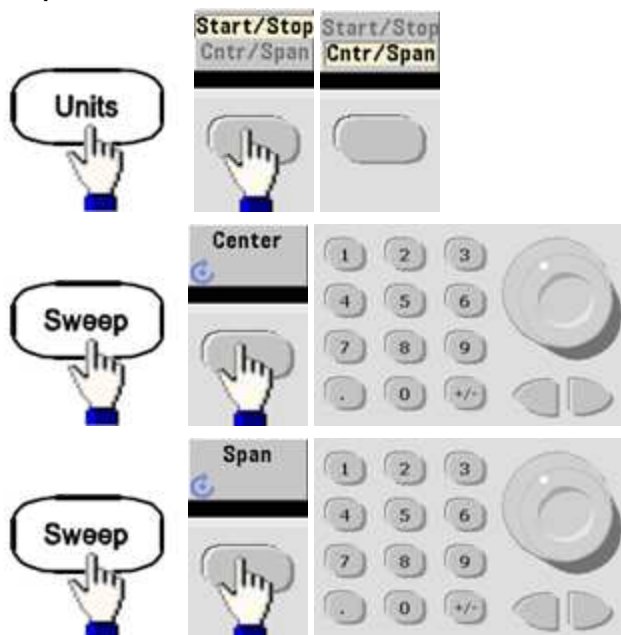
[SOURce[1|2]:]FREQuency:START {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}

[SOURce[1|2]:]FREQuency:STOP {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}

Центральная частота и диапазон частот

Также можно установить границы частоты развертки, используя центральную частоту и частотный диапазон. Эти параметры аналогичны параметрам начальной и конечной частоты (см. выше) и предоставляют дополнительные возможности настройки.

- Центральная частота: от 1 мГц до **максимальной частоты сигнала**. Значение по умолчанию – 550 Гц.
- Диапазон частот: любое значение между значениями \pm **максимальной частоты сигнала**. Значением по умолчанию является 900 Гц.
- Чтобы нарастить частоту, установите положительный диапазон частот; чтобы снизить частоту, установите отрицательный диапазон частот.
- Для Sync установлен параметр Normal: импульс **Sync** во время развертки имеет высокий уровень.
- Для Sync установлен параметр Carrier: импульс **Sync** имеет коэффициент заполнения 50 % для каждого цикла сигнала.
- Для Sync установлен параметр Marker: импульс **Sync** имеет высокий уровень в начале и снижается при достижении частоты установленного маркера. Эти характеристики можно изменить с помощью команды **OUTPut[1|2]:SYNC:MODE MARKER**.
- **Лицевая панель:**



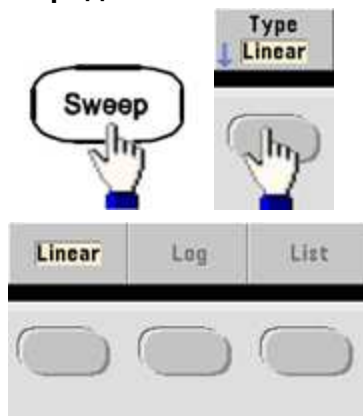
- **SCPI:**
`[SOURce[1|2]:]FREQuency:CENTer {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}`
`[SOURce[1|2]:]FREQuency:SPAN {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}`

Режим развертки

Можно выполнить развертку с использованием линейной или логарифмической шкалы или с помощью списка частот развертки. При линейной развертке прибор во время выполнения развертки линейно изменяет выходную частоту. При логарифмической развертке выходная частота изменяется логарифмически.

Выбранный режим не влияет на возврат развертки (от конечной к начальной частоте, если имеется соответствующая установка). Возврат развертки всегда выполняется линейно.

- **Передняя панель:**



- **SCPI:** `[SOURce[1|2]:]SWEep:SPACing {LINear|LOGarithmic}`

Время развертки

Время развертки определяет время в секундах, необходимое для выполнения развертки от начальной до конечной частоты. Прибор вычисляет количество точек развертки на основе времени развертки.

- Время развертки: 1 мс – 250 000 с; значение по умолчанию – 1 с. При линейной развертке в режиме мгновенного запуска общее максимальное время развертки (включая время удержания и время возврата) составляет 8000 с. Общее максимальное время линейной развертки при использовании других режимов запуска составляет 250 000 с; общее максимальное время логарифмической развертки составляет 500 с.

- **Передняя панель:**

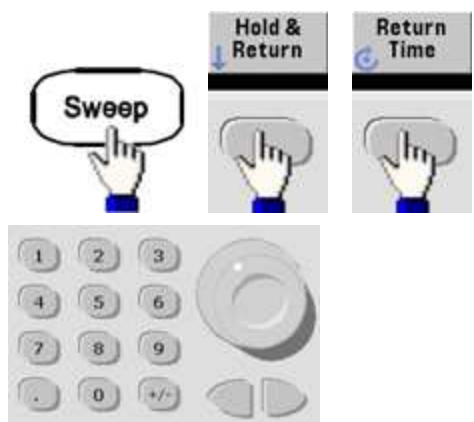
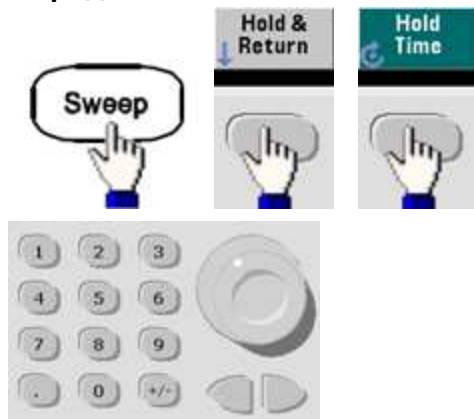


- **SCPI:** `[SOURce[1|2]:]SWEep:TIME {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}`

Время удержания/возврата

Время удержания определяет время сохранения (в секундах) конечной частоты, а время возврата определяет время в секундах для возврата от конечной к начальной частоте.

- Время удержания и время возврата: 0 – 3600 с (значение по умолчанию – 0).
- **Передняя панель:**

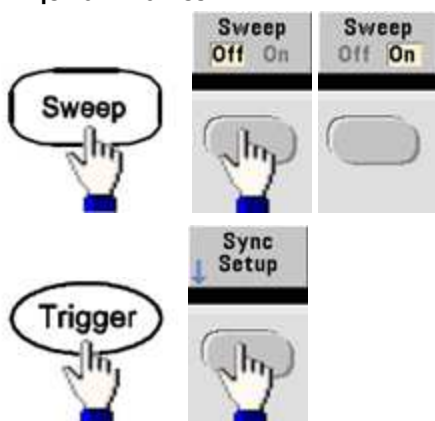


- **SCPI:**
`[SOURCE[1|2]:]SWEep:HTIME {<hold_time>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}`
`[SOURCE[1|2]:]SWEep:RTIME {<return_time>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}`

Частота маркера

Если требуется, можно задать частоту, при которой сигнал на разъеме **Sync** на передней панели приходит к логическому снижению во время развертки. Сигнал **Sync** в начале развертки всегда нарастает.

- Частота маркера: от 1 мГц до **максимальной частоты сигнала**. Значение по умолчанию – 500 Гц.
- Когда включен режим развертки, значение частоты маркера должно быть между заданными значениями начальной и конечной частоты. При попытке задать для частоты маркера значение, не принадлежащее этому диапазону, прибор задаст значение частоты маркера, равное значению начальной или конечной частоты (ближайшее значение).
- Невозможно конфигурировать частоту маркера с помощью меню передней панели, если источник **Sync** не является каналом, для которого выполняется развертка.
- **Лицевая панель:**

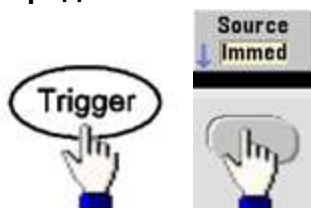


- SCPI: **[SOURce[1|2]:]MARKer:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}**

Источник запуска развертки

В режиме развертки прибор выводит развертку сигнала при получении сигнала запуска. После одного цикла развертки от начальной до конечной частоты прибор ожидает поступления следующего сигнала запуска, выводя сигнал с начальной частотой.

- Источник запуска развертки: мгновенного запуска (по умолчанию), внешний, по таймеру или вручную.
- При выборе источника мгновенного сигнала (внутреннего) прибор выводит длительную развертку со скоростью, определяемой общим временем удержания, временем развертки и временем возврата. Время развертки для этого источника ограничивается 8000 с.
- При выборе внешнего источника прибор принимает аппаратный запуск с разъема Ext Trig на задней панели и инициирует один цикл развертки каждый раз, когда на разъем Ext Trig приходит импульс TTL с заданной полярностью.
- Период запуска должен быть больше или равен заданному времени развертки.
- При выборе источника с управлением вручную прибор выводит один цикл развертки каждый раз при нажатии кнопки **[Trigger]** на передней панели.
- **Передняя панель:**



- Определение отклонения фронта сигнала запуска.



- **SCPI:**
`TRIGger[1|2]:SOURce {IMMediate|EXTernal|TIMer|BUS}`
`TRIGger[1|2]:SLOPe {POSitive|NEGative}`

Для получения дополнительной информации см. раздел **Запуск**.

Выходной сигнал запуска

Выходной сигнал запуска подается через разъем **Ext Trig** на задней панели (используется только для пакетного режима и развертки). Когда сигнал активирован, через этот разъем в начале развертки или пакета передается импульс с передним (по умолчанию) или задним фронтом.

- При выборе непосредственного (внутреннего) источника запуска прибор генерирует прямоугольный сигнал с коэффициентом заполнения 50% из разъема **Ext Trig** в начале развертки или пакета. Частота сигнала соответствует указанному интервалу пакета или общему времени развертки.
- При выборе внешнего источника сигнала запуска сигнал запуска выходного сигнала отключается. Разъем **Ext Trig** не может быть одновременно использован для развертки/пакета и сигнала запуска выходного сигнала (сигнал, запускаемый внешним устройством, использует тот же разъем, который используется для запуска развертки или пакета).
- При выборе в качестве источника запуска шины (программы) или запуска вручную, прибор генерирует импульс (длительность импульса – > 1 мкс для серии 33500 и 100 нс – для серии 33600) из разъема **Ext Trig** в начале каждой развертки или пакета.
- Чтобы определить, по какому фронту сигнала – переднему или заднему – на разъеме **Ext Trig** выполняется запуск прибора, нажмите **[Trigger] > Trig Out Setup**. Затем выберите требуемый фронт, нажав программную кнопку **Trig Out**.
- **SCPI:**
`OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}`

`OUTPut:TRIGger {ON|1|OFF|0}`

Список частот

В режиме списка частот прибор проходит по списку частот, задерживаясь на каждом значении частоты в течение определенного периода времени. Можно управлять процессом перехода по списку с помощью запуска.

- На приборе невозможна активация режима развертки или режима формирования списков во время активного пакетного режима или режима модуляции. При активации режима развертки пакетный режим или режим модуляции будет отключен.
- Чтобы избежать нескольких изменений сигнала, включите режим списка после выполнения конфигурации его параметров.
- **Лицевая панель:** Включите список перед настройкой других параметров списка. Нажмите [Sweep] > Type > List.
- **SCPI:**
`[SOURcd[1|2]:]FREQuency:MODE LIST`

`[SOURce[1|2]:]LIST:FREQuency <freq1>[, <freq2>, etc.]`
- Процесс перехода по списку управляется системой запуска. Если выбран внутренний источник или источник мгновенного запуска, настройка продолжительности выдержки (`LIST:DWELL`) определяет время использования каждого значения частоты. При использовании других источников запуска продолжительность выдержки определяется интервалом между событиями запуска.

Пакетный режим

Прибор может выводить сигнал с заданным количеством циклов, цикл в данном случае и называется пакетом. Пакетный режим разрешен для синусоидальных, прямоугольных, треугольных, пилообразных, импульсных сигналов, сигналов псевдослучайной двоичной последовательности и сигналов произвольной формы (сигнал шума разрешен только в пакетном режиме для стробированных сигналов; сигнал постоянного тока не разрешен).

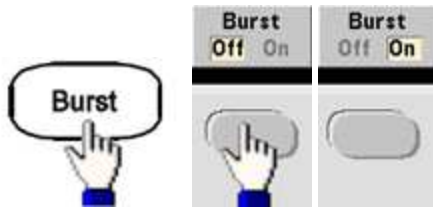
Для получения подробной информации см. [Учебное пособие. Пакетный режим](#).

Выбор пакетного режима

Пакетный режим невозможно включить, когда включена развертка или модуляция. При включении пакетного режима развертка и модуляция отключаются.

- Чтобы избежать нескольких изменений сигнала, включите пакетный режим после выполнения конфигурации других параметров.

- Лицевая панель:



- SCPI: `[SOURce[1|2]:]BURSt:STATe {ON|1|OFF|0}`

Пакетный режим

Для пакетных сигналов имеется два режима, которые описаны ниже. Выбранный режим используется для контроля разрешенного источника запуска и применения других параметров для пакетного сигнала.

- **Пакетный режим с запуском (по умолчанию).** Прибор выводит сигнал с заданным количеством циклов (количество пакетов) каждый раз при получении сигнала запуска. После вывода заданного количества циклов прибор делает остановку и ждет поступления следующего сигнала запуска. Для запуска пакета прибор может использовать внутренний запуск, можно задать внешний запуск с помощью кнопки **[Trigger]** на передней панели, при этом сигнал запуска поступает на разъем **Ext Trig** на задней панели или отправка программного запуска выполняется с интерфейса дистанционного управления.
- **Пакетный режим для внешнего стробированного сигнала.** Выходной сигнал включается или выключается в соответствии с уровнем внешнего сигнала, поступающего на разъем **Ext Trig** на задней панели. Когда стробированный сигнал является истинным, прибор выводит непрерывный сигнал. Когда стробированный сигнал ложный, текущий цикл сигнала завершается, прибор делает остановку, поддерживая уровень напряжения, соответствующий начальной фазе выбранного пакетного сигнала. Вывод сигнала шума прекращается мгновенно, когда стробированный сигнал является ложным.

Параметр	Пакетный режим (BURS:MODE)	Число пакетных сигналов (BURS:NCYC)	Период пакетного сигнала (BURS:INT:PER)	Фаза пакетного сигнала (BURS:PHAS)	Источник запуска (TRIG:SOUR)
Пакетный режим с запуском: внутренний запуск	TRIGgered	Доступно	Доступно	Доступно	IMMediate
Пакетный режим с запуском: внешний запуск	TRIGgered	Доступно	Не используется	Доступно	EXternal, BUS
Пакетный режим для стробированных сигналов: внешний запуск	GATed	Не используется	Не используется	Доступно	Не используется

Параметр	Пакетный режим (BURSt:MOD-E)	Число пакетных сигналов (BURSt:NCY-C)	Период пакетного сигнала (BURSt:INT:PER)	Фаза пакетного сигнала (BURSt:PHAS)	Источник запуска (TRIG:SOUR)
Пакетный режим по таймеру: внутренний запуск	TRIGgered	Доступно	Не используется	Доступно	TIMer

- В режиме для стробированных сигналов параметры количества пакетов, периода пакетного сигнала и источника запуска игнорируются (используются только для пакетного режима с запуском). Запуск вручную игнорируется; ошибка не генерируется.
- В режиме для стробированных сигналов можно задать полярность сигнала на разъеме **Ext Trig** на задней панели ([SOURce[1|2]:]BURSt:GATE:POLarity {NORMal|INVerted}). По умолчанию устанавливается нормальная полярность NORMal (истина – высокое значение).
- Лицевая панель:



- SCPI: [SOURce[1|2]:]BURSt:MODE {TRIGgered|GATed}

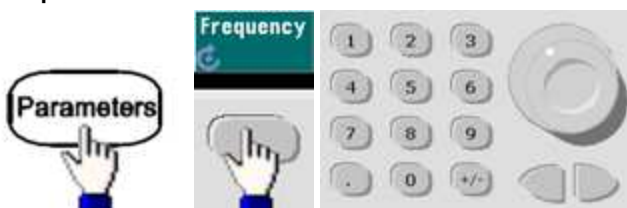
Частота сигнала

Можно задать частоту сигнала, когда для пакетного сигнала используется режим с запуском или режим внешнего стробированного сигнала. В режиме по запуску циклы, определяемые количеством пакетов, выводятся с частотой сигнала. В режиме внешнего стробированного сигнала частота сигнала выводится, когда внешний стробирующий сигнал является истинным.

Это отличается от периода пакетного сигнала, который определяет интервал между пакетами (только в режиме с запуском).

- Частота сигнала: от 1 мГц до **максимальной частоты сигнала**. Значением по умолчанию является 1 кГц. (Для пакетных сигналов с внутренним запуском минимальная частота равна 126 мГц для приборов серии 33500 или 251 мГц для приборов серии 33600).

- **Лицевая панель:**



- **SCPI:** `[SOURce[1|2]:]FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

Команда **APPLy** позволяет сконфигурировать сигнал с помощью одной команды.

Количество пакетов

Количество циклов (1 – 100 000 000 или бесконечность) вывода для пакетного сигнала. Используется только в пакетном режиме с запуском (внутренний или внешний источник).

- При использовании источника мгновенного запуска заданное количество циклов выводится непрерывно со скоростью, определяемой периодом пакетного сигнала. Интервал пакета – это время между моментами начала последовательных пакетов. Также количество пакетов должно быть меньше значения периода пакетного сигнала и частоты сигнала.

Период пакетного сигнала > (количество пакетов)/(частота сигнала) + 1 мкс (приборы серии 33500)

Период пакетного сигнала > (количество пакетов)/(частота сигнала) + 500 нс (приборы серии 33600)

- Прибор повысит период пакетного сигнала до максимального значения, чтобы использовать заданное количество пакетов (частота сигнала при этом изменяться не будет).
- В пакетном режиме для стробированных сигналов количество пакетов игнорируется. Однако, если в режиме стробированных сигналов изменить количество пакетов с использованием интерфейса дистанционного управления, прибор занесет в память новое количество и будет использовать его, когда будет выбран режим с запуском.

- Лицевая панель:



или



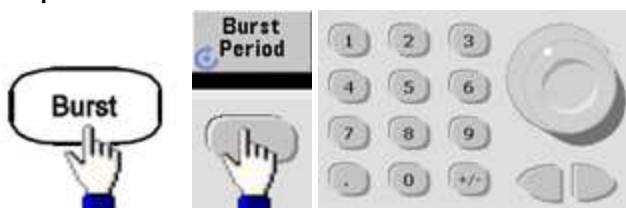
- SCPI: `[SOURce[1|2]:]BURSt:NCYCles {<num_cycles>|INFinity|MINimum|MAXimum}`

Период пакетного сигнала

Период пакетного сигнала представляет время от начала одного пакета до начала следующего пакета (1 мкс – 8000 с; значение по умолчанию – 10 мс для приборов серии 33500). Для приборов серии 33600 используется диапазон от 1 мкс до 4000 с; значением по умолчанию также является 10 мс. Период пакетного сигнала отличается от частоты сигнала, которая в данном случае определяет частоту пакетного сигнала.

- Период пакетного сигнала используется, только когда включен мгновенный запуск. Период пакетного сигнала игнорируется, когда включен запуск вручную или внешний запуск (или когда выбран пакетный режим для стробированных сигналов).
- Невозможно задать период пакетного сигнала, который слишком мал для прибора, чтобы осуществить вывод сигнала с заданным количеством пакетов и частотой. Если интервал пакета сигналов слишком короткий, он будет автоматически увеличен до значения, необходимого для непрерывного перезапуска пакета сигналов.

- **Лицевая панель:**



- **SCPI:** `[SOURce[1|2]:]BURSt:INTernal:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum}`

Начальная фаза

Начальная фаза пакетного сигнала задается от -360 до +360 градусов (значение по умолчанию – 0).

- Задайте начальную фазу с помощью команды **UNIT:ANGLE**.
- Значение всегда отображается на передней панели в градусах (радианы не используются). Если значение задано в радианах с помощью интерфейса дистанционного управления, прибор преобразует значение в градусы на передней панели.
- Для синусоидальных, прямоугольных и пилообразных сигналов значение 0 градусов является точкой, в которой сигнал пересекает значение 0 В (или смещение постоянной составляющей) в положительном направлении. Для произвольных сигналов значение 0 градусов является первой точкой сигнала. Начальная фаза не влияет на шум.
- Запустите фазу, которая также использовалась в стробированном пакетном режиме. Когда значение стробирующего сигнала становится "ложь", текущий цикл сигнала завершается, и выходное напряжение остается на уровне начальной фазы пакета сигналов.

- **Лицевая панель:**



- SCPI: **[SOURce[1|2]:]BURSt:PHASe {<angle>|MINimum|MAXimum}**

Источник запуска пакетного сигнала

Использование пакетного режима с запуском.

- При получении команды запуска прибор генерирует сигнал с указанным числом циклов (число пакетов). После выпуска указанного числа циклов прибор останавливается и ожидает следующей команды запуска.
- **IMMediate (внутренний)**: прибор непрерывно генерирует сигнал в активном пакетном режиме. Скорость генерирования пакетов сигналов определяется с помощью команды **BURSt:INTernal:PERiod**.
- **EXTernal**: прибор получает аппаратный сигнал запуска на разъеме **Ext Trig** на задней панели. Прибор выпускает один пакет, включающий установленное число циклов, при каждом получении сигнала перехода уровня нужной полярности через разъем **Ext Trig** (**TRIGger[1|2]:SLOPe**). В пакетном режиме внешние сигналы запуска игнорируются.
- **BUS (программный)**: прибор инициирует новый пакет при каждом получении сигнала запуска по шине (***TRG**). Кнопка **[Trigger]** на передней панели подсвечивается, когда прибор ожидает запуска шины.
- **EXTernal или BUS**: число и фаза пакета сигналов сохраняется, однако интервал игнорируется.
- **TIMer**: интервал между событиями запуска определяется таймером, при этом первый сигнал запуска отправляется при возникновении **INIT**.
- **Лицевая панель:**



- Чтобы задать запуск прибора по переднему или заднему фронту сигнала на разъеме Ext Trig, выберите внешний источник запуска перед выбором **Trigger Setup**.
- **SCPI:**
TRIGger[1|2]:SOURce {IMMediate|EXTernal|TIMer|BUS}
TRIGger[1|2]:SLOPe {POSitive|NEGative}

Для получения дополнительной информации см. раздел **Запуск**.

Примечание

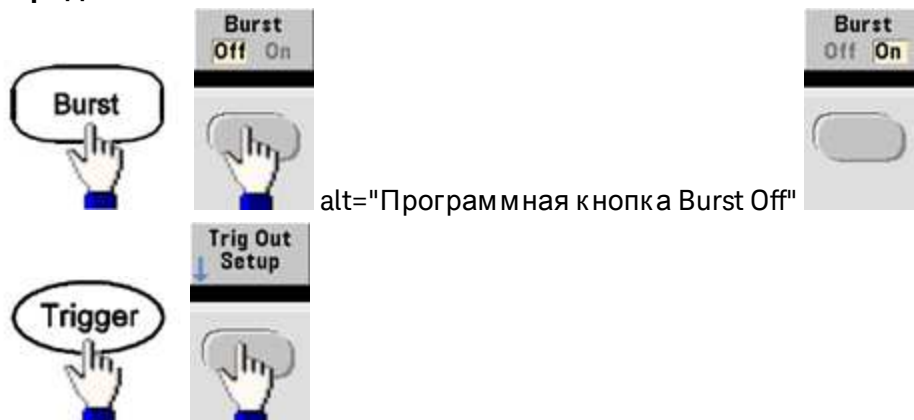
Если при использовании режима запуска с таймером коэффициент заполнения запущенного пакетного прямоугольного сигнала меняется, текущий пакетный сигнал прекратится, и до того, как изменится коэффициент заполнения пакета, будет запущен еще один пакетный сигнал.

Выходной сигнал запуска

Выходной сигнал запуска подается через разъем **Ext Trig** на задней панели (используется только для пакетного режима и развертки). Когда сигнал активирован, через этот разъем в начале развертки или пакета передается импульс с передним (по умолчанию) или задним фронтом.

- При выборе непосредственного (внутреннего) источника запуска прибор генерирует прямоугольный сигнал с коэффициентом заполнения 50% из разъема **Ext Trig** в начале развертки или пакета. Частота сигнала соответствует указанному интервалу пакета или общему времени развертки.
- При выборе внешнего источника сигнала запуска сигнал запуска выходного сигнала отключается. Разъем **Ext Trig** не может быть одновременно использован для развертки/пакета и сигнала запуска выходного сигнала (сигнал, запускаемый внешним устройством, использует тот же разъем, который используется для запуска развертки или пакета).
- При выборе в качестве источника запуска шины (программы) или запуска вручную, прибор генерирует импульс (длительность импульса – > 1 мкс для серии 33500 и 100 нс – для серии 33600) из разъема **Ext Trig** в начале каждой развертки или пакета.

• Передняя панель



Затем с помощью этой программной кнопки выберите необходимое направление фронта.



• SCPI:

`OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}`

`OUTPut:TRIGger {ON|1|OFF|0}`

Запуск

В этом разделе описана система запуска прибора.

Обзор системы запуска

Данная информация о запуске относится только к режиму развертки и пакетному режиму. Для развертки и пакетного режима можно использовать внутренний, внешний запуск, запуск по таймеру или запуск вручную.

- Внутренний или автоматический (по умолчанию): прибор непрерывно осуществляет вывод при выборе режима развертки или пакетного режима.
- Внешний: для управления разверткой или пакетным сигналом используется разъем **Ext Trig** на задней панели. Прибор инициирует один цикл развертки или выводит один пакетный сигнал каждый раз при получении импульса TTL на разъем **Ext Trig**. Можно выбрать запуск прибора по переднему или заднему фронту сигнала.
- Вручную: при запуске инициируется один цикл развертки или выводится один пакетный сигнал каждый раз при нажатии кнопки **[Trigger]** на передней панели.
- При выполнении развертки по списку при запуске происходит переход сигнала на следующую частоту в списке.
- Кнопка **[Trigger]** отключена в режиме дистанционного управления и при одновременном выборе с любой другой функцией, кроме развертки и пакетного режима.

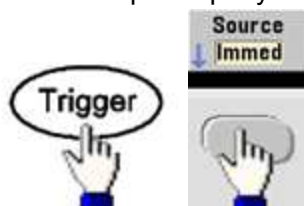
Источники запуска

Данная информация о запуске относится только к режиму развертки и пакетному режиму. Необходимо задать источник, с которого прибор будет получать сигнал запуска.

- Источник запуска для развертки и пакетного режима: мгновенного запуска (по умолчанию), внешний, выбор вручную или по таймеру.
- Прибор принимает запуск вручную, аппаратный запуск на разъем **Ext Trig** на задней панели или длительно выводит сигналы развертки или пакетные сигналы с использованием внутреннего запуска. Запуск пакетных сигналов можно выполнить по таймеру. При включении питания выбирается мгновенный запуск.
- Настройка источника запуска является непостоянной; внутренний запуск (с использованием элементов управления передней панели) или мгновенный запуск (с использованием интерфейса дистанционного управления) задается при включении питания или при выполнении команды ***RST**.

- **Лицевая панель:**

Включите развертку или пакетный режим. Затем используйте следующие кнопки.

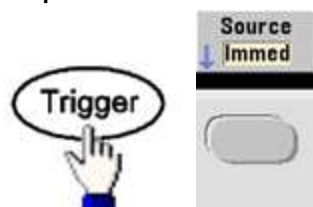


- **SCPI:TRIGger[1|2]:SOURce {IMMediate|EXternal|TIMer|BUS}**
- При использовании команды **APPLy** автоматически устанавливается источник мгновенного запуска.

Мгновенный запуск

Режим внутреннего запуска (по умолчанию): прибор длительно выводит сигнал развертки или пакетный сигнал (в соответствии с параметрами времени развертки или периода пакетного сигнала).

Лицевая панель:



SCPI:TRIGger:SOURce IMMediate

Запуск вручную

Режим запуска вручную (только с использованием передней панели): запуск прибора выполняется вручную с помощью кнопки **[Trigger]**. Прибор инициирует один цикл развертки или пакетный сигнал каждый раз при нажатии кнопки **[Trigger]**. Кнопка подсвечивается при входе в меню запуска, и прибор ожидает выполнения запуска вручную. Кнопка мигает, когда прибор ожидает выполнения запуска вручную, но при этом вход в меню запуска еще не выполнен. Эта кнопка отключена при использовании дистанционного управления прибором.

Внешний запуск

В режиме внешнего запуска прибор получает сигнал аппаратного запуска на разъеме **Ext Trig** на задней панели. Прибор инициирует один цикл развертки или пакетный сигнал каждый раз при получении импульса TTL с заданным диапазоном на разъеме Ext Trig. Режим внешнего запуска работает так же, как режим запуска вручную, кроме использования разъема **Ext Trig** для приема сигнала запуска.

См. раздел **Входной сигнал запуска** ниже.

Передняя панель:



Чтобы задать запуск прибора по переднему или заднему фронту, нажмите **Trigger Setup** и выберите направление фронта с помощью кнопки **Slope**.

SCPI:

TRIGger:SOURce EXTernal

TRIGger[1|2]:SLOPe {POSitive|NEGative}

Программный запуск (BUS)

Эта функция доступна только при использовании интерфейса дистанционного управления, она аналогична режиму запуска вручную с использованием элементов управления передней панели, но в данном случае прибор запускается при получении команды запуска шины. Прибор инициирует один цикл развертки или выводит один пакетный сигнал при каждом получении команды запуска шины. Кнопка мигает, когда получена команда запуска шины.

Чтобы выбрать источник запуска шины, отправьте команду **TRIGger:SOURce BUS**.

Чтобы запустить прибор с помощью интерфейса дистанционного управления (GPIB, USB или LAN), когда источник запуска шины выбран, отправьте команду **TRIG** или ***TRG** (запуск).

Кнопка **[Trigger]** на передней панели подсвечивается, когда прибор ожидает запуска шины.

Запуск по таймеру

Режим запуска по таймеру обеспечивает запуск вне зависимости от заданного периода.

Чтобы выбрать источник запуска шины, отправьте команду **TRIGger:SOURce TIMer**.

Входной сигнал запуска

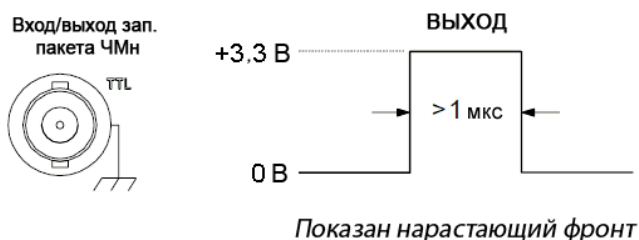
Этот разъем на задней панели используется для следующих режимов.

- Режим развертки с запуском. Нажмите **Trigger Setup > Source Ext** или выполните команду **TRIG:SOUR EXT** (развертка должна быть включена). Когда поступает сигнал перепада на уровень с правильной полярностью на разъем **Ext Trig**, прибор выполняет однократную развертку.
- Режим внешней модулированной частотной манипуляции. Нажмите **Source** или выполните команду **FSK:SOUR EXT** (частотная манипуляция должна быть включенной). При низком уровне выводится частота несущей. При высоком уровне выводится скачок по частоте. Максимальное значение скорости внешней частотной манипуляции равно 100 кГц.
- Пакетный режим с запуском. Нажмите **Trigger Setup > Source Ext** или выполните команду **TRIG:SOUR EXT** (должен быть включен пакетный режим). Прибор выводит сигнал с заданным количеством циклов (количество пакетов) каждый раз при получении сигнала запуска с заданного источника.
- Пакетный режим для внешнего стробированного сигнала. Нажмите программную кнопку **Gated** или выполните команду **BURS:MODE GAT** при включенном пакетном режиме. Когда внешний стробирующий сигнал является истинным, прибор выводит непрерывный сигнал. Когда внешний стробирующий сигнал является ложным, текущий цикл сигнала завершается, прибор делает остановку, поддерживая уровень напряжения, соответствующий начальной фазе пакетного сигнала. Для сигнала шума вывод прекращается мгновенно, если поступает ложный стробирующий сигнал.

Выходной сигнал запуска

ВНИМАНИЕ Выходной сигнал запуска связан с заземлением корпуса и физически находится рядом с входным сигналом модуляции, заземление которого является плавающим. Следует соблюдать особую осторожность и не прикасаться одновременно к двум сигналам при подключении и отключении этих кабелей. Отключите выходные сигналы прибора перед подключением или отключением этих кабелей.

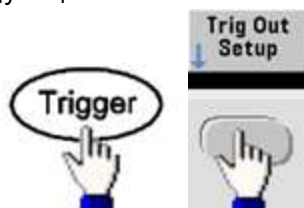
- Выходной сигнал запуска подается через разъем **Ext Trig** на задней панели (используется только для пакетного режима и развертки). Когда сигнал активирован, через этот разъем в начале развертки или пакета передается импульс с передним (по умолчанию) или задним фронтом.



Примечание На схеме выше показан запуск на приборах серии 33500. На приборах серии 33600 ширина импульса составляет 100 нс, а уровень напряжения является программируемым (необязательно +3,3 В, как показано). Для получения подробной информации об установке этого значения см. раздел **TRIGger:LEVel**

- **Источник внутреннего запуска (мгновенный) или запуска по таймеру:** прибор выводит сигнал прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50 % с разъема **Ext Trig** в начале развертки или пакетного сигнала. Период сигнала равен заданному времени развертки или периоду пакетного сигнала.
- **Внешний источник запуска:** прибор отключает выходной сигнал запуска. Нельзя использовать разъем **Ext Trig** на задней панели для выполнения обеих операций одновременно (один разъем используется для сигнала, запускаемого внешним прибором, и запуска развертки или пакетного сигнала).
- **Источник запуска шины (программы) или запуска вручную:** прибор выводит импульс (ширина импульса >1 мкс) с разъема **Ext Trig** в начале развертки или пакетного сигнала.

- **Лицевая панель:** Включите развертку или пакетный режим. Затем используйте следующие кнопки.



Затем с помощью этой программной кнопки выберите необходимое направление фронта.



- **SCPI:**
`OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}`

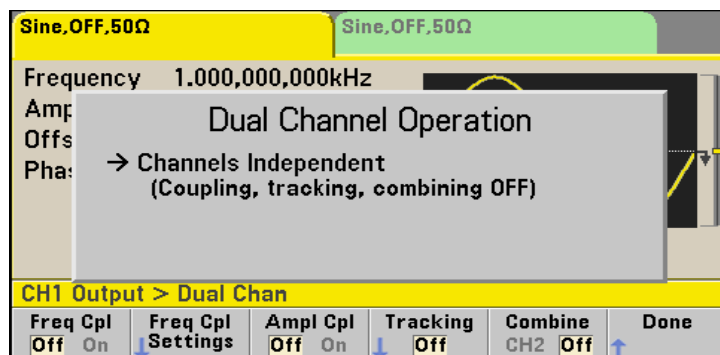
`OUTPut:TRIGger {ON|1|OFF|0}`

Работа с двумя каналами

В этом разделе описано большинство ситуаций, относящихся к работе с двумя каналами. Здесь не описана работа **дополнительного проигрывателя IQ**.

Использование двух каналов

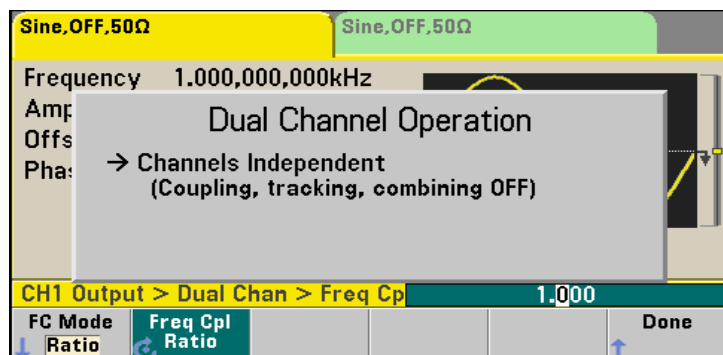
Доступ к конфигурации двух каналов можно получить, нажав кнопку вывода канала, затем кнопку **More** и **Dual Channel**.



Объединение частот

Объединение частот позволяет объединить частоты или частоты дискретизации каналов с использованием постоянного коэффициента или смещения между каналами. Нажмите **Freq Cpl**, чтобы включить или выключить объединение частот, нажмите **Freq Cpl Settings**, чтобы выполнить конфигурацию объединения частот.

С помощью программной кнопки **Freq Cpl Settings** открывается меню, показанное ниже. Первая программная кнопка позволяет задать объединение частот с использованием коэффициента или с использованием смещения, вторая программная кнопка позволяет задать значение коэффициента или смещения.



Объединение амплитуд

При выполнении объединения амплитуд, которое включается с помощью программной кнопки **Ampl Cpl**, выполняется объединение амплитуды и напряжения смещения между каналами таким образом, что изменение амплитуды или смещения влияет на оба канала.

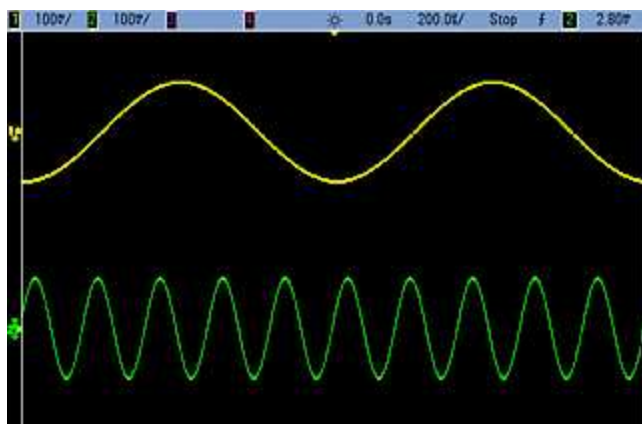
Отслеживание

Отслеживание, которое конфигурируется с помощью программной кнопки **Tracking**, имеет три режима: **Off**, **On** и **Invert**. Когда отслеживание отключено, оба канала работают независимо. Когда отслеживание включено, они работают как один канал. При использовании режима **Invert** выполняется инверсия выходов каналов, чтобы приводит к созданию дифференциального канала с использованием обоих выходов.

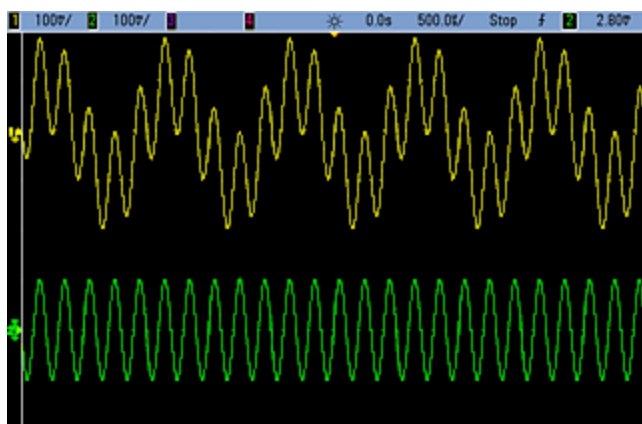
Комбинация

Функция **Combine** комбинирует два выхода на одном разъеме. При выборе **CH2** в меню **Channel 1** выходы комбинируются на канале 1, при выборе **CH1** в меню **Channel 2** они комбинируются на канале 2.

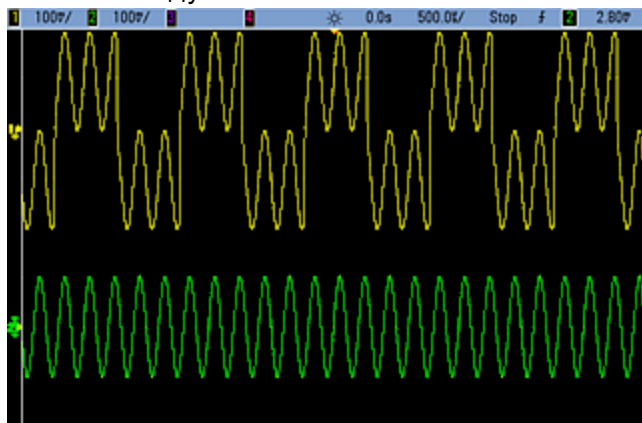
На изображении ниже верхний сигнал представлен синусоидальным сигналом 1 кГц с 100 мВ между пиками на канале 1, и нижний сигнал представлен синусоидальным сигналом с частотой 5 кГц и амплитудой 100 мВ между пиками на канале 2.



На изображении ниже показаны два выходных сигнала, объединенные в канале 1. Обратите внимание, что ось X была сжата (уменьшена), чтобы показать больше циклов.

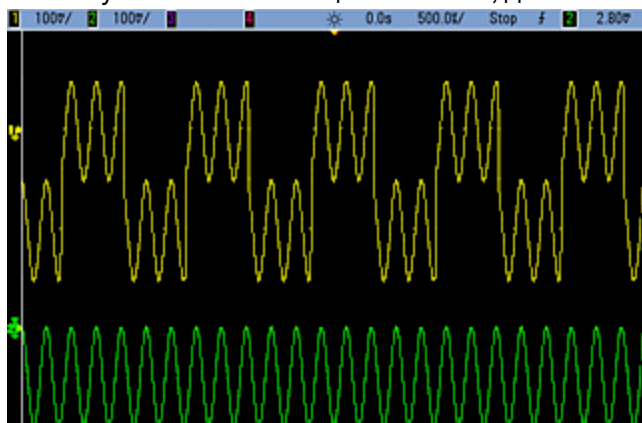


Комбинируемые сигналы не должны быть одного типа; например, на этом изображении показан тот же сигнал 5 кГц на канале 2, комбинированный с сигналом прямоугольной формы 100 мВ между пиками на канале 1.

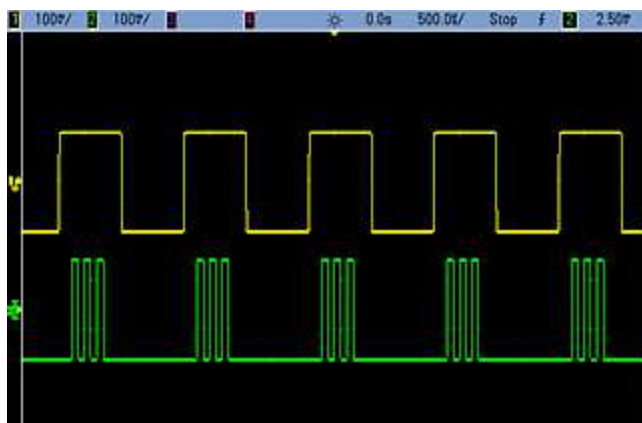


При объединении сигналов значения смещения постоянного тока не объединяются. Для комбинированного вывода используется только смещение по постоянному току принимающего канала. На изображении ниже показано смещение постоянного тока 50 мВ, добавленное к

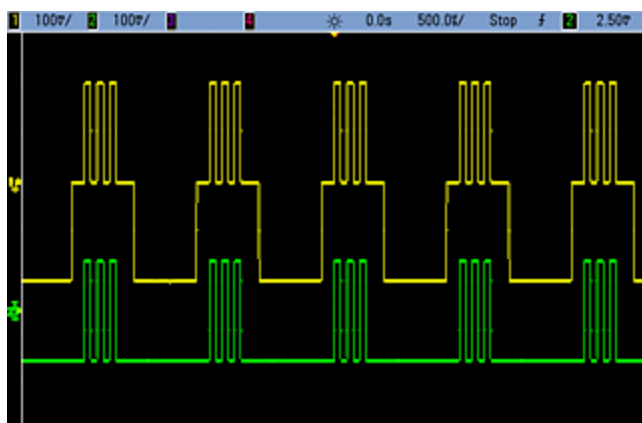
сигналу канала 1. Смещение 50 мВ, добавленное к сигналу канала 2, игнорируется.



Функцию **Combine** можно использовать при работе с пакетными сигналами. Например, рассмотрим изображение ниже, на нем показан синусоидальный сигнал 1 кГц канала 1 и три цикла пакетного сигнала синусоидального сигнала с частотой 5 кГц канала 2.



Когда эти сигналы комбинируются на канале 1, в результате происходит простое сложение амплитуды двух сигналов, как показано ниже.



Можно также комбинировать сигналы на канале 2, как показано ниже.



IQ Player (дополнительно)

Дополнительный проигрыватель IQ используется для воспроизведения двойных сигналов произвольной формы, например сигналов IQ основной полосы частот.

Двойной сигнал произвольной формы аналогичен стереофоническому музыкальному файлу. Он имеет два информационных канала, содержащих одинаковое число выборок, начинающихся и заканчивающихся одновременно и имеющих одинаковую частоту дискретизации.

Форматы файлов

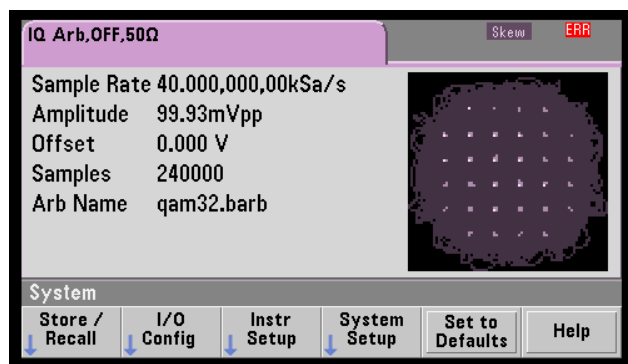
Собственные файлы прибора .ARB и .BARB могут содержать один или два канала данных. Эти файлы обычно создаются с помощью программного обеспечения **Keysight BenchLink Waveform Builder**, и их можно воспроизводить непосредственно на приборе.

Также можно воспроизводить файлы с расширениями .DAT, .ASC, .I и .Q. Эти форматы файлов содержат один или два столбца чисел ASCII от -1,0 до 1,0 в научном или десятичном представлении. Данные представляют относительную форму сигнала с текущим диапазоном амплитуды.

Можно импортировать файлы данных с одним или двумя столбцами в формат .CSV или .TXT. Чтобы выполнить импорт файла, нажмите **[Waveforms] > Arb > Arbs > Import Data**. Откроется меню, с помощью которого можно быстро выполнить импорт файла.

Передняя панель

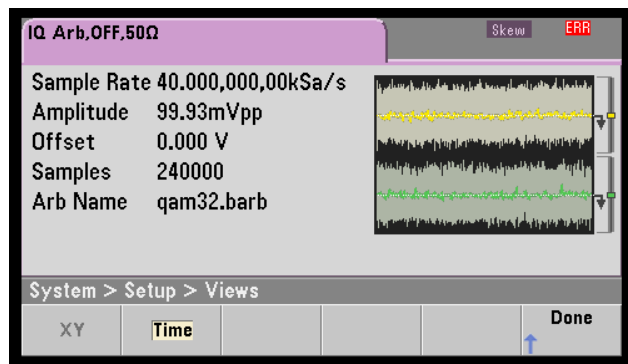
Если активным сигналом является двойной сигнал произвольной формы, цвет вкладки меняется на фиолетовый, как показано ниже.



Изображение сигнала является квадратурной диаграммой, но ее можно изменить на временную диаграмму. Чтобы сделать это, нажмите **[System] > System Setup > Screen Layout**. Отобразится следующее меню.

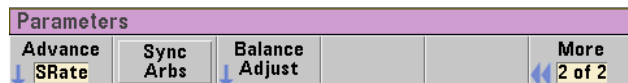


При нажатии программной кнопки **Time** график изменяется на изображение временной диаграммы.

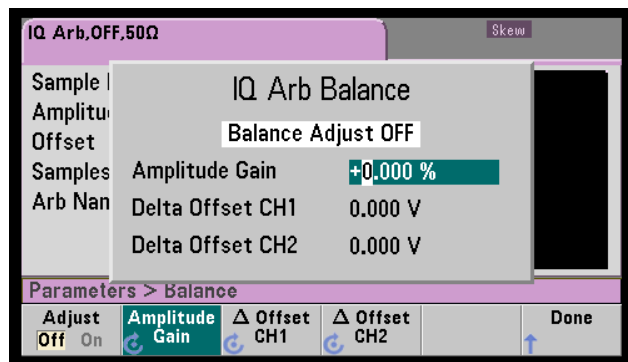


Регулировка баланса

Если нажать **More** в меню **[Parameters]**, будет выполнен переход на стр. 2 меню **[Parameters]**.

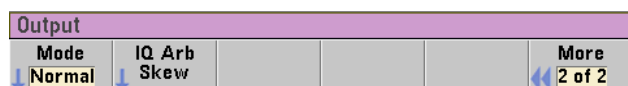


В этом меню можно нажать **Balance Adjust**, чтобы открыть меню, которое позволит задать усиление по амплитуде баланса и смещения каналов.

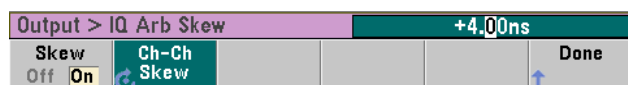


Искажение сигнала IQ произвольной формы

Чтобы компенсировать небольшое искажение по времени между каналами, используйте кнопки вывода каналов, а затем нажмите **More**, чтобы перейти на стр. 2 меню.



В этом меню нажмите **IQ Arb Skew**, чтобы открыть следующее меню, которое позволяет компенсировать искажение до 4 нс на приборах серии 33500 или 1 нс на приборах серии 33600.



Команды SCPI

Существует восемь команд SCPI, связанных с проигрывателем IQ.

Загрузка двойных сигналов произвольной формы

```
[SOURce[1|2]:]DATA:ARBitrary[1|2] <arb_name>, {<binary_block>|<value>, <value>, ...}
```

```
[SOURce[1|2]:]DATA:ARBitrary[1|2]:DAC <arb_name>, {<binary_block>|<value>, <value>, ...}
```

```
[SOURce[1|2]:]DATA:ARBitrary2:FORMat {AABB|ABAB}
```

Регулировка воспроизведения двойных сигналов произвольной формы

```
FUNCTion:ARBitrary:BALance:GAIN {<percent>|MINimum|MAXimum|DEFine}
```

```
FUNCTion:ARBitrary:BALance:OFFSet{1|2} {<volts>|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

```
FUNCTion:ARBitrary:BALance[:STATe] {ON|1|OFF|0}
```

```
FUNCTion:ARBitrary:SKEW[:STATe] {ON|1|OFF|0}
```

```
FUNCTion:ARBitrary:SKEW:TIME [{<time>|MINimum|MAXimum|DEFault}]
```

Системные операции

В этом разделе описано сохранение состояния прибора, восстановление состояния при выключении питания, условия возникновения ошибок, самодиагностика и управление отображением. Эти операции не относятся к генерированию сигналов, но важны для использования прибора.

Сохранение состояния прибора

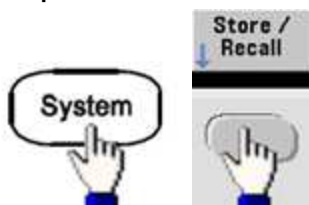
- Существует два способа сохранения и восстановления состояния прибора.
 - Именованные файлы состояний при использовании передней панели или команд **MMEMory:STORe:STATe** и **MMEMory:LOAD:STATe**
 - Папки памяти 1 – 4 при использовании команд ***SAV** и ***RCL**

Примечание

В приборах серии 33600 файлы состояния, связанные с командами ***SAV** и ***RCL**, сохраняются в виде файлов с именами от STATE_0.STA до STATE_4.STA. Эти файлы расположены в папке "Settings" во внутренней памяти. Этими файлами можно управлять с помощью **команд MMEMory**.

- Можно использовать специальную папку для хранения 0 и команды ***SAV** и ***RCL**, но папка 0 перезаписывается текущим состоянием прибора при выключении питания.
- Для этих двух способов сохранения состояния в памяти сохраняется выбранная функция (включая сигналы произвольной формы), частота, амплитуда, смещение постоянного тока, коэффициент заполнения, симметрия и параметры модуляции.

- Если удалить сигнал произвольной формы из энергонезависимой памяти после сохранения состояния прибора, данные сигнала будут потеряны, и прибор будет использовать экспоненциальное нарастание.
- На сохраненные состояния не влияет использование команды ***RST**; сохраненное состояние остается неизменным до выполнения перезаписи или намеренного удаления.
- **Лицевая панель:**



Сохранение состояния.



Файл состояния будет создан с расширением .sta с использованием имени, которое задается с помощью клавиатуры и кнопок со стрелками.

Восстановление состояния.



Используйте кнопку со стрелкой вправо, чтобы раскрыть папку. Чтобы выбрать файл, нажмите **Select**.

Удаление состояния.



С помощью ручки и кнопок со стрелками выберите файл .sta и нажмите **Select**.

- Можно конфигурировать для прибора состояние при выключении питания, которое восстанавливается из папки 0 при включении питания. Заводские настройки по умолчанию используются для восстановления **заводского состояния по умолчанию** при включении питания.

- Лицевая панель:

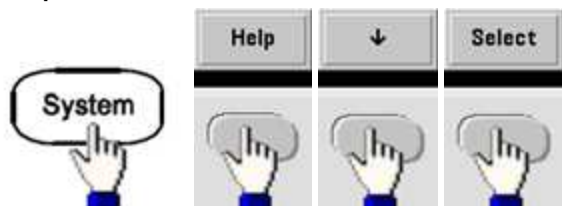


- SCPI: **MEMory:STATe:RECall:AUTO {ON|1|OFF|0}**

Условия возникновения ошибок

В каждой последовательности ошибок для конкретного интерфейса (GPIB, USB, VXI-11 и Telnet/сокет) может содержаться до 20 ошибок синтаксисов команд или аппаратных ошибок. Для получения дополнительной информации см. раздел **Сообщения об ошибках SCPI**.

- Лицевая панель:



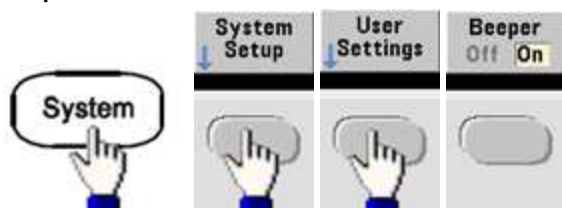
- SCPI: **SYSTem:ERRor?**

Управление звуковым сигналом

Прибор обычно воспроизводит звуковой сигнал при генерировании ошибки во время использования элементов управления передней панели или интерфейса дистанционного управления.

- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.

- Лицевая панель:



- SCPI:
SYSTem:BEEPer:STATe {ON|1|OFF|0}

SYSTem:BEEPer

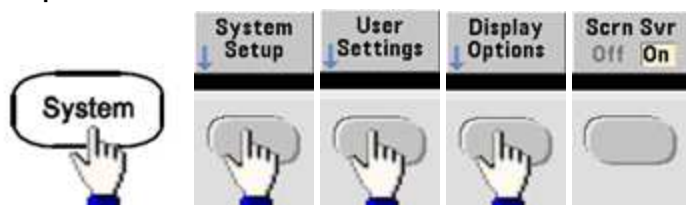
Примечание

На приборе серии 33600 можно включить или отключить звук нажатия кнопок. Для получения подробной информации см. раздел **SYSTem:CLICK:STATe**.

Отображение экранной заставки

Подсветка дисплея обычно отключается и яркость экрана уменьшается после восьми часов простоя. Эту экранную заставку можно отключить только с помощью элементов управления передней панели.

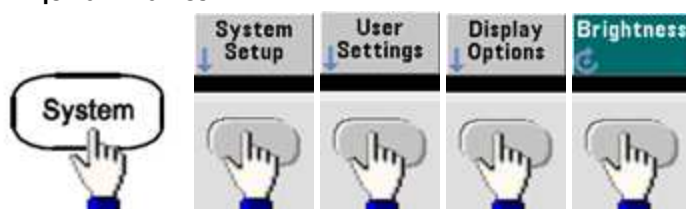
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- Лицевая панель:**



Яркость дисплея

Яркость дисплея можно отрегулировать (от 10 % до 100%) только с помощью элементов управления передней панели.

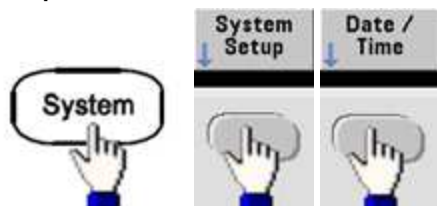
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- Лицевая панель:**



Дата и время

На приборе можно установить дату и время.

- Лицевая панель:**

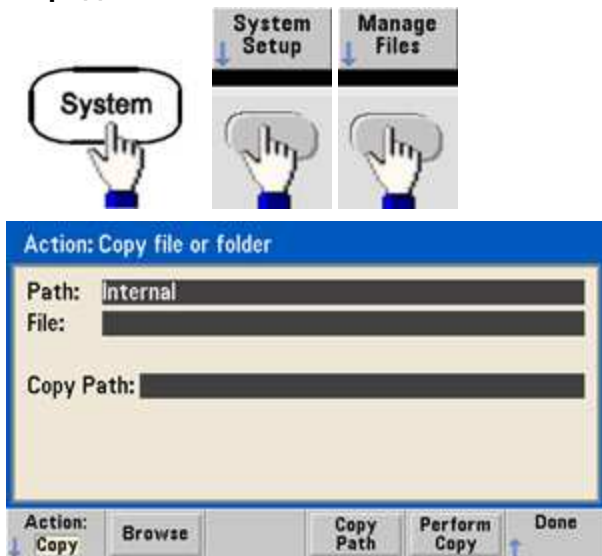


- SCPI:**
SYSTem:DATE <yyyy>, <mm>, <dd>
SYSTem:TIME <hh>, <mm>, <ss>

Управление файлами

Можно выполнять разные задачи управления файлами, включая копирование, переименование, удаление и создание новых папок.

- **Передняя панель:**



- Можно копировать, переименовывать или удалять файлы и папки. При удалении папки удаляются все файлы, содержащиеся в ней, поэтому определите, требуется ли удалять все файлы внутри папки.
- Наиболее важной является программная кнопка **Action**, которая позволяет задать операцию для выполнения. Когда действие для выполнения выбрано, нажмите **Browse**, чтобы выбрать файл, с которым необходимо выполнить требуемые действия. Когда все готово для выполнения задачи, нажмите **Perform**.
- **SCPI:** (см. подсистемы **MEMory** и **MMEMory**).

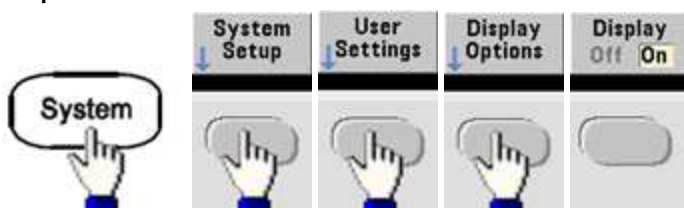
Самодиагностика

- Чтобы определить, что прибор находится в рабочем состоянии, при включении прибора выполняется ограниченная самодиагностика при включении питания. Также можно запустить более полную самодиагностику. Для получения дополнительной информации см. раздел **Процедуры самодиагностики**.

Управление дисплеем

В целях безопасности или для увеличения скорости выполнения прибором команд интерфейса дистанционного управления может потребоваться **выключение дисплея**. На дисплее в режиме дистанционного управления можно **отобразить сообщение** или **удалить сообщение**.

- Дисплей включается при включении питания, после сброса настроек прибора (***RST**) или при возвращении к выполнению локальных операций (передняя панель). Нажмите кнопку **[Local]** или выполните команду IEEE-488 GTL (переход к локальной операции) с помощью интерфейса дистанционного управления для возврата к выполнению локальных операций.
- Состояние дисплея сохраняется при сохранении состояния прибора с помощью команды ***SAV**, вызванной командой ***RCL**.
- Лицевая панель:**

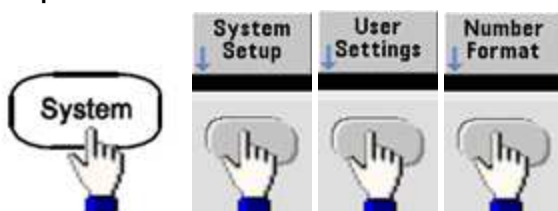


- SCPI:**
`DISPlay {ON|1|OFF|0}`
`DISPlay:TEXT "<string>"`
`DISPlay:TEXT:CLEAr`

Формат чисел

Прибор может отображать числа на передней панели с точками или запятыми в качестве знака десятичной дроби или разделителя цифр. По умолчанию точка отделяет целую часть числа от дробной, а запятые используются для разделения разрядов (1.000,000,00 кГц).

- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- Лицевая панель:**



- SCPI:** (нет эквивалентной команды)

Запрос версии микропрограммы

Отправьте команду ***IDN?**, чтобы определить, какая версия микропрограммы установлена на приборе. При выполнении запроса возвращается строка в следующей форме.

Keysight Technologies,[номер модели],[10-значный серийный номер],A.aa-B.bb-C.cc-DD-EE



- Лицевая панель:
- SCPI: ***IDN?**

Запрос версии языка SCPI

Прибор соответствует правилам и соглашениям настоящей версии SCPI (стандартные команды для программируемых приборов). Используйте команду **SYSTem:VERsion?**, чтобы определить версию SCPI, которой соответствует прибор. При выполнении запроса возвращается строка в формате "ГГГГ.В", что соответствует году выпуска и номеру версии (например, 1999.0).

Установка лицензии

Серия Trueform имеет **несколько дополнительных функций**, для установки которых требуется лицензия. Установка лицензии.

1. Сохраните файл лицензии на накопителе USB и подключите его к разъему USB на передней панели прибора.
2. Нажмите [**System**] > **System Setup** > **Install License**.
3. С помощью ручки и кнопок со стрелками в элементе **External** выберите файл, затем нажмите **Enter**.

Также существует несколько **команд SCPI, которые используются для установки лицензии**.

Настройки интерфейса дистанционного управления

Прибор поддерживает обмен данными с помощью дистанционного интерфейса трех типов: GPIB (дополнительно), USB и LAN. Все три интерфейса доступны при включении питания.

- **Интерфейс GPIB:** задайте адрес GPIB прибора, подключенного к используемому компьютеру с помощью кабеля GPIB.
- **Интерфейс USB:** конфигурация не требуется, просто подключите прибор к компьютеру с помощью кабеля USB.

- **Интерфейс LAN:** по умолчанию включен параметр DHCP, который обеспечивает связь по локальной сети. Аббревиатура DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) обозначает протокол для назначения динамических IP-адресов сетевым устройствам. Протокол динамического назначения адресов позволяет назначать устройствам разные IP-адреса при каждом подключении к сети.

Программное обеспечение для выполнения подключения и компакт-диски продукта

Прибор поставляется с двумя компакт-дисками.

- **Компакт-диск с программным обеспечением Keysight IO Libraries Suite:** содержит программное обеспечение Keysight IO Libraries Suite, которое должно быть установлено для использования интерфейса дистанционного управления. Компакт-диск запускается автоматически и предоставляет информацию по установке программного обеспечения. Он также содержит *Руководство по подключению интерфейсов USB/LAN/GPIB к устройствам Keysight*, в котором можно найти дополнительную информацию.
- **Компакт-диск с материалами для приборов Keysight серии Trueform:** содержит драйверы прибора, документацию по продукту и примеры программирования. Диск запускается автоматически и предоставляет соответствующие инструкции.

Конфигурация GPIB

Каждое устройство, подключенное к интерфейсу GPIB (IEEE-488), должно иметь уникальный адрес, полностью состоящий из цифр от 0 до 30. Прибор поставляется с адресом по умолчанию 10, а адрес GPIB отображается при включении питания.

- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- Адрес интерфейсной платы GPIB компьютера не должен вступать в конфликт с любым прибором, подключенным к шине интерфейса.
- **Лицевая панель:**
Нажмите [System] > I/O Config > GPIB Settings, чтобы задать адрес GPIB и включить или выключить интерфейс GPIB.
- **SCPI:**
SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRess <address>

SYSTem:COMMunicate:ENABLE <состояние>, GPIB

SYSTem:COMMunicate:ENABLE? GPIB

Конфигурация локальной сети

В этом разделе описаны основные функции конфигурации локальной сети с использованием элементов управления передней панели, включая команды SCPI, где они применимы. Некоторые функции конфигурации локальной сети можно выполнить только посредством команд SCPI. См. раздел **Конфигурация локальной сети. Введение** для получения информации обо всех командах конфигурации локальной сети и раздел **Процедура настройки локальной сети** для получения информации о процедуре конфигурации локальной сети с использованием элементов управления передней панели.

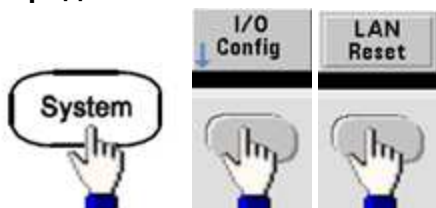
Примечание

Для активации некоторых параметров локальной сети требуется включение питания прибора. В этом случае прибор кратко отображает сообщение, поэтому при изменении параметров локальной сети внимательно смотрите на экран.

Сброс настроек локальной сети

Можно в любое время удалить пароль веб-интерфейса, включить DHCP или перезапустить локальную сеть.

- **Передняя панель:**



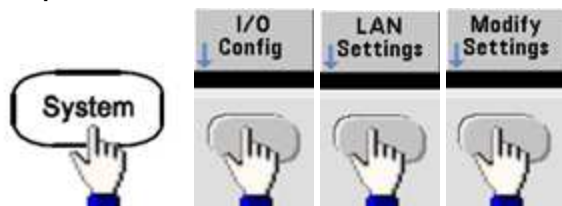
Во время сброса настроек локальной сети будет отображаться сообщение "Performing LAN Reset".

- **SCPI:** (нет эквивалентной команды)

Включение/выключение DHCP

DHCP (протокол динамической конфигурации узла) автоматически назначает динамический IP-адрес для устройства локальной сети. Обычно это самый легкий способ настройки прибора для работы в локальной сети.

- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- Лицевая панель:**



Теперь переключите первую программную кнопку в режим DHCP, чтобы использовать DHCP для автоматического назначения IP-адреса.

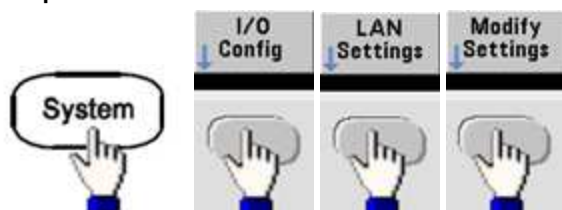
- SCPI:** **SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP {ON|1|OFF|0}**

Чтобы вручную задать IP-адрес, маску подсети или шлюз по умолчанию, отключите DHCP, затем измените настройку IP, как описано ниже.

IP-адрес

Можно ввести статический IP-адрес для прибора в виде четырехбайтного целого числа с точечной записью. Каждый байт является десятичным значением без использования ведущих нулей (например, 169.254.2.20).

- Если параметр DHCP включен, будет выполнена попытка автоматического назначения IP-адреса для прибора. Если попытка не удалась, функция AutoIP выполняет попытку назначить IP-адрес для прибора.
- Обратитесь к администратору локальной сети, чтобы получить IP-адрес.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- Лицевая панель:**

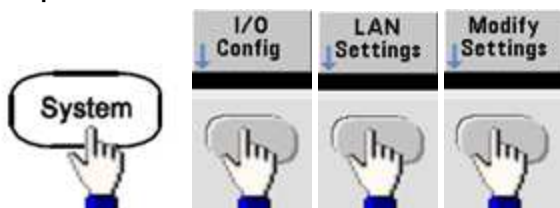


- Переключите первую программную кнопку в режим **Manual** и нажмите **IP Address**, чтобы ввести новый IP-адрес. Введите нужный адрес.
- SCPI:** **SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress "<address>"**

Маска подсети

Назначение маски подсети позволяет администратору локальной сети подразделить сеть, чтобы упростить управление и сократить объем сетевого трафика. Маска подсети указывает на часть адреса хоста, используемую для определения подсети.

- Для получения дополнительной информации обратитесь к администратору локальной сети.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- **Лицевая панель:**

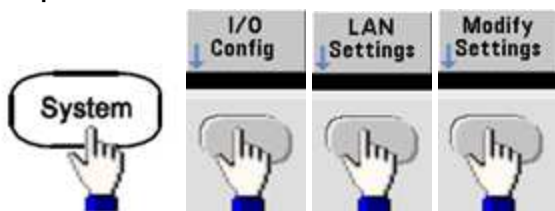


- Переключите первую программную кнопку в режим **Manual** и нажмите **Subnet Mask**, чтобы ввести новую маску подсети с помощью цифровой клавиатуры или ручки (например: 255.255.0.0).
- **SCPI:** **SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASk "<mask>"**

Шлюз по умолчанию

Шлюз – это сетевое устройство, которое используется для подключения к сетям. Настройкой шлюза по умолчанию является IP-адрес такого устройства.

- Не требуется задавать адрес шлюза при использовании параметров DHCP или AutoIP.
- Обратитесь к администратору локальной сети для получения информации о шлюзе.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- **Лицевая панель:**



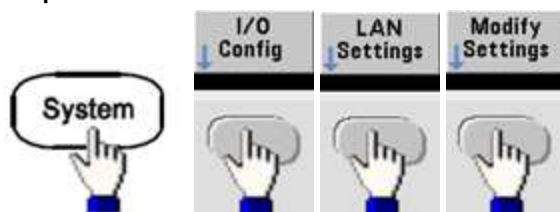
Теперь переключите первую программную кнопку в режим **Manual** и нажмите **More** и **Gateway**. Затем задайте соответствующий адрес шлюза, используя цифровую клавиатуру и ручку.

- **SCPI:** **SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway "<address>"**

Имя хоста

Имя хоста – это часть имени домена, обозначающая хост, которая преобразуется в IP-адрес.

- Прибор получает уникальное имя хоста на заводе, но его можно изменить. Имя хоста должно быть уникальным в локальной сети.
- Имя должно начинаться с буквы; другие символы могут быть буквами верхнего или нижнего регистра, цифрами или тире ("-").
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- **Лицевая панель:**



Теперь нажмите **Host Name** и введите имя хоста с помощью ручки и кнопок со стрелками. Ручка используется для изменения символа, кнопки управления курсором со стрелками обеспечивают перемещение между символами.

- **SCPI:** **SYSTem:COMMunicate:LAN:HOSTname "<name>"**

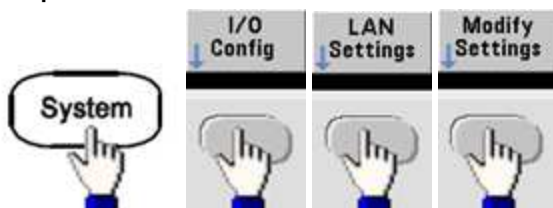
Имя домена

Имя домена является зарегистрированным в Интернете именем, которое преобразуется в IP-адрес. Его невозможно задать с помощью передней панели или команд SCPI.

Сервер DNS

DNS (служба именования доменов) – это интернет-служба, которая переводит имена доменов в IP-адреса. Адрес сервера DNS является IP-адресом сервера, который обеспечивает работу этой службы.

- Обычно DHCP открывает информацию об адресе DNS; эту настройку необходимо изменить, только если DHCP не используется или не работает. Обратитесь к администратору локальной сети для получения информации о сервере DNS.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- **Лицевая панель:**

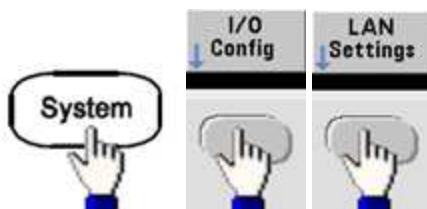


Теперь переключите первую программную кнопку в режим **Manual** и нажмите **More** и **Primary DNS** или **Second DNS**, чтобы ввести адрес DNS, используя числовую клавиатуру или ручку.

- **SCPI:** **SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS[1|2] "<address>"**

Текущая конфигурация (локальная сеть)

- Выберите отображение текущих активных параметров, чтобы просмотреть MAC-адрес и текущую конфигурацию локальной сети.



- **Лицевая панель:**
- **SCPI:** (нет эквивалентной команды)

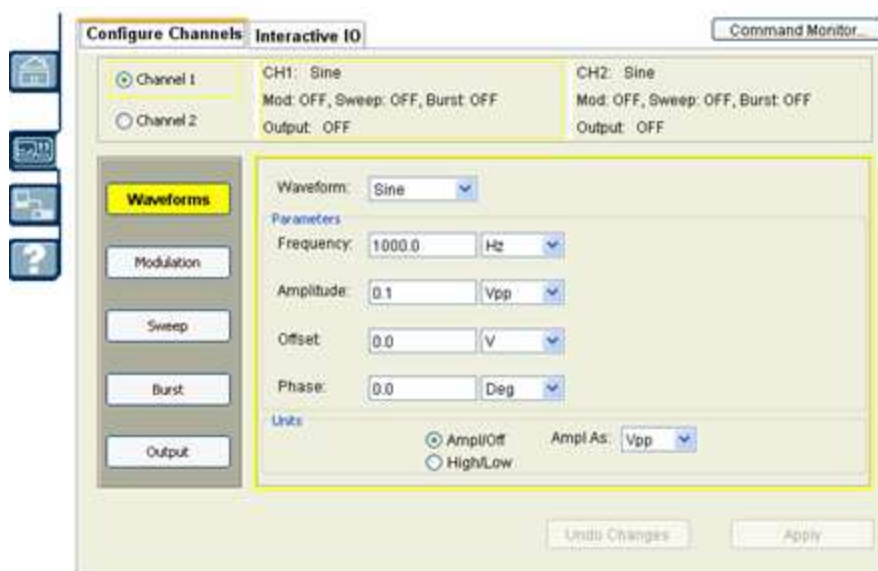
При первом включении на дисплее отображаются только текущие активные параметры; обновление с применением изменений после отображения информации не выполняется. Например, если DHCP назначает IP-адрес при включенном дисплее, новый IP-адрес не отобразится.

Если прибор переводится в режим дистанционного управления, все изменения параметров локальной сети будут отменены, и на дисплее отобразится другой экран. При повторном выборе страницы параметров локальной сети отобразятся новые параметры, если локальная сеть была перезапущена.

См. раздел **Знакомство с подсистемой SYSTem** для получения дополнительной информации о других командах конфигурации локальной сети.

Веб-интерфейс

Инструмент имеет встроенный веб-интерфейс. Этот интерфейс можно использовать для удаленного доступа и управления прибором через локальную сеть с помощью веб-браузера с поддержкой Java™, например, Microsoft Internet Explorer.

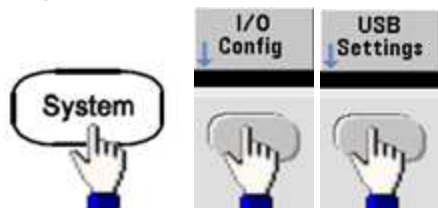


Для использования веб-интерфейса необходимо выполнить следующие действия:

1. Создайте локальное сетевое соединение между ПК и прибором.
2. Откройте веб-браузер на ПК.
3. Запустите веб-интерфейс прибора, указав в адресной строке браузера IP-адрес прибора или полное имя хоста.
4. Следуйте указаниям интерактивной справки веб-интерфейса.

Конфигурация USB

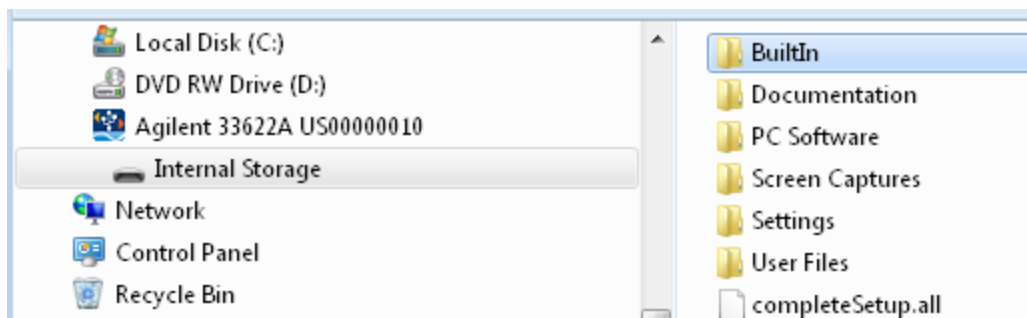
Лицевая панель:



На приборах серии 33500 нет параметров USB, доступных для пользовательской настройки. Можно получить только строку идентификатора USB (установлен производителем), используя программную кнопку **Show USB Id**.

Доступ к файлам (только для серии 33600)

Для параметра **File Access** используется протокол перезаписи со сменой носителя (MTP – Media Transfer Protocol) для облегчения загрузки файлов прибора на компьютер. Просто подключите кабель к порту USB на задней панели прибора и к порту USB компьютера. Цифровой мультиметр отобразится в файловой системе компьютера как диск только для чтения. Обратите внимание, что внутренняя память прибора включает предопределенную структуру каталогов, как показано ниже.



Можно использовать стандартные функции компьютера для управления файлами, чтобы скопировать файлы с цифрового мультиметра на компьютер.

Примечание Чтобы использовать **File Access** во время дистанционного программирования прибора с использованием SCPI через интерфейс USB (**USB SCPI**), необходимо установить на компьютер программное обеспечение Keysight IO Libraries Suite версии 16.3 или более поздней версии. Новейшую версию можно получить на веб-сайте www.keysight.com/find/iosuite.

Чтобы использовать функцию доступа к файлам на компьютере с операционной системой Windows XP, перед подключением USB-кабеля убедитесь, что на компьютере установлен проигрыватель Microsoft Windows Media Player 11 для Windows XP или более поздней версии. Это программное обеспечение можно загрузить на веб-сайте www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=8163.

Внешняя опорная временная развертка

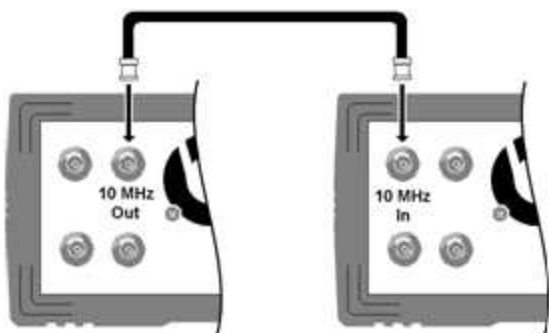
ОСТОРОЖНО

Входной BNC-коннектор внешнего опорного сигнала 10 МГц (центральный и боковой контакты) на задней панели прибора изолированы от корпуса до напряжения ± 42 В (макс.). Боковой контакт BNC-коннектора изолирован от остальных компонентов прибора. Внутренняя электрическая цепь стремится сохранять изоляцию от корпуса в пределах ± 42 В (макс.). Попытки увеличения напряжения между этим входом и корпусом до величины более ± 42 В могут привести к поломке прибора, получению травмы и нести угрозу для жизни.

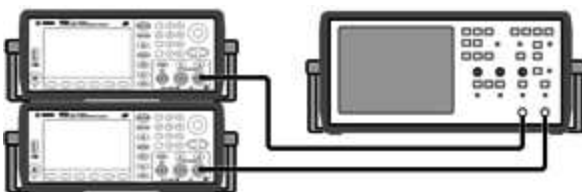
Внешняя опорная временная развертка использует разъемы на задней панели (**10 МГц In** и **10 МГц Out**) и схему, которая позволяет установить синхронизацию между несколькими приборами или с внешним тактовым сигналом 10 МГц. Можно также задать сдвиг фазы выходного сигнала с помощью элементов управления передней панели или с помощью интерфейса дистанционного управления.

Чтобы выровнять фазу двух приборов, используйте двухканальный осциллограф для сравнения выходных сигналов.

1. Соедините два прибора, выходной контакт **10 МГц Out** должен подключаться к разъему **10 МГц In**. Используйте прибор с более точной временной разверткой, например эталонный источник сигнала 10 МГц.



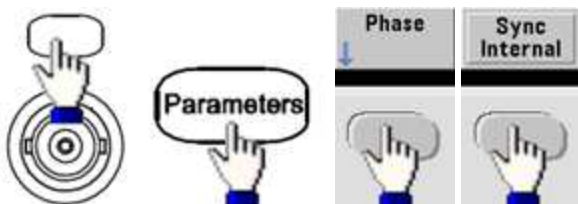
2. Подключите выходные разъемы прибора к входным каналам осциллографа.



3. Задайте одинаковую частоту для обоих приборов. Осциллограф должен отобразить сигналы, синхронизированные по частоте, а не по фазе. (Чтобы увидеть разность фаз, лучше использовать сигнал прямоугольной формы.)

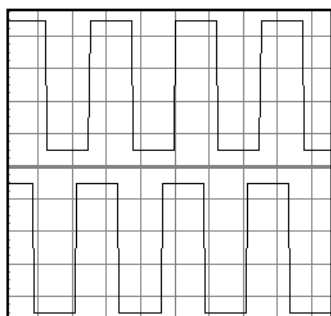
- При использовании двухканальных приборов выполняется синхронизация двух каналов. Также выполняется синхронизация модулирующего сигнала каждого канала относительно несущей.

Передняя панель:

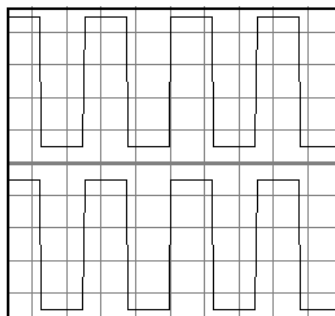


SCPI: `[SOURce[1|2]:]PHASe:SYNChronize`

- Оставив для настройки фазы значение по умолчанию (ноль) на первом приборе, используйте параметр **Adjust Phase**, чтобы отрегулировать фазу второго прибора для выравнивания выходных сигналов.



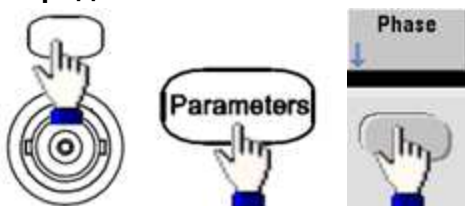
В разных фазах



Выравнивание выполнено

Можно использовать параметр **Set 0 Phase**, чтобы задать новую опорную точку нулевой фазы, когда выравнивание показаний двух приборов выполнено.

• **Передняя панель:**



Затем задайте фазовый угол с помощью клавиатуры или ручки. Когда выравнивание приборов выполнено, нажмите **Set 0 Phase**.

• **SCPI:**

`[SOURce[1|2]:]PHASe {<angle>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}`

`[SOURce[1|2]:]PHASe:REFerence`

Встроенный редактор сигналов

Прибор оснащен встроенным редактором сигналов для создания и изменения одно-канальных сигналов произвольной формы в сигналах произвольной формы ASCII (расширение .ARB). Можно вводить и редактировать значения напряжения напрямую или, совместив до 12 разных типов стандартных сигналов в соответствии с описанием в следующих разделах.

Стандартные сигналы

Основные функции редактирования сигнала

Расширенное редактирование

Дополнительные математические операции






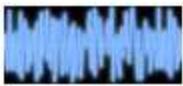


Меню утилиты

Примечание





Независимо от дополнительно устанавливаемых модулей максимальный размер сигнала встроенного редактора сигналов составляет 1 Мвыб.

Стандартные сигналы

Встроенный редактор сигналов включает 12 следующих сигналов.

Синусоидальный		$y = \sin(x)$
Прямоугольный		Прямоугольный сигнал, который использует два уровня напряжения
Пилообразный		Сигнал с линейно нарастающим или спадающим напряжением
Линейный		Сегмент линии
Постоянный ток		Напряжение постоянного тока
Шум		Случайный шум
Гауссов шум		Гауссова колоколообразная кривая (гауссовское распределение)
Sinc		$y = \sin(x)/x$

Информация по эксплуатации

Производная от функции Лоренца		Производная от функции Лоренца. Функция Лоренца выглядит следующим образом $y = 1/(x^2 + 1)$, а производная от функции Лоренца – $y = -2x/(x^2 + 1)^2$.
Экспоненциальный спад		Экспоненциальный спад: $y = e^{-kx}$
Экспоненциальное нарастание		Экспоненциальное нарастание: $y = 1 - e^{-kx}$
Гауссиан		$y = [1 - \cos(x)]/2$

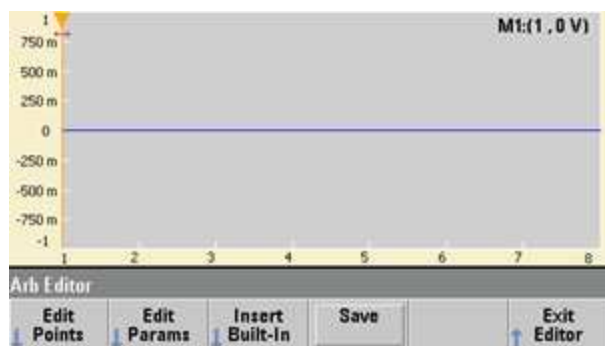
При выборе сигнала на дисплее прибора отображается экран, который позволяет задать параметры сигнала, перечисленные ниже.

Амплитуда	Пиковое значение выше 0 В, когда сигнал имеет смещение 0; 10 мкВ – 10 В (по умолчанию 1).
Смещение	Расстояние, на которое сигнал смещается вверх или вниз относительно 0 В; -10 – 10 В (по умолчанию 0).
Значение амплитуды со смещением должно принадлежать диапазону от -10 В до 10 В.	
Фаза	Значение в градусах, на которое сигнал продвигается вперед (положительное значение) или назад (отрицательное значение) от 0 градусов; -360 – 360 (по умолчанию 0).
Циклы	Количество полных циклов вывода (положительное целое значение), из которых состоит сигнал.
Точки	Количество точек, которые присутствуют в сигнале, — до 1 000 000 (по умолчанию 100). Минимальным количеством точек на приборах серии 33500 является 8; минимальное количество точек на приборах серии 33600 составляет 32.
Половинная ширина (только производная от функции Лоренца)	Значение, которое управляет шириной сигнала; чем выше значения, тем шире кривые. Целое число от 1 до значения общего количества точек одного цикла (по умолчанию 10).
Коэффициент спада (только для экспоненциального спада)	Десятичное число от -99 до 99, которое управляет скоростью спада или нарастания сигнала (по умолчанию -5).
Коэффициент нарастания (только для экспоненциального нарастания)	
Полная ширина (только для гауссова шума)	Ширина колоколообразной кривой между точками на кривой, которые располагаются на половине высоты кривой; от 1 до значения количества точек одного цикла (по умолчанию 10).
Симметрия (только для пилообразного сигнала)	Процентное выражение времени (на период цикла), в течение которого пилообразный сигнал нарастает; десятичное число от 0 до 100 (по умолчанию 100).
Пересечение с нулем (только для сигнала Sinc)	Количество раз, когда сигнал пересекает горизонтальную ось по одной стороне сигнала; 0 – 100 (по умолчанию 10).

Коэффициент заполнения (только для сигнала прямоугольной формы)	Процентное выражение времени (на период цикла), в течение которого напряжение сигнала находится на высоком уровне; 0 – 100 (по умолчанию 50).
Начальный уровень (только для линейного сигнала)	Напряжение в начале или в конце сегмента линии.
Конечный уровень (только для линейного сигнала)	

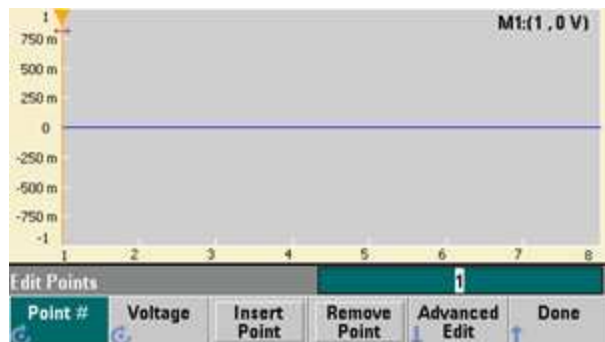
Основные функции редактирования сигнала

При запуске встроенного редактора сигналов ([Waveforms] > Arb > Arbs > Edit Arb File > New Arb File) отображается исходный экран. (Обратите внимание, что меню, которое содержит программную кнопку **Edit Arb File** также содержит программную кнопку **Import Data**. Его можно использовать для импорта файлов ASCII с осциллографов и других приборов с общим доступом.)

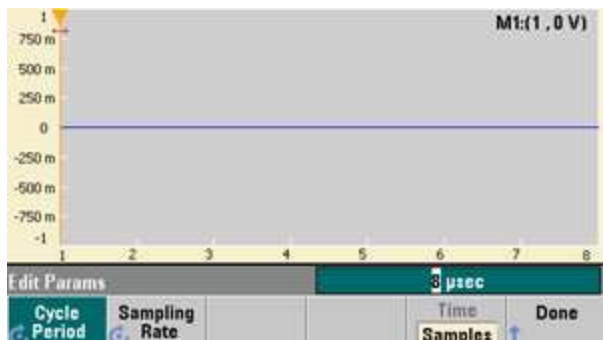


Параметр **Edit Points** позволяет изменить значения напряжения отдельных точек сигнала. Можно также вставлять и удалять точки сигнала и получить доступ к функциям **Advanced Edit**, описанным ниже. На текущем изображении экрана показан новый сигнал произвольной формы по умолчанию с 8 точками на уровне 0 В постоянного тока.

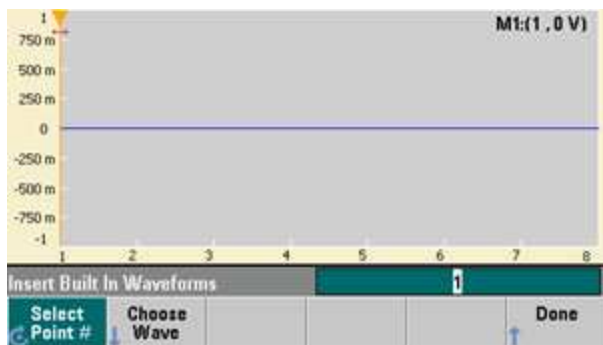
Примечание Размер сигнала произвольной формы по умолчанию составляет 8 точек для приборов серии 33500 и 32 точки для приборов серии 33600.



Параметр **Edit Params** позволяет задать частоту дискретизации сигнала, которая является скоростью воспроизведения сигнала (в точках в секунду). Это значение можно задать в виде скорости или периода. При изменении значения другое значение будет пересчитано в соответствии с количеством точек сигнала. Эта функция также позволяет определить, будет ли помечен сигнал единицами измерения времени или точками вдоль горизонтальной оси.



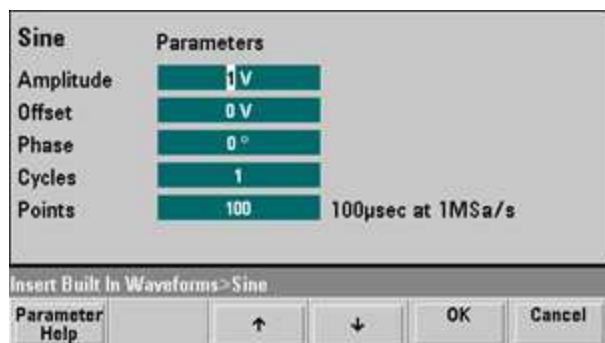
Параметр **Insert Built-In** позволяет вставить один из 12 predetermined signals into the current signal.



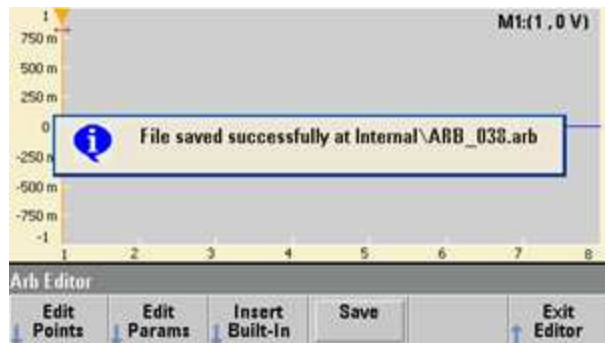
Параметр **Select Point #** позволяет задать место вставки сигнала, а программная кнопка **Choose Wave** позволяет определить, какой из 12 типов сигналов будет вставлен.



Когда с помощью кнопок со стрелками выбран сигнал, нажата кнопка **OK**, прибор отображает параметры вставляемого сигнала. Запомните программные кнопки со стрелками вверх и вниз, которые используются для выбора параметра для редактирования. Задайте параметры и нажмите **OK**.



Параметр **Save** позволяет сохранить текущий сигнал в его текущем расположении во внутренней памяти прибора.



Параметр **Exit Editor** позволяет закрыть редактор сигналов и возобновить нормальную работу.

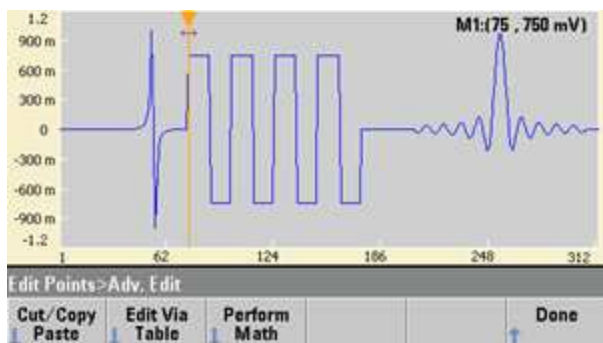


Если есть несохраненные изменения, отобразится сообщение, в котором можно выбрать соответствующий параметр и не выходить из встроенного редактора сигналов. После выхода из редактора можно воспроизвести сигнал с помощью генератора сигналов.

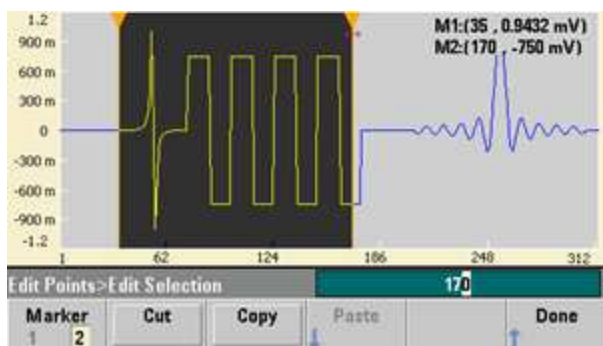


Расширенное редактирование

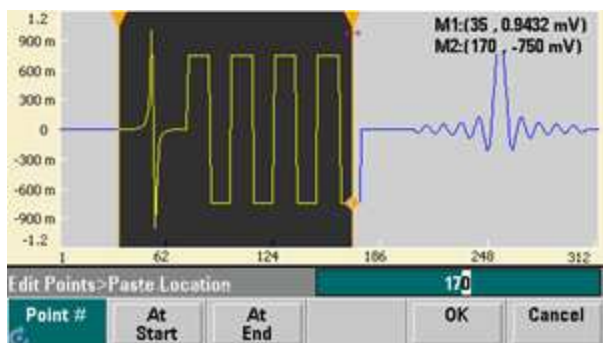
Как сказано выше, меню **Edit Points** содержит программную кнопку **Advanced Edit**. С помощью этой программной кнопки можно вырезать, скопировать и вставить отрезки сигнала, отредактировать точки в таблице и выполнить математические операции с сигналом.



Параметр **Cut/Copy/Paste** позволяет определить диапазон сигнала между двумя маркерами, а затем вырезать или скопировать точки сигнала, заданные маркерами. Когда диапазон вырезан или скопирован, его можно вставить несколько раз, используя программную кнопку **Paste**.



Параметр **Paste Location** позволяет вставить диапазон в начале, в конце сигнала или в любой его точке.



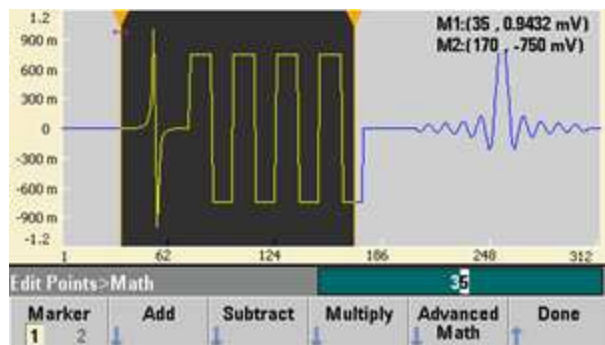
Параметр **Edit Via Table** позволяет редактировать значения напряжения отдельных точек в таблице. Для прокрутки таблицы можно использовать ручку или с помощью программной кнопки **Point #** напрямую выбрать конкретную точку. Можно также вставлять или удалять точки сигнала.

Point No. (Max 312)	Voltage Value (Volts)
1	0.00000
2	0.00000
3	0.00000
4	0.00000
5	0.00006
6	0.00006
7	0.00007
8	0.00007

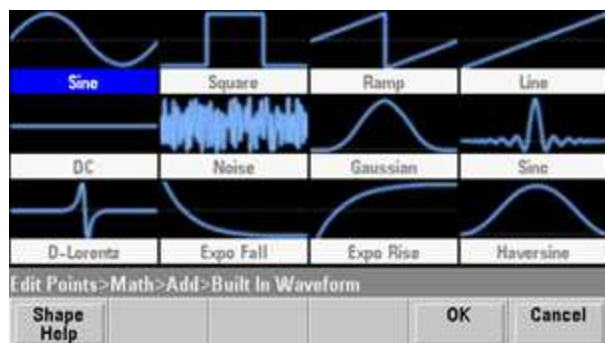
Edit Points>Table

Point # Voltage Insert Point Remove Point Done

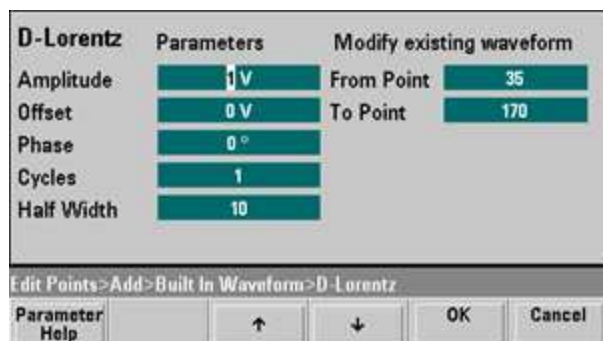
Параметр **Perform Math** позволяет использовать маркеры для определения диапазона сигнала. Затем можно сложить, вычесть или умножить значения напряжения этого диапазона на значения напряжения другого сигнала.



Когда нажата программная кнопка **Add**, **Subtract** или **Multiply**, прибор отображает список сигналов. Выберите сигнал и нажмите **OK**.

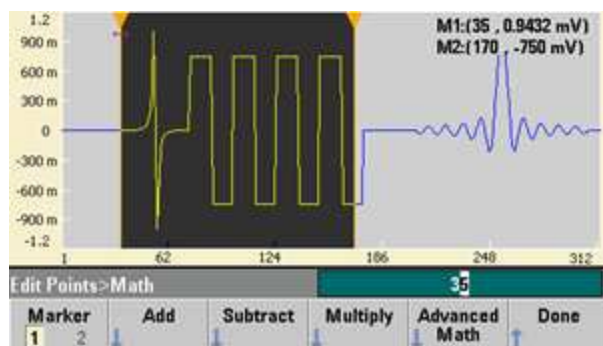


При нажатии кнопки **OK** прибор отображает список параметров, которые можно использовать для определения сигнала. В данном случае на экране ниже показано, что выбран сигнал **D-Lorentz**. Можно также использовать параметры **From Point** и **To Point**, чтобы задать диапазон точек, для которых требуется выполнить математическую операцию.

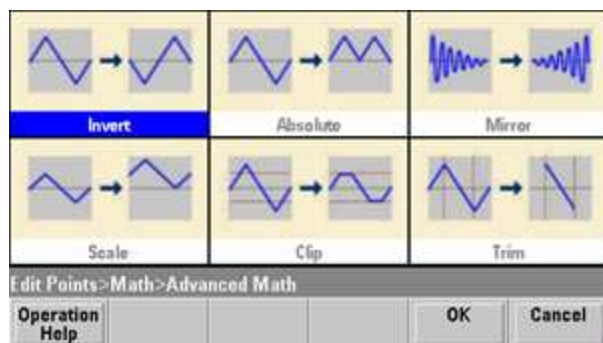


Дополнительные математические операции

Параметр **Advanced Math** позволяет выполнять несколько математических операций с сигналом. Чтобы начать, нажмите **Edit Points > Advanced Edit > Perform Math > Advanced Math**.



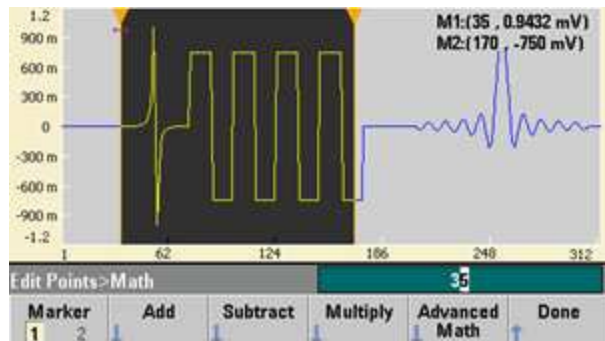
Меню **Advanced Math** открывается и отображается следующий экран. Ниже приводится описание операций с использованием изображений до и после выполнения каждой из них для демонстрации эффекта выполнения соответствующей операции.



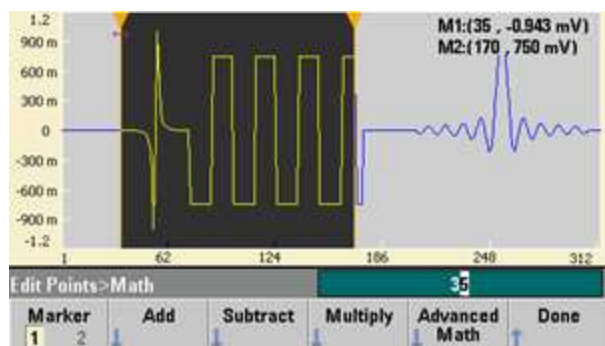
Информация по эксплуатации

Параметр **Invert** отражает сигнал относительно горизонтальной оси.

Изображение перед инвертированием

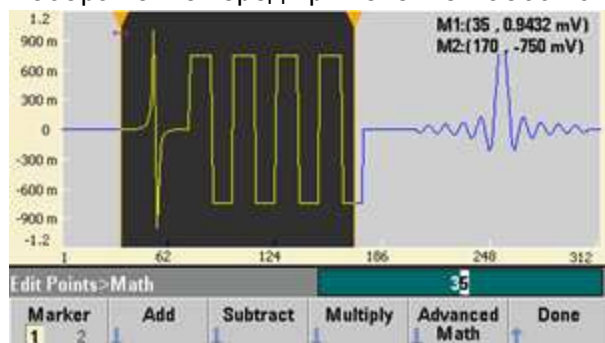


Изображение после инвертирования

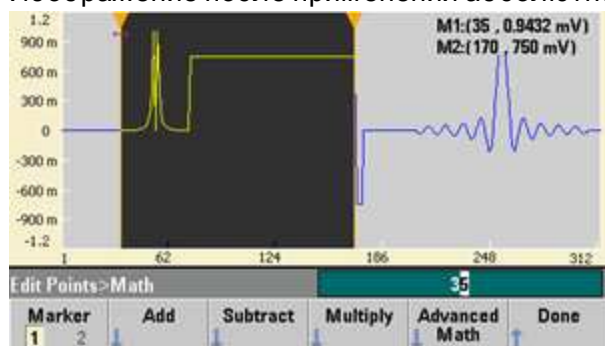


Параметр **Absolute** умножает все отрицательные значения сигнала на -1.

Изображение перед применением абсолютного значения

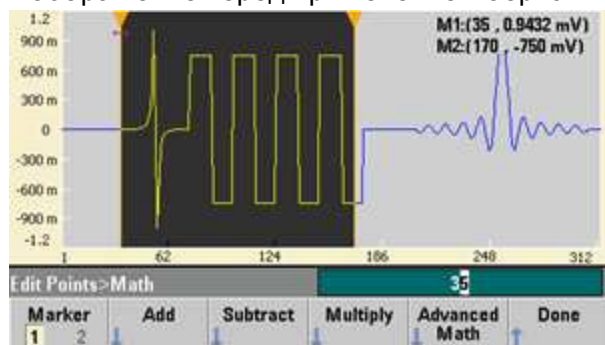


Изображение после применения абсолютного значения

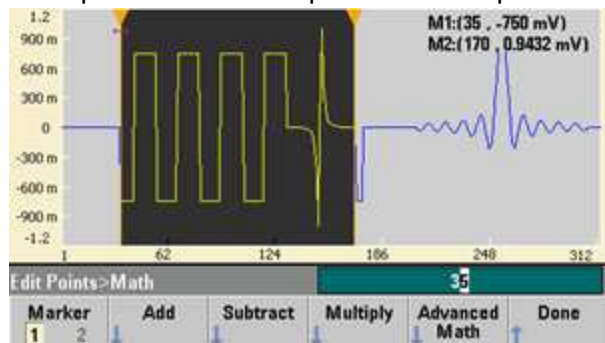


Параметр **Mirror** устанавливает точки диапазона в обратном порядке.

Изображение перед применением зеркального отображения

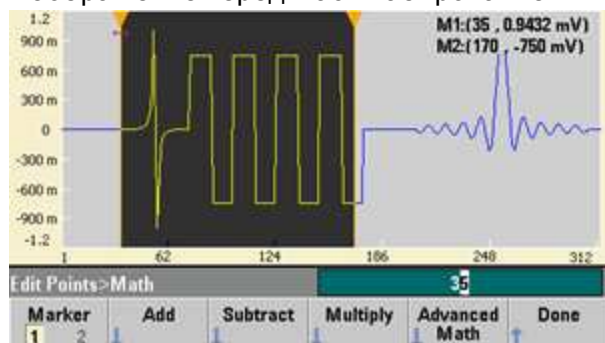


Изображение после применения зеркального отображения

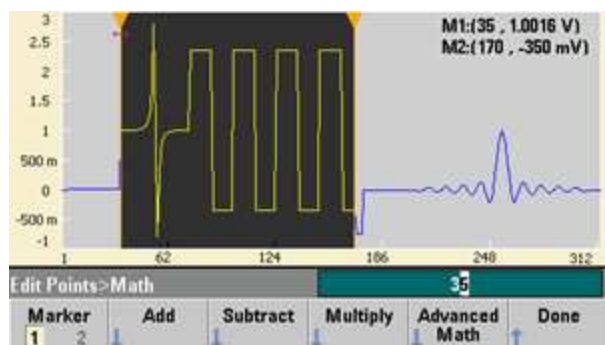


Параметр **Scale** позволяет масштабировать амплитуду и смещение сигнала. Здесь для масштаба амплитуды было установлено значение 180 % и для масштаба смещения – значение 1 В.

Изображение перед масштабированием

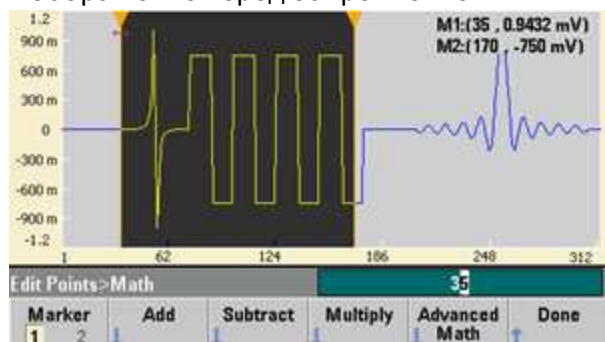


Изображение после масштабирования

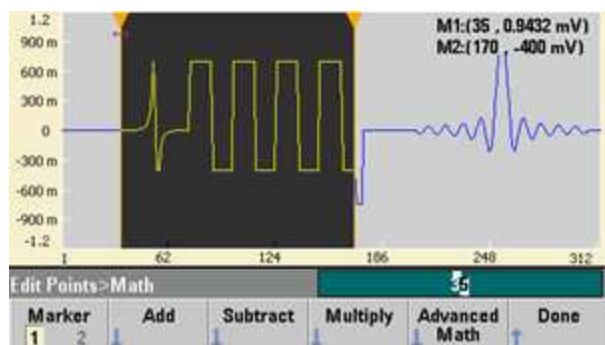


Параметр **Clip** позволяет изменять значения напряжения, выходящие за пределы максимального и минимального предельного значения, чтобы они соответствовали диапазону, заданному этими значениями. В этом примере для сигнала было закреплено предельное значение -400 мВ и верхнее предельное значение 700 мВ.

Изображение перед закреплением



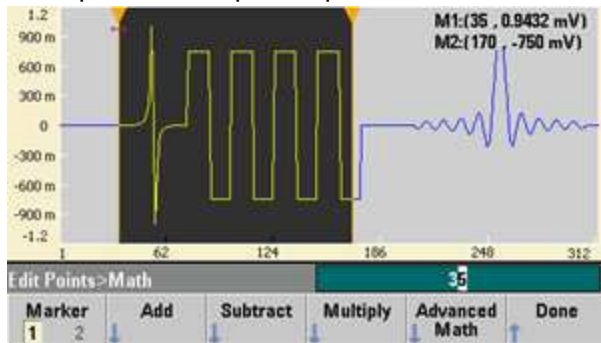
Изображение после закрепления



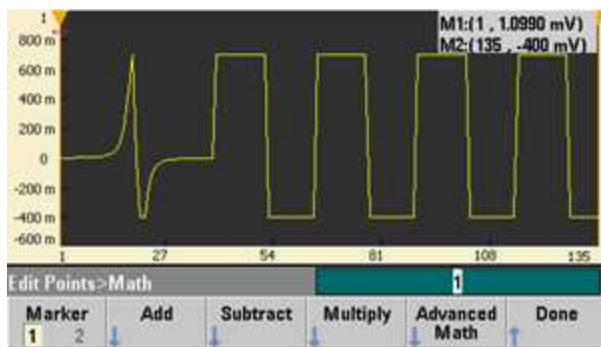
Информация по эксплуатации

Параметр **Trim** позволяет использовать маркеры для обрезки сигнала, чтобы в сигнале остались только точки, заданные диапазоном маркеров.

Изображение перед обрезкой



Изображение после обрезки



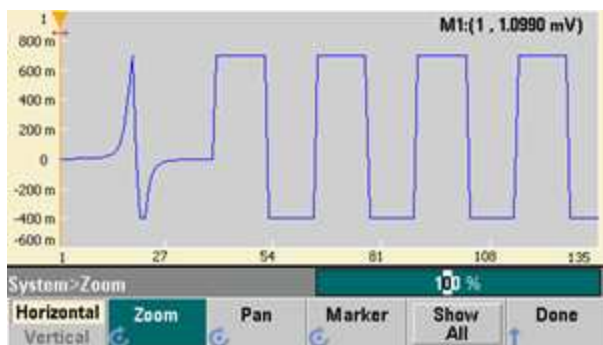
Меню утилиты

Можно получить доступ к нескольким функциям утилиты, нажав кнопку **[System]**, когда открыт встроенный редактор сигналов.



Параметр **Undo** позволяет отменить последние операции в зависимости от объема доступной памяти и размера отменяемой операции. Параметр **Redo** позволяет восстановить отмененные задачи с теми же ограничениями.

Параметр **Pan/Zoom Control** позволяет выполнить панорамирование или масштабирование по горизонтали или вертикали. Масштабирование выполняется с использованием коэффициента масштабирования, выраженного в процентах, панорамирование выполняется по заданной точке и/или по напряжению



Параметр **Show All** выполняет сброс масштабирования и отображает весь сигнал.

Учебное пособие по генерированию сигналов

В этом разделе приведена рабочая информация по нескольким типам сигналов и рабочим режимам прибора. В последних двух разделах можно найти информацию, которая может помочь улучшить качество сигнала.

- Сигналы произвольной формы
- Квазигауссов шум
- Псевдослучайная двоичная последовательность (PRBS)
- Модуляция
- Пакет

- Развертка частоты
- Атрибуты сигналов переменного тока
- Дефекты сигналов
- Контуры заземления

Сигналы произвольной формы

Сигналы произвольной формы позволяют смоделировать сигналы необходимой формы, которые не удастся получить с использованием стандартных сигналов прибора. Например, может потребоваться уникальный стимул или необходимо симулировать дефекты сигнала, например отклонение, затухающие колебания, импульсную помеху или шум. Сигналы произвольной формы могут быть очень сложными, поэтому они подходят для симуляции сигналов в современных системах связи.

Можно создавать сигналы произвольной формы от 8 точек (для приборов серии 33500) или 32 точек (для приборов серии 33600) до 1 000 000 точек. Прибор сохраняет в памяти эти точки в виде числовых данных, которые называются выборками, а затем преобразует их в напряжение при генерировании сигнала. Частота, с которой выполняется чтение точек, называется частотой дискретизации; частота сигнала равна частоте дискретизации, деленной на количество точек сигнала. Например, предположим, что сигнал имеет 40 точек, а частота дискретизации равна 10 МГц. Частота будет составлять $(10 \text{ МГц})/40 = 250 \text{ кГц}$, а период будет равен 4 мкс.

Двойные сигналы произвольной формы

Сигналы произвольной формы могут быть одноканальными или (с модулем IQP) двухканальными, например как сигналы IQ основной полосы частот. Двойной сигнал произвольной формы аналогичен стереофоническому музыкальному файлу. Он имеет два информационных канала, содержащих одинаковое число выборок, начинающихся и заканчивающихся одновременно и имеющих одинаковую частоту дискретизации.

Можно контролировать искажение и баланс между каналами в двойных сигналах произвольной формы с помощью команд подсистемы SCPI FUNCtion или с использованием элементов передней панели.

Фильтры сигналов

Прибор имеет два фильтра для обеспечения плавности переходов между точками при генерировании сигналов.

- Фильтр Normal: широкая плоская амплитудно-частотная характеристика, но отклик на скачок приводит к отклонению или затухающему колебанию.
- Фильтр Step: практически идеальный отклик на скачок, но с большим количеством спадов в частоте по сравнению с фильтром Normal.
- Off: вывод сигнала изменяется прерывисто между точками, и время передачи составляет приблизительно 10 нс.

Срез частоты каждого фильтра является фиксированным дробным выражением частоты дискретизации сигнала. Отклик фильтра Normal составляет -3 дБ при 27 % частоты дискретизации, а отклик фильтра Step соответствует -3 дБ при 13 % частоты дискретизации. Например, для сигнала произвольной формы с частотой дискретизации 100 Мвыб./с полоса пропускания фильтра Normal -3 дБ равна 27 МГц.

При выключении фильтра может измениться частота дискретизации, если она была более 250 Мвыб./с до выключения фильтра.

Приложения для обработки последовательностей сигналов

Последовательности сигналов произвольной формы используются, когда генерируемый сигнал имеет следующие характеристики.

- Сигнал очень длинный и содержит повторы более коротких фрагментов. Эти фрагменты могут повторяться любое количество раз в любом порядке.
- Для перехода от одного фрагмента сигнала к другому требуется управление в режиме реального времени (запуска).

Например, для первого случая рассмотрим сигнал, который должен воспроизводить несколько раз одинаковый начальный сигнал, затем однократно три других сигнала, далее вернуться к непрерывному воспроизведению первого сигнала. Это может быть симулированный пакет данных модема, состоящий из простого сигнала, заголовка, данных, контрольной суммы и возврата к простому сигналу.

Может использоваться следующее описание последовательности.

1. Воспроизводить "idle.arb" 10 раз
2. Однократное воспроизведение "header.arb"
3. Однократное воспроизведение "data.arb"
4. Однократное воспроизведение "checksum.arb"
5. Непрерывно повторяющееся воспроизведение "idle.arb".

Во втором случае может потребоваться инициировать отправку "header.arb" с помощью внешнего аппаратного запуска. В данном случае может использоваться следующее описание.

1. Воспроизводить "idle.arb" многократно до получения сигнала запуска
2. Однократное воспроизведение "header.arb"
3. Однократное воспроизведение "data.arb"
4. Однократное воспроизведение "checksum.arb"
5. Непрерывно повторяющееся воспроизведение "idle.arb".

Файл последовательности (*.seq) содержит информацию в виде нумерованных списков, файлы сигналов произвольной формы (*.arb) содержат отдельные сигналы.

Применение последовательностей сигналов

Прибор может создавать длинные сложные последовательности сигналов произвольной формы (сегменты). Переключение между сегментами происходит плавно в режиме реального времени. В качестве аналогии сегменты можно представить в виде песен в музыкальном проигрывателе, а последовательности – в виде списков воспроизведения.

Каждый шаг последовательности задает сегмент и количество раз его воспроизведения. Он также определяет, необходим ли запуск последовательности для перехода к следующему шагу, а также пошаговое генерирование сигнала **Sync**.

С каждым сегментом можно выполнить следующие операции.

- Воспроизвести сегмент от 1 до 1 000 000 раз, а затем перейти к следующему шагу.
- Воспроизвести сегмент один раз, затем сделать остановку и ждать поступления сигнала запуска для перехода к следующему шагу.
- Повторять сегмент до получения сигнала запуска, а затем выполнить переход.
- Повторять сегмент до принудительной остановки.

Доступны следующие параметры генерации сигнала **Sync**.

- Утверждение сигнала **Sync** в начале сегмента.
- Инвертирование сигнала **Sync** в начале сегмента.
- Сохранение текущего состояния **Sync** на протяжении всего сегмента.
- Утверждение сигнала **Sync** в начале сегмента и отклонение в заданной точке сегмента.

Чтобы начать последовательность по запуску, расположите краткий сигнал постоянного тока 0 В (или с любым другим значением) перед другими сигналами в последовательности и задайте для сегмента ожидание запуска для перехода к следующему шагу. Для приборов серии 33500 минимальная длина сегмента составляет 8 выборок; для приборов серии 33600 минимальная длина сегмента составляет 32 выборки.

Примечание

Если задан повтор сегмента до получения сигнала запуска, сегмент всегда будет заканчиваться перед переходом к следующему сегменту. Кроме того, короткий сегмент может повторяться в дополнительных циклах для очистки буфера выборок последовательность перед продолжением.

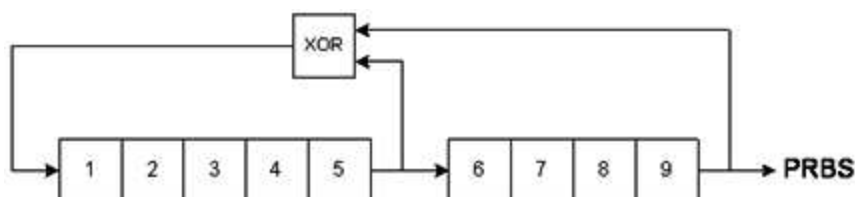
Квазигауссов шум

Сигнал шума оптимизируется в соответствии с количественными и качественными статистическими свойствами. Он не повторяется в течение более 50 лет непрерывной работы прибора. В отличие от истинного гауссова распределения существует нулевая вероятность получения напряжения, несоответствующего настройке В между пиками прибора. Коэффициент амплитуды (пиковое напряжение, деленное на среднеквадратичное значение напряжения) равен приблизительно 4,6.

Можно изменять полосу пропускания шума от 1 МГц до максимального значения полосы пропускания прибора. Энергия сигнала шума концентрируется в диапазоне от значения постоянного тока до выбранной полосы пропускания, поэтому сигнал имеет более высокую спектральную плотность в интересующем диапазоне при более низких значениях настройки полосы пропускания. Например, при работе со звуком можно задать для полосы пропускания значение 30 кГц, чтобы уровень сигнала в диапазоне звуковых частот был в 30 дБ выше, чем при установке для полосы пропускания значения 30 МГц.

Псевдослучайная двоичная последовательность (PRBS)

Псевдослучайная двоичная последовательность имеет два уровня (высокий и низкий), а переключение между уровнями выполняется непредсказуемо, при этом алгоритм генерирования последовательности также неизвестен. Псевдослучайная двоичная последовательность генерируется по линейному регистру сдвига с обратными связями, как показано ниже.



Линейный регистр сдвига с обратными связями определяется количеством содержащихся в нем этапов и этапами, в которых присутствует логический элемент "исключающее ИЛИ" в соответствующей сети с обратной связью. Вывод сигнала псевдослучайной двоичной последовательности заимствуется из последнего этапа. Когда этапы выбраны правильно, на этапе L в линейном регистре сдвига с обратными связями создается повторяющийся сигнал двоичной псевдослучайной последовательности с длиной $2^L - 1$. Тактовая частота линейного регистра сдвига с обратными связями определяет скорость передачи в битах сигнала псевдослучайной двоичной последовательности.

Модели прибора серии 33500 поддерживают установку для параметра L значений 7, 9, 11, 15, 20 или 23, в результате можно получить последовательности длиной от 127 до 8 388 607 бит.

Модели прибора серии 33600 поддерживают установку для параметра L любого целого числового значения от 3 до 32, в результате можно получить последовательности длиной от 7 до 4 294 967 295 бит.

По умолчанию для параметра L задается значение 7, в результате получается последовательность длиной 127 бит.

Модуляция

Амплитудная модуляция (АМ)

Прибор использует две формы амплитудной модуляции.

- Двухполосная модуляция с неподавленной несущей имеет обозначение МСЭ А3Е и является типом модуляции, используемым в широковещании с использованием АМ.

Уравнение для двухполосной модуляции с неподавленной несущей выглядит следующим образом:

$$y(t) = \left[\left(\frac{1}{2} \right) + \left(\frac{1}{2} \right) \cdot d \cdot m(t) \right] \cdot A_c \cdot \sin(\omega_c t)$$

где

$m(t)$ – модулирующий сигнал,

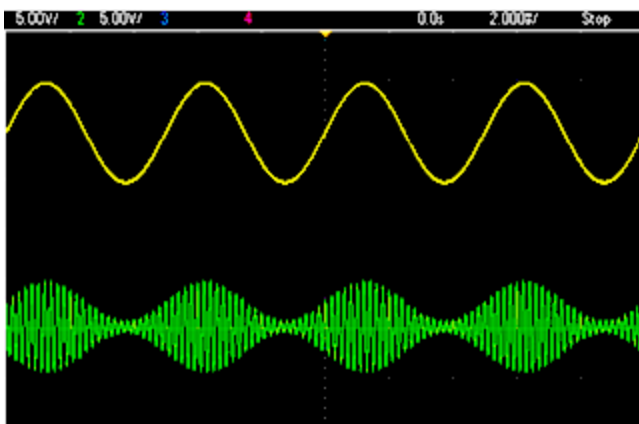
A_c – амплитуда несущей,

ω_c – несущая частота несущей,

d – коэффициент модуляции или дробное выражение диапазона амплитуды, используемого при модуляции.

Например, коэффициент модуляции 80 % изменяет амплитуду от 10 % до 90 % заданного для амплитуды значения ($90\% - 10\% = 80\%$) при использовании внутреннего или полномасштабного (± 5 В для приборов серии 33500, ± 5 В или ± 1 В для приборов серии 33600) внешнего модулирующего сигнала. Для коэффициента можно задать значение 120 %, если при этом не превышает максимальное выходное напряжение прибора (± 5 В при 50 Ω , ± 10 В при высоком сопротивлении).

На изображении ниже верхняя осциллограмма представляет сигнал модуляции, а нижняя осциллограмма – модулированный несущий сигнал.



- Модуляция с двумя боковыми полосами и подавленной несущей частотой (DSSC). Во многих современных системах связи используется модуляция с двумя боковыми полосами

и подавленной несущей частотой в каждом из двух каналов, которые имеют одинаковую частоту и разность фаз 90 градусов. Это называется квадратурная амплитудная модуляция (КАМ)

Уравнение для двухполосной модуляции с подавлением несущей выглядит следующим образом: $y(t) = d \cdot m(t) \cdot \sin(\omega_c t)$

При двухполосной модуляции с подавлением несущей сигнал несущей инвертируется, когда $m(t) < 0$. При КАМ второй сигнал несущей соответствует $\cos(\omega_c t)$, в результате получается разность фаз 90 градусов между вторым сигналом и первым сигналом несущей.

Частотная модуляция (ЧМ)

Частотная модуляция изменяет частоту сигнала несущей в соответствии с модулирующим сигналом:

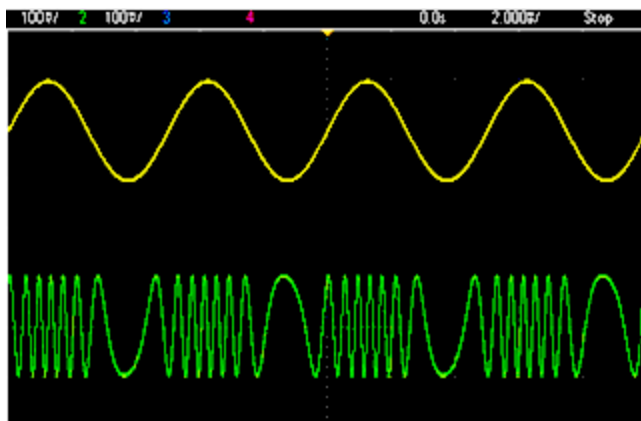
$$y(t) = A_c \cdot \sin[(\omega_c + d \cdot m(t)) \cdot t]$$

где $m(t)$ – модулирующий сигнал и d – девиация частоты. Частотная модуляция называется узкополосной, если девиация составляет менее 1 % полосы пропускания модулирующего сигнала и широкополосной при других показаниях. Можно приблизительно установить полосу пропускания модулированного сигнала с помощью следующих уравнений.

Полоса пропускания $\approx 2 \cdot$ (полоса пропускания модулирующего сигнала) для узкополосной ЧМ

Полоса пропускания $\approx 2 \cdot$ (девиация + полоса пропускания модулирующего сигнала) для широкополосной ЧМ

На изображении ниже верхняя осциллограмма представляет сигнал модуляции, а нижняя осциллограмма – модулированный несущий сигнал.



Фазовая модуляция (ФМ)

Фазовая модуляция сходна с частотной модуляцией, но при этом изменяется фаза сигнала несущей, а не частота:

$$y(t) = \sin[\omega_c t + d \cdot m(t)]$$

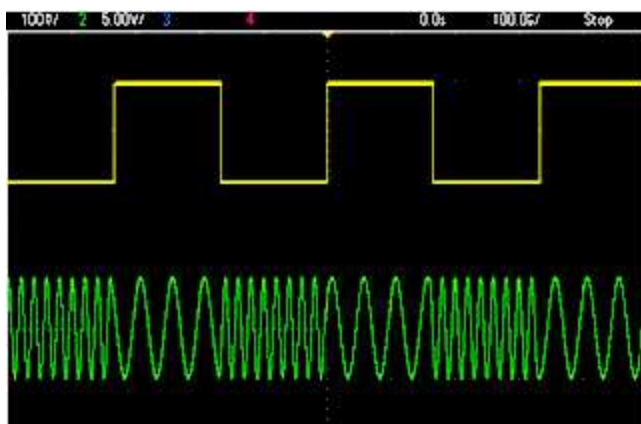
где $m(t)$ – модулирующий сигнал и d – девиация фазы.

Частотная манипуляция (ЧМн)

Частотная манипуляция сходна с частотной модуляцией, но частота несущей переключается между двумя текущими значениями частоты несущей и скачка по частоте. Иногда скачок по частоте и частоту несущей называют меткой и пробелом соответственно. Скорость переключения между этими значениями определяется внутренним таймером или сигналом на разъеме задней панели **Ext Trig**. Частота изменяется мгновенно и непрерывно при переходе по фазам.

Внутренний сигнал модуляции является прямоугольным сигналом с коэффициентом заполнения 50%.

На изображении ниже верхняя осциллограмма представляет сигнал модуляции, а нижняя осциллограмма – модулированный несущий сигнал.



Двоичная фазовая модуляция (ДФМ)

Двоичная фазовая модуляция сходна с частотной манипуляцией, но переключение выполняется между двумя значениями фазы несущей, а не частоты. Скорость переключения между этими значениями определяется внутренним таймером или сигналом на разъеме задней панели **Ext Trig**. Фаза изменяется мгновенно.

Внутренний сигнал модуляции является прямоугольным сигналом с коэффициентом заполнения 50%.

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ)

ШИМ доступна только для импульсных сигналов, а длительность импульса изменяется в зависимости от сигнала модуляции. Величина, на которую изменяется длительность импульса, называется отклонением от длительности и может быть выражена в процентном отношении к периоду сигнала (т.е. коэффициенту заполнения) или в единицах измерения времени. Например, при установке импульса, составляющего 20% от коэффициента заполнения, и последующей активации ШИМ с отклонением в 5% сигнал модуляции будет инициировать изменение коэффициента заполнения от 15% до 25%.

Аддитивная модуляция (сумма)

Функция "Sum" выполняет добавление модулирующего сигнала к несущей. Например, можно добавлять контролируемые сигналы шума с разной полосой пропускания к сигналу или создавать двухтоновые сигналы. Внутренний генератор модуляции прибора может создавать непрерывные сигналы, как и основной генератор, поэтому функция Sum позволяет создавать много сигналов, для создания которых ранее требовалось два прибора.

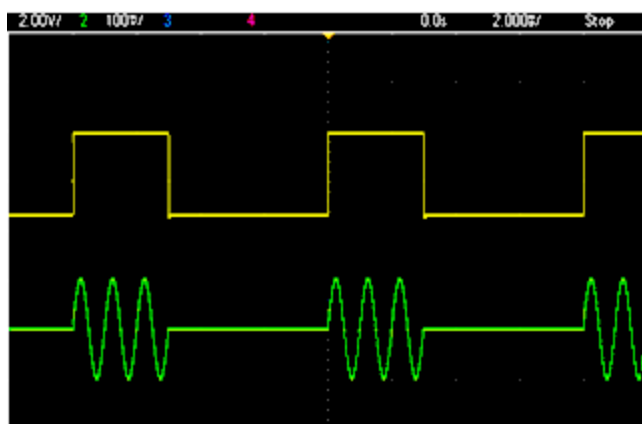
При использовании функции Sum амплитуда выходного сигнала увеличивается на амплитуду модулирующего сигнала. При этом прибор может переключиться на более высокий диапазон напряжения, что приведет к кратковременной потере сигнала. Если в приложении возникла эта неполадка, включите функцию Range Hold. Если повышение напряжения может привести к повреждению устройства во время диагностики, примените параметр Voltage Limits.

Пакет

Можно настроить прибор для вывода сигнала в течение установленного числа циклов, называемого пакетом. Можно использовать два режима для пакетного сигнала: пакетный режим для сигналов с количеством циклов N (также называется пакетным режимом по запуску) или пакетный режим для стробированных сигналов.

Пакетный сигнал с количеством циклов N состоит из определенного количества циклов сигнала (от 1 до 1 000 000) и всегда иницируется событием запуска. Можно также задать количество пакетов, равное бесконечности, в результате этого при запуске прибора будет воспроизводиться непрерывный сигнал.

На изображении ниже верхняя линия является выходным сигналом sync, а нижняя линия – основным выходным сигналом.



Пакетный сигнал, состоящий из трех циклов

Для пакетных сигналов источником запуска может быть внешний сигнал, внутренний таймер, нажатие кнопки или команда с интерфейса дистанционного управления. Входным разъемом для внешних сигналов запуска служит разъем **Ext Trig** на задней панели. Этот разъем связан с заземлением корпуса (а не с плавающим заземлением). Когда не используется как вход, разъем **Ext Trig** можно конфигурировать как выход, чтобы прибор можно было использовать для запуска других приборов в то время, когда возникает событие внутреннего запуска.

Пакетный сигнал с количеством циклов N всегда начинается и заканчивается в одной точке сигнала, которая называется начальной фазой.

В пакетном режиме GATed выходной сигнал может быть активирован или деактивирован в зависимости от сигнала в разъеме **Ext Trig** на задней панели. Выберите полярность сигнала, используя команду **BURSt:GATE:POLarity**. Когда стробирующий сигнал имеет значение "истина", прибор выводит непрерывный сигнал. Если стробирующий сигнал имеет значение "ложь", текущий цикл сигнала будет завершен, и прибор будет остановлен; его напряжение останется на уровне, соответствующем начальной фазе пакета. При выпуске сигнала шума прибор остановится, как только стробирующий сигнал получит значение "ложь".

Развертка частоты

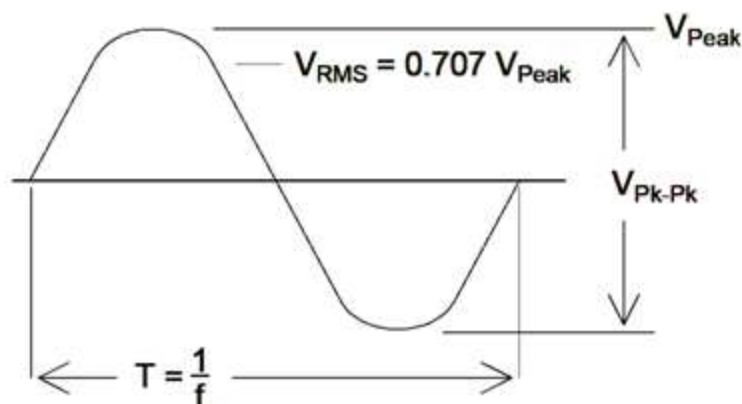
Развертка частоты аналогична частотной модуляции, но только не использует модулирующий сигнал. Вместо этого прибор задает выходную частоту на основе линейной или логарифмической функции или с помощью списка из 128 частот, заданных пользователем. Линейная развертка изменяет выходную частоту на постоянное количество Гц в секунду, логарифмическая развертка изменяет частоту на постоянное количество декад в секунду. Логарифмическая развертка позволяет покрывать более широкие диапазоны частот, где разрешение на низких частотах может быть потеряно при использовании линейной развертки.

Развертка частоты характеризуется временем развертки (в течение которого частота плавно изменяется от начальной до конечной частоты), временем удержания (в течение которого частота не изменяется и остается на начальной частоте) и временем возврата (в течение которого частота плавно и линейно возвращается к начальной частоте). Параметры запуска определяют начало следующей развертки.



Атрибуты сигналов переменного тока

Наиболее распространенным сигналом переменного тока является синусоидальный сигнал. Фактически любой периодический сигнал может быть представлен как сумма различных синусоидальных сигналов. Амплитуда синусоидального сигнала обычно определяется пиковым значением, значением полной амплитуды или среднеквадратическим значением. Все эти измерения предполагают, что сигнал имеет нулевое смещение напряжения.



Пиковым напряжением сигнала является максимальное абсолютное значение всех его точек. Полной амплитудой напряжения или напряжением между пиками считается разница между максимальным и минимальным напряжением. Среднеквадратическое напряжение равно стандартному отклонению всех точек сигнала; его также можно представить как среднюю мощность одного цикла с вычетом мощности любого компонента постоянного тока сигнала. Коэффициент амплитуды является отношением пикового значения сигнала к его среднеквадратичному значению и изменяется в соответствии с формой сигнала. В таблице ниже приведено несколько распространенных сигналов с соответствующими им коэффициентами амплитуды и среднеквадратичными значениями.

Форма сигнала	Коэффициент амплитуды	Переменный ток (среднеквадратические значения)	AC+DC RMS
	1.414	$\frac{V}{1.414}$	$\frac{V}{1.414}$
	1.732	$\frac{V}{1.732}$	$\frac{V}{1.732}$
	$\sqrt{\frac{T}{t}}$	$\frac{V}{C.F.} \times \sqrt{1 - \left(\frac{1}{C.F.}\right)^2}$	$\frac{V}{C.F.}$

Если вольтметр средних значений используется для измерения напряжения постоянного тока сигнала, показания могут не соответствовать настройке смещения постоянного тока. Это происходит потому, что сигнал может иметь ненулевое среднее значение, которое добавляется к смещению по постоянному току.

Иногда можно видеть уровни переменного тока, заданные в децибелах на 1 милливатт (дБм). Поскольку значение дБм представляет уровень мощности, чтобы выполнить вычисления, необходимо знать среднеквадратичное напряжение сигнала и сопротивление нагрузки.

$\text{дБм} = 10 \times \log_{10} (P / 0.001)$ где P = среднеквадратичские В²/величина нагрузки

Для синусоидального сигнала при нагрузке 50 Ω в следующей таблице приведены значения дБм, соответствующие напряжению.

дБм	Среднеквадратическое значение напряжения	Полная амплитуда напряжения
+23,98 дБм	3,54 В (среднеквадратичное значение)	10,00 В между пиками
+13,01 дБм	1,00 В (среднеквадратичное значение)	2,828 В между пиками
+10,00 дБм	707 мВ (среднеквадратичное значение)	2,000 В между пиками
+6,99 дБм	500 мВ (среднеквадратичное значение)	1,414 В между пиками
3,98 дБм	354 мВ (среднеквадратичное значение)	1,000 В между пиками
0,00 дБм	224 мВ (среднеквадратичное значение)	632 мВ между пиками
-6,99 дБм	100 мВ (среднеквадратичное значение)	283 мВ между пиками
-10,00 дБм	70,7 мВ (среднеквадратичное значение)	200 мВ между пиками
-16,02 дБм	35,4 мВ (среднеквадратичное значение)	100 мВ между пиками
-30,00 дБм	7,07 мВ (среднеквадратичное значение)	20,0 мВ между пиками
-36,02 дБм	3,54 мВ (среднеквадратичное значение)	10,0 мВ между пиками
-50,00 дБм	0,707 мВ (среднеквадратичное значение)	2,00 мВ между пиками
-56,02 дБм	0,354 мВ (среднеквадратичное значение)	1,00 мВ между пиками

Для нагрузки 75 Ом или 600 Ом используйте следующие преобразования.

$\text{дБм (75 Ом)} = \text{дБм (50 }\Omega) - 1,76$

$\text{дБм (600 Ом)} = \text{дБм (50 }\Omega) - 10,79$

Дефекты сигналов

Наиболее распространенные дефекты синусоидальных сигналов легко описать и рассмотреть в частотной области, используя анализатор спектра. Любой компонент сигнала с частотой, отличной от основной (или несущей), рассматривается как искажение. Эти дефекты можно классифицировать на гармонические, негармонические случайные искажения или фазовый шум, они определяются в децибелах относительно уровня несущей (дБн).

Гармонические искажения

Гармонические компоненты возникают в точках целых значений основной частоты и обычно образуются нелинейными компонентами в тракте сигнала. При низких амплитудах сигнала другим возможным источником гармонических искажений является сигнал **Sync**, представляющий собой сигнал прямоугольной формы с множеством сильных гармонических компонентов, которые могут объединяться в основном сигнале. Несмотря на то, что сигнал **Sync** изолирован от основных выходов сигналов прибора, замыкание может произойти во внешних кабелях. Для достижения наилучших результатов используйте высококачественные коаксиальные кабели с двойными или тройными экранами. Если сигнал **Sync** не требуется, не подключайте кабель к разъему или отключите соответствующую функцию.

Негармонические случайные искажения

Одним источником негармонических случайных компонентов (называемых зубцами) является цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), который преобразует значения цифрового сигнала в напряжение. Нелинейность сигнала в ЦАП обеспечивает возрастание гармонических искажений, которые могут быть выше частоты Найквиста и поэтому смешиваться с более низкими частотами. Например, пятая гармоника 30 МГц (150 МГц) может создать зубец при 100 МГц.

Другим источником негармонических искажений является объединение с сигналами несвязанных источников (например, с тактами встроенного контроллера) в выходном сигнале. Такие зубцы обычно имеют постоянную амплитуду и наиболее ощутимы, когда амплитуда сигнала ниже 100 мВ между пиками. Для достижения оптимальной чистоты сигнала при низких значениях амплитуды уровень выходного сигнала прибора должен быть относительно высоким, также необходимо использовать внешний аттенюатор.

Фазовый шум

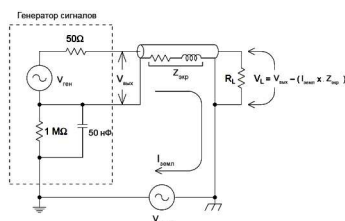
Фазовый шум происходит из небольших мгновенных изменений выходной частоты (дрожание). На анализаторе спектра он отображается как нарастание собственного шума вблизи частоты выходного сигнала. Фазовый шум характеризуется амплитудами шума в полосах 1 Гц, расположенных на частоте 1 кГц, 10 кГц и 100 кГц от синусоидального сигнала 30 МГц. Следует учесть, что анализатор спектра также имеет фазовый шум, таким образом, уровни показаний могут включать фазовый шум анализатора.

Шум квантования

Конечное разрешение ЦАП сигнала приводит к ошибкам квантования напряжения. Если ошибки равномерно распределены по диапазону наименее значимого бита разрешения $\pm 0,5$, то эквивалентный уровень шума для стандартных сигналов равен приблизительно -95 дБн. На этом уровне преобладают другие источники сигнала. Шум квантования можно учитывать даже в сигналах произвольной формы, которые не используют весь диапазон кодов ЦАП (от -32767 до +32767). Если возможно, выполняйте масштабирование сигналов произвольной формы, чтобы использовать весь диапазон.

Контуры заземления

Часть прибора, отвечающая за генерирование сигналов, изолирована от заземления корпуса. Это помогает устранить контуры заземления в системе, а также позволяет сопоставить выходной сигнал с напряжением, не относящимся к заземлению. На изображении ниже показан прибор, подключенный к источнику нагрузки с помощью коаксиального кабеля. При возникновении разницы в потенциалах земли (V_{GND}) возникает ток I_{GND} через экран кабеля и появляется падение напряжения вследствие сопротивления экрана (Z_{SHIELD}). Это напряжение ($I_{GND} \times Z_{SHIELD}$) появляется как ошибка в напряжении нагрузки. Но поскольку прибор изолирован, появляется высокое последовательное сопротивление (обычно $>1 \text{ МОм}$) параллельно с 50 нФ в противоположность потоку I_{GND} , которое минимизирует этот эффект.



На частотах выше нескольких кГц экран коаксиального кабеля становится индуктивным, а не резистивным, и кабель начинает работать как трансформатор. Когда такое происходит, напряжение в экране падает вследствие смещения напряжения I_{GND} в центральном проводнике, что приводит к снижению эффективности контуров заземления на более высоких частотах. Коаксиальные кабели с двумя или тремя экранами значительно лучше, чем кабели с одним экраном или фольговыми экранами, поскольку они имеют более низкое сопротивление и поэтому становятся трансформаторами на более низких частотах.

Чтобы снизить количество ошибок вследствие возникновения контуров заземления, подключите прибор к источнику нагрузки с помощью высококачественного коаксиального кабеля и заземлите прибор с применением нагрузки, используя экран кабеля. Если возможно, прибор и источник нагрузки должны быть подключены к одной электрической розетке для снижения дальнейшей разницы потенциала земли.

Внешние оплетки разъемов **Sync** и **Modulation In** должны быть соединены с соответствующими оплетками основных выходных разъемов. Кабели, подключенные к разъему **Sync** и/или **Modulation In** являются потенциальными источниками возникновения контуров заземления. Следует знать, что при подключении к этим оплеткам разъемов другого напряжения через прибор может протекать большой ток, что может привести к повреждению прибора.

Справочное руководство по программированию SCPI

В этом разделе описан язык программирования SCPI для прибора.

Знакомство с языком SCPI

Сигналы внутренних функций

Список команд и запросов SCPI в алфавитном порядке

Примеры программирования

Краткий справочник по командам

Состояние после восстановления заводских настроек

Сообщения об ошибках SCPI

Знакомство с языком SCPI

SCPI (стандартные команды для программируемых приборов) – язык команд для приборов с использованием ASCII, предназначенный для работы с диагностическими и измерительными устройствами. В основе команд SCPI лежит иерархическая структура, называемая *системой с древовидной структурой*. В этой системе связанные команды группируются вместе под общим узлом или корнем, таким образом формируются *подсистемы*. В качестве примера системы с древовидной структурой ниже приведена часть подсистемы OUTPut.

OUTPut:

SYNC {OFF|0|ON|1}

SYNC:

MODE {NORMal|CARRier}

POLarity {NORMal|INVerted}

OUTPut является ключевым словом уровня администратора, **SYNC** является ключевым словом второго уровня, **MODE** и **POLarity** являются ключевыми словами третьего уровня. Двоеточие (:) используется для разделения ключевого слова команды и ключевого слова более низкого уровня.

Условные обозначения синтаксиса

Формат, используемый для отображения команд, приведен ниже.

[SOURce[1|2]:]VOLTage:UNIT {VPP|VRMS|DBM}

[SOURce[1|2]:]FREQuency:CENTer {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}

В синтаксисе командного языка большинство команд (и некоторые параметры) представлены в виде комбинации букв верхнего и нижнего регистра. Буквы верхнего регистра используются для сокращенного написания команды. Для коротких строк программы

можно отправлять сокращенную форму. Чтобы программа удобнее читалась, можно отправлять полную форму.

Например, в приведенном операторе синтаксиса допустимы обе формы – VOLT и VOLTAGE. Можно использовать строчные и прописные буквы. Поэтому допустимо употребление VOLTAGE, volt и Volt. Другие формы, например VOL и VOLTAG являются недопустимыми, и при их использовании генерируется ошибка.

- В фигурные скобки ({ }) заключаются доступные для выбора параметры для конкретной командной строки. Фигурные скобки не отправляются с командной строкой.
- С помощью вертикальной черты (|) разделяются несколько доступных для выбора параметров для данной командной строки. Например, {VPP|VRMS|DBM} в приведенной выше команде указывает на то, что можно задать единицы измерения "VPP", "VRMS" или "DBM". Черта не отправляется с командной строкой.
- Треугольные скобки (< >) указывают на то, что следует задать значение для заключенного в скобки параметра. Например, в приведенном выше операторе синтаксиса параметр <frequency> заключен в треугольные скобки. Скобки не отправляются с командной строкой. Следует задать значение для параметра (например, "FREQ:CEN 1000"), если не выбран другой параметр, указанный в синтаксисе (например, "FREQ:CEN MIN").
- Некоторые элементы синтаксиса (например, узлы и параметры) заключены в квадратные скобки ([]). Это указывает на то, что элемент является необязательным и его можно пропустить. Скобки не отправляются с командной строкой. Если значение для необязательного параметра не задано, прибор выберет значение по умолчанию. В примерах выше "SOURce[1|2]" указывает на то, что к каналу источника 1 можно обратиться с помощью команд "SOURce", "SOURce1", "SOUR1" или "SOUR". Кроме того, поскольку весь узел SOURce является необязательным (в скобках), к каналу 1 можно обратиться, полностью пропустив узел SOURce. Это можно сделать потому, что канал 1 является каналом по умолчанию для узла SOURce. С другой стороны, чтобы обратиться к каналу 2, в строках программы необходимо указать "SOURce2" или "SOUR2".

Разделители команд

Двоеточие (:) используется для разделения ключевого слова команды и ключевого слова более низкого уровня. Для разделения параметра и ключевого слова команды используется пробел. Если для команды требуется указать несколько параметров, параметры, указываемые друг за другом, разделяются с помощью запятой, как показано ниже.

```
APPL:SIN 455E3,1.15,0.0
```

В этом примере команда APPLy задает синусоидальный сигнал с частотой 455 кГц, амплитудой 1,15 В и смещением постоянного тока 0,0 В.

Точка с запятой (;) используется для разделения команд в пределах одной подсистемы, а также с ее помощью можно сократить ввод. Например, отправка командной строки

```
TRIG:SOUR EXT; COUNT 10
```

равнозначна отправке двух следующих команд

```
TRIG:SOUR EXT
TRIG:COUNT 10
```

Использование параметров MIN, MAX, и DEF

Для большинства команд можно использовать "MIN" или "MAX" вместо параметра. В некоторых случаях можно также использовать "DEF". В качестве примера рассмотрим следующую команду.

```
[SOURce[1|2]:]APPLy:DC [{<frequency>|DEF} [{<amplitude>|DEF} [{<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]
```

Вместо выбора определенного значения для параметра *<offset>* можно использовать MIN, чтобы задать для смещения минимальное значение, или MAX, чтобы задать для смещения максимальное значение. Также можно задать параметр DEF, чтобы задать для каждого параметра значение по умолчанию: *<frequency>*, *<amplitude>* и *<offset>*.

Запрос настроек параметров

Можно выполнить запрос текущего значения большинства параметров, добавив к записи команды вопросительный знак (?). Например, при использовании следующей команды для количества запусков задается значение 10.

```
TRIG:COUN 10
```

Можно запросить значение количества, отправив следующую команду.

```
TRIG:COUN?
```

Можно запросить допустимое минимальное и максимальное значение количества с помощью следующей команды.

```
TRIG:COUN? MIN
TRIG:COUN? MAX
```

Терминаторы команд SCPI

Командная строка, отправляемая на прибор, должна быть ограничена символом новой строки (<NL>). Сообщение IEEE-488 EOI (End-Of-Identify – конец или идентификация) интерпретируется как символ <NL> и может использоваться для завершения командной строки вместо символа <NL>. Также допускается использование символа <NL> после символа <возврата каретки>. Ограничение командной строки всегда будет сбрасывать текущий путь команды SCPI на корневой уровень.

Примечание

Для каждого сообщения SCPI, которое включает запрос и отправляется на прибор, прибор завершает ответное сообщение символом <NL> или символом перевода строки (EOI). Например, при отправке запроса "DISP:TEXT?" отклик будет завершен с помощью символа <NL>, следующего за блоком данных, включенным в ответное сообщение. Если сообщение SCPI включает несколько запросов, разделенных точкой с запятой (например, "DISP?;DISP:TEXT?"), ответное сообщение также будет завершено символом <NL>, следующим за откликом на последний запрос. В любом случае программа должна считать этот символ <NL> в ответном сообщении, прежде чем на прибор будет отправлена другая команда, в противном случае произойдет ошибка.

Общие команды IEEE-488.2

Стандарт IEEE-488.2 определяет набор общих команд, которые выполняют разные функции, такие как сброс, самодиагностика или операции состояний. Общие команды всегда начинаются со звездочки (*), состоят из трех символов и могут включать один или несколько параметров. Ключевое слово команды отделяется от первого параметра с помощью пробела. Используйте точку с запятой (;), чтобы разделить несколько команд, как показано ниже.

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

Типы параметров SCPI

Язык SCPI определяет несколько форматов данных, которые можно использовать в программных сообщениях и ответных сообщениях.

Числовые параметры

Команды, для которых требуются числовые параметры, будут принимать все обычно используемые десятичные представления чисел, включая необязательные знаки, десятичные точки и научное представление. Специальные значения для числовых параметров, например MIN, MAX и DEF, также допустимы. С числовыми параметрами можно также отправлять единицы измерения (например, M, k, m или u). Если команда принимает только определенные значения, прибор автоматически округлит входные числовые параметры для допустимых значений. В следующей команде для значения частоты требуется числовой параметр.

```
[SOURce[1|2]:]FREQuency:CENTer {<frequency>|MINimum|MAXimum}
```

Примечание

Поскольку синтаксический анализатор SCPI не учитывает регистр символов, можно спутать некоторые обозначения, например букву "M" (или "m"). Для удобства пользователя прибор интерпретирует единицы измерения "mV" (или "MV") как милливольты, а "MHZ" (или "mhz") как мегагерцы. Так же обозначение "MΩ" (или "mΩ") интерпретируется как мегомы. Для обозначения приставки "мега-" используется префикс "MA". Например, обозначение "MAV" интерпретируется как мегавольты.

Дискретные параметры

Дискретные параметры используются для программирования настроек, имеющих ограниченное количество значений (например, IMMediate, EXTeRnal или BUS). Они могут иметь краткую и полную форму, как ключевые слова команд. Можно использовать строчные и прописные буквы. Ответы на запросы всегда возвращаются в краткой форме с использованием букв верхнего регистра. В следующей команде требуется дискретный параметр для единиц измерения напряжения.

```
[SOURce[1|2]:]VOLTage:UNIT {VPP|VRMS|DBM}
```

Булевы параметры

Булевы параметры представляют единственное двоичное условие, которое может быть либо истиной, либо ложью. Для условия лжи прибор будет принимать значение "OFF" или "0". Для условия истины прибор будет принимать значение "ON" или "1". При запросе булева параметра прибор всегда будет возвращать "0" или "1". Для следующей команды требуется булев параметр:

```
DISPlay {OFF|0|ON|1}
```

Параметры строк ASCII

Параметры строки могут фактически содержать любой набор символов ASCII. Строка может начинаться и заканчиваться соответствующими кавычками – одинарными или двойными. Чтобы использовать кавычки в строке в качестве разделителя, введите два символа кавычек подряд. В следующей команде используется параметр строки.

```
DISPlay:TEXT <строка в кавычках>
```

Например, в результате выполнения следующей команды отображается сообщение "WAITING..." на дисплее на передней панели прибора (кавычки не отображаются).

```
DISP:TEXT "WAITING..."
```

Это сообщение также можно отобразить, используя одинарные кавычки.

```
DISP:TEXT 'WAITING...'
```

Использование сброса настроек прибора

Для выполнения сброса настроек прибора используется команда нижнего уровня IEEE-488 шины, которая возвращает прибор в активное состояние. Разные языки программирования и интерфейсные карты IEEE-488 обеспечивают возможность использования этой функции посредством собственных уникальных команд. Регистры состояний, последовательность ошибок и все состояния конфигурации остаются без изменений при получении команды сброса настроек прибора.

При сбросе настроек прибора выполняются следующие действия.

- Если выполняется измерение, оно прерывается.
- Прибор возвращается в состояние ожидания запуска.
- Выполняется очистка входного и выходного буфера прибора.
- Прибор готов принимать новую строку команды.

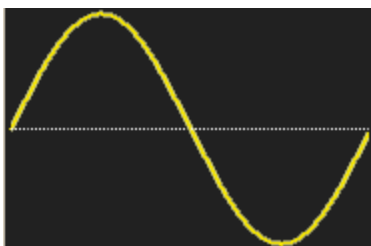
Примечание

Команда **ABORT** является рекомендованным методом прекращения работы прибора.

Сигналы внутренних функций

Ниже перечислены сигналы внутренних функций.

- **SINusoid**: синусоидальный сигнал без сдвига фазы.



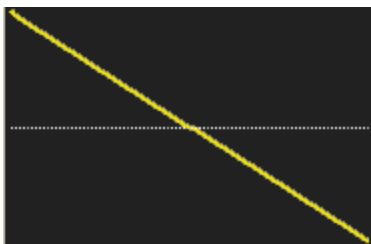
- **SQUare**: сигнал прямоугольной формы, коэффициент заполнения 50 %.



- **RAMP:** пилообразный сигнал, симметрия 100%.



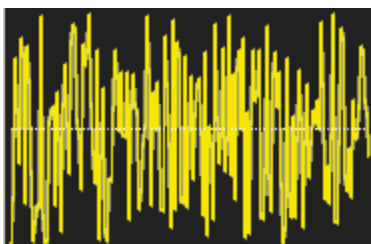
- **NRAMP:** отрицательный пилообразный сигнал, симметрия 0 %.



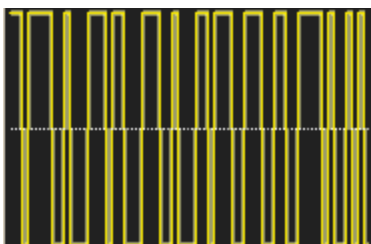
- **TRiangle:** пилообразный сигнал, симметрия 50 %.



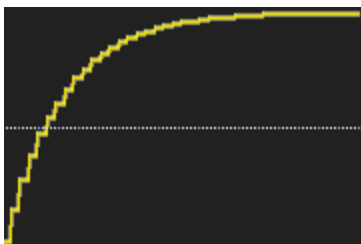
- **NOISe:** гауссов шум; если NOISe является внутренней функцией, этот сигнал не может быть несущей.



- **PRBS:** модуляция псевдослучайной двоичной последовательности; если PRBS является внутренней функцией, этот сигнал также не может быть несущей.



- **ARbitrary:** сигнал произвольной формы; по умолчанию с экспоненциальным нарастанием; если ARB является внутренней функцией, этот сигнал также не может быть несущей.



См. также

Подсистема AM

Подсистема ЧМ

Подсистема PM

Подсистема ШИМ

Подсистема SUM

Список команд и запросов SCPI в алфавитном порядке

ABORT

Подсистема AM

Подсистема APPLy

Подсистема BPSK

Подсистема BURSt

Подсистема CALibration

COMBine:FEED

Подсистема DATA

Подсистема DISPlay

Подсистема ЧМ

FORMat:BORDer

Подсистема FREQuency

Подсистема FSKey

Подсистема FUNCTion

Подсистема HCOpy

Общие команды IEEE-488.2

Подсистема INITiate

INPut_ATTenuation_STATe

Подсистема LIST

Подсистема LXI

Подсистема MARKer

Подсистема MEMory

Подсистема MMEMoru
Подсистема OUTPut
Подсистема PHASe
Подсистема PM
Подсистема ШИМ
Подсистема RATE
Подсистема ROSC
Подсистема SOURce
Подсистема STATus
Подсистема SUM
Подсистема SWEep
Подсистема SYSTem
SYSTem: конфигурация ЛВС
TRACk
Подсистема TRIGger
UNIT:ANGLE
UNIT:ARBitrary:ANGLE
Подсистема VOLTage

ABORt

Останавливает последовательность, список, развертку или пакетный режим, даже бесконечные пакетные сигналы. Также возвращает подсистему в состояние ожидания. Если команда **INITiate:CONTinuous** имеет значение ON, прибор мгновенно переходит в состояние ожидания запуска.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Остановка элементов, перечисленных выше: ABORt	

- Останавливает любое запущенное действие (запущенный список, развертку, пакетный режим, воспроизведение сигнала произвольной формы).
- Команда ABORt не работает, когда прибор работает в нормальном или модулированном режиме, кроме использования последовательных сигналов произвольной формы, списков, пакетных сигналов и развертки. Если на приборе запущена последовательность, список, пакетный сигнал или развертка, команда ABORt перезапускает остановленный элемент с помощью текущей команды **INIT** и использования условий запуска.
- Когда ABORt выполняется в режиме списка, значение частоты возвращается к значению частоты в нормальном режиме до возникновения первого события запуска. После первого события запуска будет использоваться первое значение частоты из списка.
- Если команда ABORt выполняется во время развертки, развертка возвращается к начальной частоте развертки.
- Команда ABORt всегда применяется к обоим каналам в двухканальном приборе.

Подсистема AM

Подсистема AM позволяет добавлять амплитудную модуляцию (AM) к сигналу несущей.

Пример

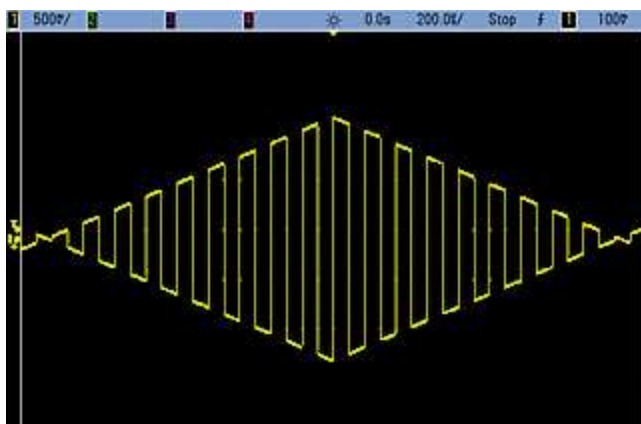
Чтобы сгенерировать сигнал амплитудной модуляции (AM), выполните следующее.

1. **Выполните настройку несущего сигнала:** с помощью команд **FUNCTION**, **FREQuency**, **VOLTage** и **VOLTage:OFFSet** установите функцию, частоту, амплитуду и смещение несущего сигнала.
2. **Выберите режим амплитудной модуляции:** **AM:DSSC**
3. **Выберите источник модуляции (внутренний, внешний, CH1 или CH2):** **AM:SOURce**.
При выборе внешнего источника можно пропустить шаги 4 и 5, приведенные ниже.
4. **Выберите модулирующий сигнал:** **AM:INTernal:FUNCTION**

5. **Задайте модулирующую частоту:** `AM:INTernal:FREQuency`
6. **Задайте коэффициент модуляции:** `AM[:DEPT]h`
7. **Включите AM:** `AM:STATe:ON`

С помощью приведенного далее кода будет создано изображение экрана осциллографа, показанное ниже.

```
FUNCTION SQU  
FREQuency +1.0E+04  
VOLTage +1  
VOLTage:OFFset 0.0  
AM:SOURce INT  
AM:DSSC 0  
AM:DEPT]h +120  
AM:INTernal:FUNctIon TRI  
AM:INTernal:FREQ 5E+02  
AM:STATe 1  
OUTPut1 1
```



[SOURce[1|2]:]AM[:DEPT h] {<depth_in_percent>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]AM[:DEPT h]? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт коэффициент внутренней модуляции в процентах.

Параметр	Обычный результат
0 – 120, по умолчанию 100	+5,000000000000000E+01
Установите для коэффициента внутренней модуляции значение 50%: AM:DEPT 50 Установите для коэффициента внутренней модуляции значение 120%: AM:DEPT MAX	

- Даже при глубине больше 100% прибор не превысит пиковое значение ± 5 В на выходе (при сопротивлении разъёма 50 Ом). Для достижения глубины модуляции больше 100% можно уменьшить выходную амплитуду несущего сигнала.
- При использовании команды AM:SOURce EXternal сигнал несущей модулируется с использованием внешнего сигнала. Управление глубиной модуляции осуществляется с помощью сигнала на уровне ± 5 В (или, дополнительно, с помощью сигнала на уровне ± 1 В для серии 33600) на разъёме задней панели **Modulation In**. Например, если глубина модуляции (AM[:DEPT h]) составляет 100%, то при сигнале модуляции +5 В (или, дополнительно, +1 В для серии 33600) выходная амплитуда будет максимальной. Таким же образом, при использовании сигнала модуляции -5 В (или, дополнительно, -1 В для серии 33600) выходная амплитуда будет минимальной.

См. также

INPut:ATTenuation[:STATe]

[SOURce[1|2]:]AM:DSSC {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]AM:DSSC?

Выбирает режим амплитудной модуляции: двухполосная модуляция с подавлением несущей (ON) или амплитудная модуляция несущей с боковыми полосами частот (OFF).

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}	0 (OFF) или 1 (ON)
Установите для AM режим двухполосной амплитудной модуляции с подавлением несущей: AM:DSSC ON	

- Значением по умолчанию при включении питания является OFF.
- При использовании двухполосной амплитудной модуляции с подавлением несущей нулевая модуляция приводит к получению нулевого выходного сигнала, при нарастании выходного сигнала модуляции пропорционально амплитуде модулирующего сигнала увеличивается амплитуда боковых полос частот.
- Двухполосная амплитудная модуляция с подавлением несущей используется в некоторых режимах цифровой модуляции.
- При использовании нормальной амплитудной модуляции нулевая модуляция приводит к получению выходного сигнала с амплитудой, составляющей половину амплитуды несущей. По мере нарастания входного сигнала модуляции несущей становится модулированная амплитуда со значением от 0 до 100%.
- В режиме двухполосной модуляции с подавлением несущей параметр **AM[:DEPT^h]** используется для масштабирования сигнала модуляции от 0% до 120%.

[SOURce[1|2]:]AM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]AM:INTernal:FREQuency? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт частоту модулирующего сигнала. Сигнал, выбранный в качестве источника модуляции, будет выводиться с этой частотой в пределах допустимых значений частоты сигнала.

Параметр	Обычный результат
от 1 мГц до максимального значения, разрешенного для внутренней функции . По умолчанию 100 кГц	+1,0000000000000000E+04
Установите частоту модуляции 10 кГц: AM:INT:FUNC 10000	

- При выборе произвольного сигнала в качестве модулирующего источника в качестве частоты будет использоваться частота произвольного сигнала, которая определяется частотой дискретизации и числом точек в сигнале произвольной формы.
- При использовании произвольного сигнала для модулирующего источника изменение этого параметра приводит к изменению кэшированных метаданных, представляющих частоту дискретизации произвольного сигнала. Также частоту модуляции произвольного сигнала можно изменить с помощью команд **FUNCTION:ARbitrary:FREQuency**, **FUNCTION:ARbitrary:PERiod** и **FUNCTION:ARbitrary:SRATe**. Эти команды имеют непосредственную связь с командой частоты модуляции, что позволяет сохранять настройки произвольного сигнала такими, какими они были при последнем воспроизведении. При последующем выключении модуляции и выборе произвольного сигнала, который был выбран в качестве текущей функции, его частота дискретизации (и соответствующая частота в зависимости от числа точек) будет такой же, как при последнем воспроизведении сигнала в качестве источника модуляции.
- Если внутренней функцией является TRlangle, UpRamp или DnRamp, максимальная частота ограничивается 200 кГц на приборах серии 33500 или 800 кГц – на приборах серии 33600. Если в качестве внутренней функции установлено значение PRBS, частота зависит от скорости передачи в битах и ограничена, **как указано здесь**.
- Эта команда предназначена только для использования с внутренним источником модуляции (**AM:SOURce INTernal**).

[SOURce[1|2]:]AM:INTernal:FUNCtion <function>
[SOURce[1|2]:]AM:INTernal:FUNCtion?

Выбирает форму модулирующего сигнала.

Параметр	Обычный результат
{SINusoid SQUare RAMP NRAmp TRIangle NOISe PRBS ARB}, по умолчанию используется параметр SINusoid, по умолчанию SINusoid. Просмотрите сигналы внутренних функций.	SIN, SQU, RAMP, NRAM, TRI, NOIS, PRBS или ARB
Выберите синусоидальный сигнал в качестве модулирующего сигнала. AM:INT:FUNC SIN	

- Эта команда предназначена только для использования с внутренним источником модуляции (**AM:SOURce INTernal**).
- При использовании амплитудной модуляции сигналом несущей не может быть импульсный сигнал и сигнал постоянного тока.

[SOURce[1|2]:]AM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]AM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]BPSK:SOURce {INTernal|EXTernal}
[SOURce[1|2]:]BPSK:SOURce?

[SOURce[1|2]:]FM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]FM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]FSKey:SOURce {INTernal|EXTernal}
[SOURce[1|2]:]FSKey:SOURce?

[SOURce[1|2]:]PM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]PM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]PWM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]PWM:SOURce?

Выбор источника модулирующего сигнала.

Параметр	Обычный результат
{INTernal EXTernal CH1 CH2}, по умолчанию INTernal. BPSK и FSKey не могут принимать значение CH1 или CH2	INT, EXT, CH1 или CH2
Выбор внешнего источника модуляции: AM:SOUR EXT (также можно использовать FM, BPSK, FSK, PM или PWM на AM)	

- При выборе источника EXternal сигнал несущей модулируется с использованием внешнего сигнала. В частности происходит следующее.
 - **AM:** Управление глубиной модуляции осуществляется с помощью сигнала на уровне ± 5 В (или, дополнительно, с помощью сигнала на уровне ± 1 В для серии 33600) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если глубина модуляции (**AM[:DEPTH]**) составляет 100%, то при сигнале модуляции +5 В (или, дополнительно, +1 В для серии 33600) выходная амплитуда будет максимальной. Таким же образом, при использовании сигнала модуляции -5 В (или, дополнительно, -1 В для серии 33600) выходная амплитуда будет минимальной.
 - **FM:** При выборе модулирующего источника *External* отклонение будет контролироваться с помощью уровня сигнала ± 5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если девиация частоты составляет 100 кГц, то уровень сигнала +5 В (при необходимости +1 В для серии 33600) будет соответствовать увеличению частоты на 100 кГц. Чем меньше уровни внешних сигналов, тем меньше девиация, а при использовании отрицательных уровней сигналов частота становится меньше частоты несущего сигнала.
 - **PM:** При использовании внешнего модулирующего источника отклонение будет контролироваться с помощью уровня сигнала ± 5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если в качестве девиации частоты установлено значение 180 градусов, уровень сигнала +5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) соответствует девиации фазы +180 градусов. Более низкие уровни внешних сигналов имеют меньшую девиацию, а отрицательные уровни сигналов имеют отрицательную девиацию.
 - **Выбранной функцией является импульс:** ширина импульса или девиация коэффициента заполнения импульса управляется сигналом ± 5 В (дополнительно ± 1 В на моделях серии 33600), который присутствует на разъеме **Modulation In** на задней панели. Например, если для девиации ширины импульса установлено значение 50 мкс с помощью команды **PWM:DEVIation**, то сигнал +5 В (дополнительно ± 1 В на моделях серии 33600) соответствует увеличению ширины на 50 мкс. Чем ниже уровни внешних сигналов, тем меньше девиация.
- При использовании источника EXternal выходная фаза (ДФМ) или частота (ЧМн) определяется уровнем сигнала на разъеме **Ext Trig** на задней панели. Когда подается логический сигнал низкого уровня, выводится сигнал с фазой несущей или частотой несущей. Когда подается логический сигнал высокого уровня, выводится сигнал со сдвигом фазы или с частотой скачка.
- Максимальная скорость внешнего сигнала ДФМ равна 1 МГц, максимальная скорость сигнала ЧМн равна 1 МГц.
- **Примечание:** разъем, который используется для внешне управляемых сигналов ДФМ и ЧМн (**Trig In**), не является разъемом, который используется для внешне модулированных сигналов АМ, ЧМ, ИМ и ШИМ (**Modulation In**). Когда разъем **Trig In** используется для сигналов ДФМ и ЧМн, для него нельзя настроить полярность фронта и нельзя применить команду **TRIGger[1|2]:SLOPe**.

- При использовании источника INternal скорость, при которой выходная фаза (Д Ф М) или частота (ЧМн) "сдвигается" между фазой несущей или частотой и изменяемой фазой или частотой, определяется скоростью Д Ф М (BPSK:INternal:RATE) или скоростью ЧМн (FSKey:INternal:RATE).
- Канал не может служить источником модуляции для самого себя.

См. также

INPut:ATTenuation[:STATe]

Подсистема AM

Подсистема BPSK

Подсистема ЧМ

Подсистема FSKey

Подсистема PM

Подсистема ШИМ

[SOURce[1|2]:]AM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]AM:STATe?

[SOURce[1|2]:]BPSK:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]BPSK:STATe?

[SOURce[1|2]:]FM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]FM:STATe?

[SOURce[1|2]:]FSKey:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]FSKey:STATe?

[SOURce[1|2]:]PM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]PM:STATe?

[SOURce[1|2]:]PWM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]PWM:STATe?

Включает или отключает модуляцию.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию: OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
Включение AM (можно также использовать FM, BPSK, FSK, PM или PWM): AM:STAT ON	

- Во избежание многократного изменения сигнала активируйте модуляцию после настройки остальных параметров модуляции.
- Одновременно можно активировать только один режим модуляции.
- Прибор не запустит модуляцию, пока включена развертка или пакетный режим. При включении модуляции развертка или пакетный режим отключается.
- ШИМ включается, только когда выбрана импульсная функция.

См. также

Подсистема AM

Подсистема BPSK

Подсистема ЧМ

Подсистема FSKey

Подсистема PM

Подсистема ШИМ

Подсистема APPLy

Подсистема APPLy позволяет с помощью одной команды конфигурировать сигналы полностью. Общая форма команды APPLy приведена ниже.

```
[SOURce[1|2]:]APPLy:<function> [<frequency> [,<amplitude> [,<offset> ]]]
```

Например,

```
APPLy:SIN 1e4,1,0.1
```

заменяет следующие команды:

```
FUNCTION SIN  
FREQ 1e4  
VOLT 1  
VOLT:OFF 0.1  
OUTP ON
```

Команда APPLy имеет краткую запись и позволяет избежать конфликтов параметров при отправке команд по отдельности. Кроме того, команда **APPLy** позволяет выполнять следующие операции:

- Задаёт мгновенный источник запуска **IMMediate** (равносильно выполнению команды **TRIGger[1|2]:SOURce IMMediate**).
- Отключает запущенную модуляцию, развертку или пакетный режим и включает на приборе режим непрерывного сигнала.
- Включает выходной сигнал канала (**OUTPut ON**) без изменения параметра выходной нагрузки (**OUTPut[1|2]:LOAD**).
- Отменяет настройку автоматического диапазона напряжения и включает автоматический диапазон (**VOLTage:RANGe:AUTO**).

Прибор может генерировать восемь разных типов сигналов: сигнал напряжения постоянного тока, гауссова шума, псевдослучайной двоичной последовательности, импульсный сигнал, сигнал пилообразной/треугольной формы, синусоидальный сигнал, сигнал прямоугольной формы и сигнал произвольной формы (определяемый пользователем). Настройку сигналов можно выполнить с помощью подсистемы **FUNCTION**.

Можно также запросить текущую конфигурацию вывода (**APPLy?**).

Общие замечания

Амплитуда

- Изменение амплитуды может привести к краткосрочному прерыванию выходного сигнала при достижении некоторых значений напряжения в связи с переключением аттенюатора. Однако амплитуда находится под контролем, поэтому выходное напряжение никогда не превысит установленное значение во время переключения диапазонов.

Чтобы исключить это прерывание, отключите функцию автоматической установки диапазона, используя команду **VOLTage:RANGe:AUTO OFF**. Команда **APPLy** активирует функцию автоматической установки диапазона.

- Ограничения, обусловленные выходной нагрузкой. Диапазон смещения зависит от настроек выходной нагрузки. Например, если для сдвига установить значение 100 мВ постоянного тока, а затем изменить выходную нагрузку с 50 Ом на значение высокого импеданса, напряжение смещения, отображаемое на лицевой панели, увеличится вдвое и составит 200 мВ постоянного тока (это не рассматривается как ошибка). Если значение высокого импеданса заменить на 50 Ом, отображаемое напряжение смещения будет уменьшено в два раза. Для получения более подробной информации см. **OUTPut [1|2]:LOAD**.
- Ограничения, обусловленные выбором единиц измерения: предельные значения амплитуды определяются выбранными единицами измерения для выходного сигнала.
- Указать выходную амплитуду в дБм нельзя, если для выходной нагрузки установлен высокий импеданс. Единицы измерения автоматически преобразуются в В между пиками.

Команды и запросы

[SOURce[1|2]:]APPLy?

[SOURce[1|2]:]APPLy:ARBitrary [{<sample_rate>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

[SOURce[1|2]:]APPLy:DC

[SOURce[1|2]:]APPLy:NOISe

[SOURce[1|2]:]APPLy:PRBS

[SOURce[1|2]:]APPLy:PULSe

[SOURce[1|2]:]APPLy:RAMP

[SOURce[1|2]:]APPLy:SINusoid

[SOURce[1|2]:]APPLy:SQUare

[SOURce[1|2]:]APPLy:TRIangle

[SOURce[1|2]:]APPLy?

Запрашивает данные конфигурации вывода.

Параметр	Обычный результат
(нет)	"SIN +5.000000000000000E+03, +3.000000000000000E+00, -2.500000000000000E+00"
Получение данных конфигурации для синусоидального сигнала 5 кГц, 3 В со смещением -2,5 В постоянного тока. APPLY?	

- Функция, значения частоты, амплитуды и смещения возвращаются, как показано выше. Значение амплитуды, но не смещение, возвращается в соответствии с командой **VOLTage:UNIT**.

[SOURce[1|2]:]APPLy:ARBitrary [{<sample_rate>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

Выполняет вывод сигнала произвольной формы, выбранного с помощью команды FUNCtion: ARBitrary с использованием заданных частоты дискретизации, амплитуды и смещения.

Параметр	Обычный результат
<частота_дискретизации> от 1 мквыб./с до 250 Мвыб./с (модели серии 33500) или 1 Гвыб/с (модели серии 33600), по умолчанию используется значение 40 квыб./с	(нет)
<амплитуда> от 1 мВ между пиками до 10 В между пиками при 50 Ω, от 2 мВ между пиками до 20 между пиками в разомкнутой цепи, по умолчанию 100 мВ между пиками при 50 Ω	
<offset> – это напряжение смещения постоянного тока (по умолчанию используется значение 0) относительно ±5 В постоянного тока в разъем 50 Ом или относительно ±10 В постоянного тока в разомкнутую цепь.	
Вывод сигнала произвольной формы, выбранного с помощью команды FUNCtion:ARBitrary: APPLy:ARBitrary 1 кГц, 5.0, -2.5 V	

Общие сведения

- При установке частоты дискретизации при выключенном режиме ARB значение частоты изменено не будет. Например, при использовании синусоидальной функции настройки частоты дискретизации не вступят в силу, пока не будет активирована функция ARB.
- Из-за частотных границ фильтра высокие частоты дискретизации могут влиять на текущую амплитуду.

Параметры

- См. FUNCtion: ARBitrary для получения информации о доступных параметрах для сигналов произвольной формы. С помощью команды FUNCtion:ARBitrary можно выбрать встроенный сигнал произвольной формы или, используя команды **MMEMory**, сигнал, загруженный в энергозависимую память.

Напряжение смещения

- Далее показано отношение напряжения смещения и выходной амплитуды. V_{max} (В максимальное) – это максимальное пиковое напряжение для выбранной выходной нагрузки (5 В для нагрузки 50 Ом или 10 В для высокоимпедансной нагрузки).

$$|V_{offset}| < V_{max} - V_{pp}/2$$

Если задаваемое напряжение смещения является недопустимым, прибор отрегулирует его до максимально значения напряжения постоянного тока, разрешенного для заданной амплитуды. При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Data out of range".

- Ограничения, обусловленные выходной нагрузкой. Диапазон смещения зависит от настроек выходной нагрузки. Например, если для сдвига установить значение 100 мВ постоянного тока, а затем изменить выходную нагрузку с 50 Ом на значение высокого импеданса, напряжение смещения, отображаемое на лицевой панели, увеличится вдвое и составит 200 мВ постоянного тока (это не рассматривается как ошибка). Если значение высокого импеданса заменить на 50 Ом, отображаемое напряжение смещения будет уменьшено в два раза. Для получения более подробной информации см. **OUTPut [1|2]:LOAD**.

[SOURce[1|2]:]APPLy:DC [{<frequency>|MIN|MAX|DEF} [{<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [{<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

Выводит сигнал напряжения постоянного тока.

Параметр	Обычный результат
<frequency> не используется для функции постоянного тока . Необходимо указать в качестве заполнителя; значение будет сохранено при изменении функции.	(нет)
<амплитуда> не используется для функции постоянного тока . Необходимо указать в качестве заполнителя; значение будет сохранено при изменении функции.	
<offset> – это напряжение смещения постоянного тока (по умолчанию используется значение 0) относительно ±5 В постоянного тока в разъем 50 Ом или относительно ±10 В постоянного тока в разомкнутую цепь.	
Вывод напряжения постоянного тока -2,5 В: APPLY:DC DEF, DEF, -2.5 V	

- Ограничения, обусловленные выходной нагрузкой. Диапазон смещения зависит от настроек выходной нагрузки. Например, если для сдвига установить значение 100 мВ постоянного тока, а затем изменить выходную нагрузку с 50 Ом на значение высокого импеданса, напряжение смещения, отображаемое на лицевой панели, увеличится вдвое и составит 200 мВ постоянного тока (это не рассматривается как ошибка). Если значение высокого импеданса заменить на 50 Ом, отображаемое напряжение смещения будет уменьшено в два раза. Для получения более подробной информации см. **OUTPut [1|2]:LOAD**. Изменение настройки выходной нагрузки не влияет на напряжение на выходных контактах прибора. При этом изменяются только значения, отображаемые на дисплее лицевой панели, и значения, запрашиваемые в интерфейсе дистанционного управления. Напряжение на выходе прибора зависит от подключенной к нему нагрузки. Для получения более подробной информации см. **OUTPut[1|2]:LOAD**.

[SOURce[1|2]:]APPLy:NOISe [{<frequency>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

Выводит сигнал гауссова шума с заданной амплитудой и смещением постоянного тока.

Параметр	Обычный результат
<frequency> не используется для функции шума. Необходимо указать в качестве заполнителя; значение будет сохранено при изменении функции.	(нет)
<амплитуда> Необходимая выходная амплитуда в В между пиками, В (среднеквадратическое значение) или дБм в зависимости от настройки параметра VOLTage:UNIT.от 1 до 10 мВ между пиками при сопротивлении разъема 50 Ом или вдвое большие значения диапазона в разомкнутую цепь. Если амплитуда задана в В между пиками, сигнал с полной выходной амплитудой будет в действительности выводиться очень редко, поскольку это является отличительным признаком сигналов гауссова шума.	
<offset> – это напряжение смещения постоянного тока (по умолчанию используется значение 0) относительно ±5 В постоянного тока в разъем 50 Ом или относительно ±10 В постоянного тока в разомкнутую цепь.	
Вывод гауссова шума, ограниченного 3 В между пиками, со смещением -2,5 В: APPL:NOIS 5 KHZ, 3.0 V, -2.5 V	

Частота

- Если задана частота, она не оказывает влияния на выходной сигнал шума, но значение частоты заносится в память при переходе к другой функции.
- Для получения информации об изменении полосы пропускания шума см. FUNCtion:NOISe:BANDwidth.

Напряжение смещения

- Далее показано отношение напряжения смещения и выходной амплитуды. V_{max} (В максимальное) – это максимальное пиковое напряжение для выбранной выходной нагрузки (5 В для нагрузки 50 Ом или 10 В для высокоимпедансной нагрузки).

$$|V_{offset}| < V_{max} - V_{pp}/2$$

Если задаваемое напряжение смещения является недопустимым, прибор отрегулирует его до максимально значения напряжения постоянного тока, разрешенного для заданной амплитуды.

При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Data out of range".

- Ограничения, обусловленные выходной нагрузкой. Диапазон смещения зависит от настроек выходной нагрузки. Например, если для сдвига установить значение 100 мВ постоянного тока, а затем изменить выходную нагрузку с 50 Ом на значение высокого импеданса, напряжение смещения, отображаемое на лицевой панели, увеличится вдвое и составит 200 мВ постоянного тока (это не рассматривается как ошибка). Если значение высокого импеданса заменить на 50 Ом, отображаемое напряжение смещения будет уменьшено в два раза. Для получения более подробной информации см. **OUTPut [1|2]:LOAD**.

[SOURce[1|2]:]APPLy:PRBS [{<frequency>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

Выводит сигнал двоичной псевдослучайной последовательности с заданной скоростью в битах, амплитудой и смещением постоянного тока.

Сигнал по умолчанию создается с использованием генератора сдвигового регистра для формирования псевдослучайных последовательностей максимальной длины PN7.

Параметр	Обычный результат
<frequency> в бит/с, по умолчанию 1000	(нет)
<амплитуда> Необходимая выходная амплитуда в В между пиками, В (среднеквадратическое значение) или дБм в зависимости от настройки параметра VOLTagE:UNIT . от 1 до 10 мВ между пиками при сопротивлении разъема 50 Ом или вдвое большие значения диапазона в разомкнутую цепь. По умолчанию 100 мВ между пиками при сопротивлении разъема 50 Ом.	
<offset> – это напряжение смещения постоянного тока (по умолчанию используется значение 0) относительно ±5 В постоянного тока в разъем 50 Ом или относительно ±10 В постоянного тока в разомкнутую цепь.	
Вывод псевдослучайной последовательности битов, ограниченной 3 В между пиками, со смещением -2,5 В: APPL:PRBS 5 KHZ, 3.0 V, -2.5 V	

Частота

- Псевдослучайная двоичная последовательность создается с помощью генератора сдвигового регистра для формирования псевдослучайных последовательностей максимальной длины (линейный регистр сдвига с обратными связями), который можно настроить с использованием нескольких стандартных конфигураций. По умолчанию для PN7 задано значение 1000 бит/с.
- Генерирование сигнала псевдослучайной двоичной последовательности (PRBS), использующего многочленное PN_x, осуществляется с помощью регистра сдвига, равного битам, и выходной сигнал начинается с периодов выборки *x* высокого уровня выходного сигнала. Период выборки обратно пропорционален частоте дискретизации (**FUNCTION:PRBS:BRATE**), а импульс канала **Sync** указывает на начало сигнала. Например, если сигнал PRBS использует PN23 с частотой дискретизации 500 Гц, выход начнется с 46 мс высокого уровня выходного сигнала (23 x 2 мс).
- В отличие от функции APPLy:NOISe функция APPLy:PRBS работает с включенным выходом **Sync**. Функция **Sync** указывает на начало псевдослучайной последовательности.

Напряжение смещения

- Далее показано отношение напряжения смещения и выходной амплитуды. V_{max} (В максимальное) – это максимальное пиковое напряжение для выбранной выходной нагрузки (5 В для нагрузки 50 Ом или 10 В для высокоимпедансной нагрузки).

$$|V_{offset}| < V_{max} - V_{pp}/2$$

Если задаваемое напряжение смещения является недопустимым, прибор отрегулирует его до максимально значения напряжения постоянного тока, разрешенного для заданной амплитуды. При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Data out of range".

- Ограничения, обусловленные выходной нагрузкой. Диапазон смещения зависит от настроек выходной нагрузки. Например, если для сдвига установить значение 100 мВ постоянного тока, а затем изменить выходную нагрузку с 50 Ом на значение высокого импеданса, напряжение смещения, отображаемое на лицевой панели, увеличится вдвое и составит 200 мВ постоянного тока (это не рассматривается как ошибка). Если значение высокого импеданса заменить на 50 Ом, отображаемое напряжение смещения будет уменьшено в два раза. Для получения более подробной информации см. **OUTPut [1|2]:LOAD**.

[SOURce[1|2]:]APPLy:PULSe [{<frequency>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

Выводит импульсный сигнал с заданной частотой, амплитудой и смещением постоянного тока. Кроме того, команда **APPLy** позволяет выполнять следующие операции:

- Сохраняет текущую настройку ширины импульса (FUNction:PULSe:WIDTh) или текущий коэффициент заполнения импульса (FUNction:PULSe:DCYClе).
- Сохраняет текущую настройку времени передачи (FUNction:PULSe:TRANsition[:BOTH]).
- Может отменить на приборе настройку ширины импульса или времени фронта для обеспечения соответствия заданной частоте или периоду (FUNction:PULSe:PERiod).

Параметр	Обычный результат
<frequency> в Гц, по умолчанию 1 кГц	(нет)
<амплитуда> Необходимая выходная амплитуда в В между пиками, В (среднеквадратическое значение) или дБм в зависимости от настройки параметра VOLTage:UNIT. от 1 до 10 мВ между пиками при сопротивлении разъема 50 Ом или вдвое большие значения диапазона в разомкнутую цепь. По умолчанию 100 мВ между пиками при сопротивлении разъема 50 Ом.	
<offset> – это напряжение смещения постоянного тока (по умолчанию используется значение 0) относительно ±5 В постоянного тока в разъем 50 Ом или относительно ±10 В постоянного тока в разомкнутую цепь.	
Вывод импульсного сигнала 5 В между пиками при 1 кГц со смещением -2,5 В: APPL:PULS 1 кГц, 5.0 V, -2.5 V	

Частота

- Команда APPLy должна соответствовать функции. Например, использование команды APPL:PULS 300 MHz приводит к ошибке "Data out of range". В данном случае для частоты было бы установлено **максимальное значение частоты импульсного сигнала прибора**.

Напряжение смещения

- Далее показано отношение напряжения смещения и выходной амплитуды. V_{max} (В максимальное) – это максимальное пиковое напряжение для выбранной выходной нагрузки (5 В для нагрузки 50 Ом или 10 В для высокоимпедансной нагрузки).

$$|V_{offset}| < V_{max} - V_{pp}/2$$

Если задаваемое напряжение смещения является недопустимым, прибор отрегулирует его до максимально значения напряжения постоянного тока, разрешенного для заданной амплитуды. При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Data out of range".

- Ограничения, обусловленные выходной нагрузкой. Диапазон смещения зависит от настроек выходной нагрузки. Например, если для сдвига установить значение 100 мВ постоянного тока, а затем изменить выходную нагрузку с 50 Ом на значение высокого импеданса, напряжение смещения, отображаемое на лицевой панели, увеличится вдвое и составит 200 мВ постоянного тока (это не рассматривается как ошибка). Если значение высокого импеданса заменить на 50 Ом, отображаемое напряжение смещения будет уменьшено в два раза. Для получения более подробной информации см. **OUTPut [1|2]:LOAD**.

[SOURce[1|2]:]APPLy:RAMP [{<frequency>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

[SOURce[1|2]:]APPLy:TRiangle [{<frequency>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

Выводит пилообразный или треугольный сигнал с заданной частотой, амплитудой и смещением постоянного тока. Кроме того, команда **APPLy** позволяет выполнять следующие операции:

- APPLy:RAMP отменяет текущую настройку симметрии (**FUNction:RAMP:SYMMetry**) и устанавливает для симметрии сигнала пилообразной формы значение 100%.
- Команда APPLy:TRiangle просто является отдельным случаем команды APPLy:RAMP. При использовании этой команды получается сигнал пилообразной формы с симметрией 50 %.

Параметр	Обычный результат
<frequency> в Гц, по умолчанию 1 кГц	(нет)
<амплитуда> Необходимая выходная амплитуда в В между пиками, В (среднеквадратическое значение) или дБм в зависимости от настройки параметра VOLTage:UNIT. От 1 мВ между пиками до максимально допустимого для модели прибора и сигнала значения в разъем с сопротивлением 50 Ω или вдвое больше в разомкнутой цепи. По умолчанию 100 мВ между пиками при сопротивлении разъема 50 Ом.	
<offset> – это напряжение смещения постоянного тока (по умолчанию используется значение 0) относительно ±5 В постоянного тока в разъем 50 Ом или относительно ±10 В постоянного тока в разомкнутую цепь.	
Конфигурирование пилообразного сигнала 5 В при частоте 3 кГц со смещением 0 В: APPL:RAMP 3 KHZ, 5.0 V, 0	

Частота

- Команда APPLy должна соответствовать функции. Например, использование команды APPL:RAMP 5 MHz приводит к ошибке "Data out of range". В данном случае для частоты было бы установлено значение 200 кГц, которое является максимальным для сигнала пилообразной формы.

Напряжение смещения

- Далее показано отношение напряжения смещения и выходной амплитуды. Vmax (В максимальное) – это максимальное пиковое напряжение для выбранной выходной нагрузки (5 В для нагрузки 50 Ом или 10 В для высокоимпедансной нагрузки).

$$|V_{\text{offset}}| < V_{\text{max}} - V_{\text{pp}}/2$$

Если задаваемое напряжение смещения является недопустимым, прибор отрегулирует

его до максимально значения напряжения постоянного тока, разрешенного для заданной амплитуды. При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Data out of range".

- Ограничения, обусловленные выходной нагрузкой. Диапазон смещения зависит от настроек выходной нагрузки. Например, если для сдвига установить значение 100 мВ постоянного тока, а затем изменить выходную нагрузку с 50 Ом на значение высокого импеданса, напряжение смещения, отображаемое на лицевой панели, увеличится вдвое и составит 200 мВ постоянного тока (это не рассматривается как ошибка). Если значение высокого импеданса заменить на 50 Ом, отображаемое напряжение смещения будет уменьшено в два раза. Для получения более подробной информации см. **OUTPut [1|2]:LOAD**.

[SOURce[1|2]:]APPLy:SINusoid [{<frequency>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

Выводит синусоидальный сигнал с заданной частотой, амплитудой и смещением постоянного тока.

Параметр	Обычный результат
<p><frequency></p> <p>от 1 мкГц до максимальной частоты прибора.</p> <p>По умолчанию 1 кГц.</p>	(нет)
<p><амплитуда> Необходимая выходная амплитуда в В между пиками, В (среднеквадратическое значение) или дБм в зависимости от настройки параметра VOLTage:UNIT.</p> <p>От 1 мВ между пиками до максимально допустимого для модели прибора и сигнала значения в разъем с сопротивлением 50 Ω или вдвое больше в разомкнутой цепи. По умолчанию 100 мВ между пиками при сопротивлении разъема 50 Ом.</p>	
<p><offset> – это напряжение смещения постоянного тока (по умолчанию используется значение 0) относительно ±5 В постоянного тока в разъем 50 Ом или относительно ±10 В постоянного тока в разомкнутую цепь.</p>	
<p>Вывод синусоидального сигнала 3 В между пиками при частоте 5 кГц со смещением -2,5 В. APPL:SIN 5 KHZ, 3.0 VPP, -2.5 V</p>	

Напряжение смещения

- Далее показано отношение напряжения смещения и выходной амплитуды. V_{max} (В максимальное) – это максимальное пиковое напряжение для выбранной выходной нагрузки (5 В для нагрузки 50 Ом или 10 В для высокоимпедансной нагрузки).

$$|V_{offset}| < V_{max} - V_{pp}/2$$

Если задаваемое напряжение смещения является недопустимым, прибор отрегулирует его до максимально значения напряжения постоянного тока, разрешенного для заданной амплитуды. При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Data out of range".

- Ограничения, обусловленные выходной нагрузкой. Диапазон смещения зависит от настроек выходной нагрузки. Например, если для сдвига установить значение 100 мВ постоянного тока, а затем изменить выходную нагрузку с 50 Ом на значение высокого импеданса, напряжение смещения, отображаемое на лицевой панели, увеличится вдвое и составит 200 мВ постоянного тока (это не рассматривается как ошибка). Если значение высокого импеданса заменить на 50 Ом, отображаемое напряжение смещения будет уменьшено в два раза. Для получения более подробной информации см. **OUTPut [1|2]:LOAD**.

[SOURce[1|2]:]APPLy:SQUare [{<frequency>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

Выводит сигнал прямоугольной формы с заданной частотой, амплитудой и смещением постоянного тока. Кроме того, команда **APPLy:SQUare** отменяет текущий коэффициент заполнения (FUNCTion:SQUare:DCYCle) и устанавливает для сигнала прямоугольной формы коэффициент заполнения 50 %.

Параметр	Обычный результат
<p><frequency></p> <p>от 1 мкГц до максимальной частоты прибора.</p> <p>По умолчанию 1 кГц.</p>	(нет)
<p><амплитуда> Необходимая выходная амплитуда в В между пиками, В (среднеквадратическое значение) или дБм в зависимости от настройки параметра VOLTage:UNIT.</p> <p>От 1 мВ между пиками до максимально допустимого для модели прибора и сигнала значения в разъем с сопротивлением 50 Ω или вдвое больше в разомкнутой цепи. По умолчанию 100 мВ между пиками при сопротивлении разъема 50 Ом.</p>	
<p><offset> – это напряжение смещения постоянного тока (по умолчанию используется значение 0) относительно ±5 В постоянного тока в разъем 50 Ом или относительно ±10 В постоянного тока в разомкнутую цепь.</p>	
<p>Вывод сигнала прямоугольной формы 3 В при частоте 5 кГц и со смещением -2,5 В: APPL:SQU 5 KHZ, 3.0 V, -2.5 V</p>	

Частота

- Команда APPLy должна соответствовать функции. Например, использование команды APPL:SQU 40 MHz приводит к ошибке "Data out of range", и на приборе устанавливается **максимальной значение частоты для сигнала прямоугольной формы**.

Напряжение смещения

- Далее показано отношение напряжения смещения и выходной амплитуды. Vmax (В максимальное) – это максимальное пиковое напряжение для выбранной выходной нагрузки (5 В для нагрузки 50 Ом или 10 В для высокоимпедансной нагрузки).

$$|V_{offset}| < V_{max} - V_{pp}/2$$

Если задаваемое напряжение смещения является недопустимым, прибор отрегулирует его до максимально значения напряжения постоянного тока, разрешенного для заданной амплитуды. При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Data out of range".

- Ограничения, обусловленные выходной нагрузкой. Диапазон смещения зависит от настроек выходной нагрузки. Например, если для сдвига установить значение 100 мВ

постоянного тока, а затем изменить выходную нагрузку с 50 Ом на значение высокого импеданса, напряжение смещения, отображаемое на лицевой панели, увеличится вдвое и составит 200 мВ постоянного тока (это не рассматривается как ошибка). Если значение высокого импеданса заменить на 50 Ом, отображаемое напряжение смещения будет уменьшено в два раза. Для получения более подробной информации см. **OUTPut [1|2]:LOAD**.

Подсистема BPSK

Подсистема BPSK позволяет модулировать форму сигнала с использованием двоичной фазовой модуляции, являющейся цифровым форматом модуляции. При использовании двоичной фазовой модуляции сигнал несущей является фазой, смещающейся между настройками двух фаз с использованием выключения/включения манипуляции. Можно использовать внутренний источник для сигнала прямоугольной формы с заданной частотой или внешний источник для внешнего входного сигнала запуска.

Если несущая функция является сигналом произвольной формы, смещение фазы влияет только на положение переходов выборок. Это отличается от смещения фазы общего сигнала произвольной формы.

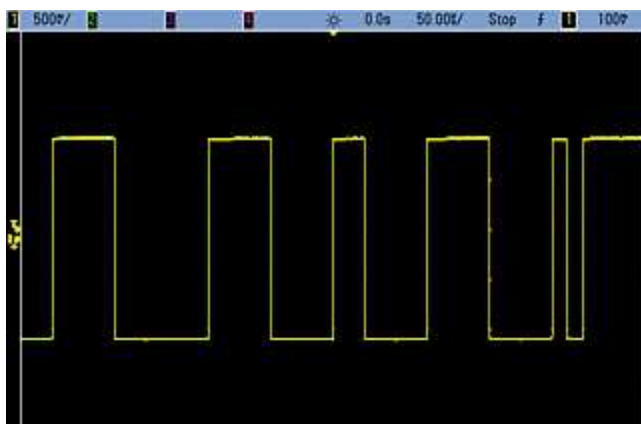
Пример

Чтобы сгенерировать сигнал двоичной фазовой модуляции, выполните следующее.

1. **Выполните настройку несущего сигнала:** с помощью команд **FUNCTION**, **FREQUENCY**, **VOLTage** и **VOLTage:OFFSet** установите функцию, частоту, амплитуду и смещение несущего сигнала.
2. **Выберите источник модуляции (внутренний, внешний, CH1 или CH2):** **BPSK:SOURce**. При выборе внешнего источника можно пропустить шаги 3 и 4, приведенные ниже.
3. **Выберите фазу BPSK:** **BPSK[:PHASe]**
4. **Задайте скорость двоичной фазовой модуляции:** **BPSK:INTernal:RATE**
5. **Включите двоичную фазовую модуляцию:** **BPSK:STATe ON**

С помощью приведенного далее кода будет создано изображение экрана осциллографа, показанное ниже.

```
FUNCTION SQU
FREQUENCY +1.0E+04
VOLTage +1.0
VOLTage:OFFSet 0.0
BPSK:SOURce INT
BPSK:INTernal:RATE +3000
BPSK:PHASe +90
BPSK:STATe 1
OUTPut1 1
```



[SOURce[1|2]:]BPSK:INTernal:RATE {<modulating_frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]BPSK:INTernal:RATE? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт скорость, с которой выходная фаза "сдвигается" между несущей и фазой смещения.

Параметр	Обычный результат
От 1 МГц до 1 МГц, по умолчанию 10 Гц	+1,0000000000000000E-03
Задайте скорость двоичной фазовой модуляции, равную 1 МГц: BPSK:INT:RATE MIN	

- Скорость двоичной фазовой модуляции используется, *только* когда выбран источник *INTernal* (BPSK:SOURce *INTernal*), и игнорируется, когда выбран источник *EXTernal* (BPSK:SOURce *EXTernal*).
- Внутренним модулирующим сигналом является сигнал прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50 %.

[SOURce[1|2]:]BPSK[:PHASe] {<angle>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]BPSK[:PHASe]? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт значение в градусах для сдвига фазы при двоичной фазовой модуляции.

Параметр	Обычный результат
0 – +360 градусов, по умолчанию 180	+1.8000000000000000E+02
Задайте смещение фазы, равное 90 градусам: BPSK:PHAS 90	

[SOURce[1|2]:]AM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]AM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]BPSK:SOURce {INTernal|EXTernal}
[SOURce[1|2]:]BPSK:SOURce?

[SOURce[1|2]:]FM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]FM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]FSKey:SOURce {INTernal|EXTernal}
[SOURce[1|2]:]FSKey:SOURce?

[SOURce[1|2]:]PM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]PM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]PWM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]PWM:SOURce?

Выбор источника модулирующего сигнала.

Параметр	Обычный результат
{INTernal EXTernal CH1 CH2}, по умолчанию INTernal. BPSK и FSKey не могут принимать значение CH1 или CH2	INT, EXT, CH1 или CH2
Выбор внешнего источника модуляции: AM:SOUR EXT (также можно использовать FM, BPSK, FSK, PM или PWM на AM)	

- При выборе источника EXternal сигнал несущей модулируется с использованием внешнего сигнала. В частности происходит следующее.
 - **AM:** Управление глубиной модуляции осуществляется с помощью сигнала на уровне ± 5 В (или, дополнительно, с помощью сигнала на уровне ± 1 В для серии 33600) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если глубина модуляции (AM[:DEPT_h]) составляет 100%, то при сигнале модуляции +5 В (или, дополнительно, +1 В для серии 33600) выходная амплитуда будет максимальной. Таким же образом, при использовании сигнала модуляции -5 В (или, дополнительно, -1 В для серии 33600) выходная амплитуда будет минимальной.
 - **FM:** При выборе модулирующего источника *External* отклонение будет контролироваться с помощью уровня сигнала ± 5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если девиация частоты составляет 100 кГц, то уровень сигнала +5 В (при необходимости +1 В для серии 33600) будет соответствовать увеличению частоты на 100 кГц. Чем меньше уровни внешних сигналов, тем меньше девиация, а при использовании отрицательных уровней сигналов частота становится меньше частоты несущего сигнала.
 - **PM:** При использовании внешнего модулирующего источника отклонение будет контролироваться с помощью уровня сигнала ± 5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если в качестве девиации частоты установлено значение 180 градусов, уровень сигнала +5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) соответствует девиации фазы +180 градусов. Более низкие уровни внешних сигналов имеют меньшую девиацию, а отрицательные уровни сигналов имеют отрицательную девиацию.
 - **Выбранной функцией является импульс:** ширина импульса или девиация коэффициента заполнения импульса управляется сигналом ± 5 В (дополнительно ± 1 В на моделях серии 33600), который присутствует на разъеме **Modulation In** на задней панели. Например, если для девиации ширины импульса установлено значение 50 мкс с помощью команды PWM:DEVIation, то сигнал +5 В (дополнительно ± 1 В на моделях серии 33600) соответствует увеличению ширины на 50 мкс. Чем ниже уровни внешних сигналов, тем меньше девиация.
- При использовании источника EXternal выходная фаза (ДФМ) или частота (ЧМн) определяется уровнем сигнала на разъеме **Ext Trig** на задней панели. Когда подается логический сигнал низкого уровня, выводится сигнал с фазой несущей или частотой несущей. Когда подается логический сигнал высокого уровня, выводится сигнал со сдвигом фазы или с частотой скачка.
- Максимальная скорость внешнего сигнала ДФМ равна 1 МГц, максимальная скорость сигнала ЧМн равна 1 МГц.
- **Примечание:** разъем, который используется для внешне управляемых сигналов ДФМ и ЧМн (**Trig In**), не является разъемом, который используется для внешне модулированных сигналов АМ, ЧМ, ИМ и ШИМ (**Modulation In**). Когда разъем **Trig In** используется для сигналов ДФМ и ЧМн, для него нельзя настроить полярность фронта и нельзя применить команду TRIGger[1|2]:SLOPe.

- При использовании источника INternal скорость, при которой выходная фаза (Д Ф М) или частота (ЧМн) "сдвигается" между фазой несущей или частотой и изменяемой фазой или частотой, определяется скоростью Д Ф М (BPSK:INternal:RATE) или скоростью ЧМн (FSKey:INternal:RATE).
- Канал не может служить источником модуляции для самого себя.

См. также

INPut:ATTenuation[:STATe]

Подсистема АМ

Подсистема BPSK

Подсистема ЧМ

Подсистема FSKey

Подсистема РМ

Подсистема ШИМ

[SOURCE[1|2]:]AM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]AM:STATe?

[SOURCE[1|2]:]BPSK:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]BPSK:STATe?

[SOURCE[1|2]:]FM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]FM:STATe?

[SOURCE[1|2]:]FSKey:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]FSKey:STATe?

[SOURCE[1|2]:]PM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]PM:STATe?

[SOURCE[1|2]:]PWM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]PWM:STATe?

Включает или отключает модуляцию.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию: OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
Включение AM (можно также использовать FM, BPSK, FSK, PM или PWM): AM:STAT ON	

- Во избежание многократного изменения сигнала активируйте модуляцию после настройки остальных параметров модуляции.
- Одновременно можно активировать только один режим модуляции.
- Прибор не запустит модуляцию, пока включена развертка или пакетный режим. При включении модуляции развертка или пакетный режим отключается.
- ШИМ включается, только когда выбрана импульсная функция.

См. также

Подсистема AM

Подсистема BPSK

Подсистема ЧМ

Подсистема FSKey

Подсистема PM

Подсистема ШИМ

Подсистема BURSt

В этом разделе описана подсистема BURSt.

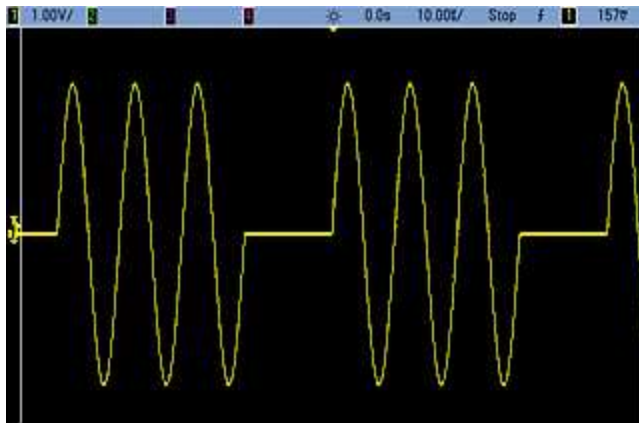
Пример

Здесь кратко описаны действия, необходимые для генерирования пакетный сигнал.

1. **Конфигурация пакетного сигнала.** Используйте команду **APPLy** или эквивалентные команды **FUNcTion**, **FREQuency**, **VOLTage** и **VOLTage:OFFSet**, чтобы выбрать функцию, частоту, амплитуду и смещение сигнала. Можно выбрать синусоидальный сигнал, сигнал прямоугольной, треугольной, пилообразной формы, импульсный сигнал, сигнал псевдослучайной двоичной последовательности или сигнал произвольной формы (сигнал шума разрешен только в пакетном режиме для стробированных сигналов, сигнал постоянного тока не разрешен). Для пакетных сигналов с внутренним запуском минимальным значением частоты является 2,001 МГц. Для синусоидального сигнала и сигнала прямоугольной формы разрешена частота 6 МГц и выше только при бесконечном количестве пакетов.
2. **Выберите пакетный режим с запуском или пакетный режим для стробированных сигналов.** Выберите пакетный режим с запуском (на передней панели обозначен как "N Cycle") или пакетный режим для внешних стробированных сигналов, используя команду **BURSt:MODE**. При использовании режима для стробированных сигналов задайте логику истинно высокого или истинно низкого значения с помощью команды **BURSt:GATE:POLarity**.
3. **Задайте количество пакетов.** Установите для количества пакетов (количество циклов одного пакетного сигнала) любое значение от 1 до 100 000 000 циклов (или бесконечность) с помощью команды **BURSt:NCYCles**. Используется только в пакетном режиме с запуском. При использовании псевдослучайной двоичной последовательности с помощью команды **BURSt:NCYCles** устанавливается число битов соответствующей последовательности. Каждый пакет начинается в начале последовательности.
4. **Задайте период пакетного сигнала.** Задайте для периода пакетного сигнала (интервал, с которым генерируются пакетные импульсы с внутренним запуском) любое значение от 1 мкс до 8000 секунд с помощью команды **BURSt:INTernal:PERiod**. Используется только в пакетном режиме с внутренним источником запуска.
5. **Задайте начальную фазу пакетного сигнала.** Задайте для начальной фазы пакетного сигнала значение от -360 до +360 градусов с помощью команды **BURSt:PHASe**.
6. **Выберите источник запуска.** Выберите источник запуска, используя команду **TRIGger [1|2]:SOURce**. Используется только в пакетном режиме с запуском.
7. **Включите пакетный режим.** После конфигурации других параметров пакетного сигнала включите пакетный режим (**BURSt:STATe ON**).

С помощью приведенного далее кода будет создано изображение экрана осциллографа, показанное ниже.

```
APPLY:SIN 1e5,3 VPP,0  
BURS:MODE TRIG  
BURS:NCYC 3  
BURS:INT:PER 4.4e-5  
BURS:PHAS 0  
TRIG:SOUR IMM  
BURS:STAT ON  
OUTP 1
```



Пакетные режимы

Ниже приведено описание двух существующих пакетных режимов. Прибор одновременно использует один пакетный режим.

- **Пакетный режим с запуском (по умолчанию).** Прибор выводит сигнал с заданным количеством циклов (количество пакетов) каждый раз при получении сигнала запуска. По завершении вывода заданного количества циклов сигнала прибор останавливается и ждет поступления следующего сигнала запуска. Можно выполнить конфигурацию прибора, чтобы он использовал внутренний сигнал запуска для инициирования пакетного сигнала, или подключить внешний источник сигнала запуска, нажав на передней панели кнопку [Trigger], чтобы сигнал запуска поступал на разъем **Ext Trig** на задней панели, или отправив программную команду запуска с интерфейса дистанционного управления.
- **Пакетный режим для внешнего стробированного сигнала.** Вывод сигнала прибора включен или выключен в соответствии с уровнем внешнего сигнала, поступающего на разъем **Ext Trig** на задней панели. Когда этот сигнал является истинным, то прибор выводит непрерывный сигнал. Когда этот сигнал является ложным, текущий цикл сигнала завершается, прибор останавливается и поддерживает уровень напряжения, соответствующий начальной фазе пакетного сигнала.

В следующей таблице показаны режимы и соответствующие им функции пакетного сигнала.

	Пакетный режим BURSt:MODE	Число пакетных сигналов BURSt:NCYCLES	Период пакетного сигнала BURSt:INTERNAL:PERIOD	Фаза пакетного сигнала BURSt:PHASE	Источник запуска TRIGger [1 2]:SOURCE
Пакетный режим с запуском: Внутренний запуск	TRIGgered	Доступно	Доступно	Доступно	IMMediate
Пакетный режим с запуском: Внешний запуск	TRIGgered	Доступно	Не используется	Доступно	EXTERNAL, BUS
Пакетный режим для стробированных сигналов: Внешний запуск	GATed	Не используется	Не используется	Доступно	Не используется

Разница между стробированным пакетным сигналом и стробированным выходным сигналом заключается в том, что стробированный пакетный сигнал синхронно начинается и заканчивается с использованием всех циклов сигнала, а стробированный выходной сигнал

несинхронно включает или выключает выходной сигнал прибора с использованием внешнего запуска вне зависимости от фазы сигнала.

Примечание Если при использовании режима запуска с таймером коэффициент заполнения запущенного пакетного прямоугольного сигнала меняется, текущий пакетный сигнал прекратится, и до того, как изменится коэффициент заполнения пакета, будет запущен еще один пакетный сигнал.

[SOURce[1|2]:]BURSt:GATE:POLarity {NORMal|INVerted}
[SOURce[1|2]:]BURSt:GATE:POLarity?

Выбирает для уровня логики истинно высокое (NORMal) или истинно низкое (INVerted) значение сигнала на разъеме **Ext Trig** при использовании внешнего стробированного пакетного сигнала.

Параметр	Обычный результат
{NORMal INVerted}, по умолчанию NORMal	NORM или INV
Выбор истинно низкого значения для логики внешнего стробированного пакетного сигнала: BURS:GATE:POL INV	

[SOURce[1|2]:]BURSt:INTernal:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]BURSt:INTernal:PERiod? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт период пакетного сигнала для пакетных сигналов с внутренним запуском.

Параметр	Обычный результат
1 мкс – 8000 с, по умолчанию 10 мс	+1.2000000000000000E+01
Установка периода пакетного сигнала, равного 12 секундам: BURSt:INT:PER 12	

- Интервал пакета – это время между моментами начала последовательных пакетов.
- Используется, только когда включен источник запуска IMMEDIATE (TRIGger[1|2]:SOURce IMMEDIATE). Игнорируется, когда включен запуск вручную или внешний запуск (или при использовании пакетного режима для стробированных сигналов).
- В моделях серии 33500 период пакетного сигнала должен соответствовать следующей формуле:

Период пакетного сигнала \geq (количество пакетов/частота сигнала) + 1 мкс.

В моделях серии 33600 период пакетного сигнала должен соответствовать следующей формуле:

Период пакетного сигнала \geq (количество пакетов/частота сигнала) + 500 нс, при минимальном периоде пакетного сигнала, равном 1 мкс.

- Если интервал пакета сигналов слишком короткий, он будет автоматически увеличен до значения, необходимого для непрерывного перезапуска пакета сигналов. При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict".

[SOURce[1|2]:]BURSt:MODE {TRIGgered|GATed}
[SOURce[1|2]:]BURSt:MODE?

Выбирает пакетный режим.

Параметр	Обычный результат
{TRIGgered GATed}, по умолчанию TRIGgered	TRIG или GAT
Установка пакетного режима для стробируемых сигналов BURSt:MODE GATED	

- TRIGgered: прибор выводит сигнал с заданным количеством циклов (количество пакетов) каждый раз при получении сигнала запуска с заданного источника (TRIGger[1|2]:SOURce).
- В пакетном режиме GATed выходной сигнал может быть активирован или деактивирован в зависимости от сигнала в разъеме **Ext Trig** на задней панели. Выберите полярность сигнала, используя команду **BURSt:GATE:POLarity**. Когда стробирующий сигнал имеет значение "истина", прибор выводит непрерывный сигнал. Если стробирующий сигнал имеет значение "ложь", текущий цикл сигнала будет завершен, и прибор будет остановлен; его напряжение останется на уровне, соответствующем начальной фазе пакета. При выпуске сигнала шума прибор остановится, как только стробирующий сигнал получит значение "ложь".
- GATed: количество пакетов, период пакетного сигнала и источник запуска игнорируются (эти значения используются только в пакетном режиме с использованием сигнала запуска). При получении сигнала запуска, отправленного вручную (TRIGger[1|2]), настройка игнорируется и ошибка не генерируется.

[SOURce[1|2]:]BURSt:NCYCles {<num_cycles>|INFinity|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]BURSt:NCYCles? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт количество циклов одного пакетного сигнала для вывода (только в пакетном режиме с запуском).

Параметр	Обычный результат
Целое число от 1 (по умолчанию) до 100 000 000, ограничения приведены ниже.	+5,000000000000000E+01
Запрос числа циклов для одного пакета: BURSt:NCYC 50	

- При использовании команды **TRIGger[1|2]:SOURce IMMEDIATE** значение количества пакетов должно быть меньше максимального значения периода пакетного сигнала (8000 с) и значения частоты сигнала, как показано ниже.

Количество пакетов < (максимальный период пакетного сигнала)/(частота сигнала)

- Затем увеличьте период пакетного сигнала до его максимального значения, чтобы использовать заданное количество пакетов (значение частоты сигнала при этом изменяться не будет). При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict".
- Когда выбран пакетный режим для стробированных сигналов, значение количества пакетов игнорируется. Однако если изменить значение количества пакетов в режиме для стробированных сигналов, прибор занесет в память новое количество и будет использовать его при выборе пакетного режима с запуском.

[SOURce[1|2]:]BURSt:PHASe {<angle>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]BURSt:PHASe? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт начальный фазовый угол для пакетного сигнала.

Параметр	Обычный результат
От -360 до +360 градусов, от -2π до +2π радиан или от -(период) до +(период) в зависимости от установки команды UNIT:ANGLE . По умолчанию 0.	+6.0000000000000E+01
Установка начальной фазы пакетного сигнала, равной 60 градусам: UNIT:ANGLE DEG BURSt:PHAS 60	

- Обратите внимание, что команда BURSt:PHASe используется вместо выходной фазы и при включении пакетного режима для выходной фазы устанавливается значение 0.
- Для синусоидальных, прямоугольных и пилообразных сигналов значение 0 градусов является точкой, в которой сигнал пересекает значение 0 В (или смещение постоянной составляющей) в положительном направлении. Для произвольных сигналов значение 0 градусов является первой точкой сигнала. Начальная фаза не влияет на шум.
- При использовании сигналов произвольной формы в моделях серии 33500 команда BURSt:PHASe будет доступна, только если сигнал состоит из 1 000 000 точек или менее.
- Запустите фазу, которая также использовалась в стробированном пакетном режиме. Когда значение стробирующего сигнала становится "ложь", текущий цикл сигнала завершается, и выходное напряжение остается на уровне начальной фазы пакета сигналов.

[SOURce[1|2]:]BURSt:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]BURSt:STATe?

Включает или отключает пакетный режим.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию: OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
Включите пакетный режим. BURSt:STAT ON	

- При включении пакетного режима для выходной фазы устанавливается значение 0.
- Чтобы избежать нескольких изменений сигнала, включите пакетный режим после выполнения конфигурации других параметров пакетного сигнала.
- Прибор не разрешит включение пакетного режима одновременно с использованием развертки или режима модуляции. При включении пакетного режима развертка или режим модуляции отключается.

Подсистема CALibration

Подсистема CALibration используется для калибровки прибора.

Команды и запросы

CALibration[:ALL]?

CALibration:COUNT?

CALibration:SECure:CODE <new_code>

CALibration:SECure:STATe {ON|1|OFF|0} [,<code>]

CALibration:SECure:STATe?

CALibration:SETup <step>

CALibration:SETup?

CALibration:STORe

CALibration:STRing "<string>"

CALibration:STRing?

CALibration:VALue <value>

CALibration:VALue?

CALibration[:ALL]?

Выполняет калибровку с применением значения калибровки (CALibration:VALue). Для выполнения калибровки прибор должен быть разблокирован (CALibration_SECure_STATe OFF,<код>).

Параметр	Обычный результат
(нет)	+0 (успешно) или +1 (сбой)
Калибровка с применением текущего значения: CAL?	

- Перед отправкой запроса CALibration? всегда необходимо выполнять команду CALibration:SETup.
- Увеличивает количество калибровок прибора (CALibration:COUNT?).
- Изменяет непостоянный набор констант калибровки. Используйте команду CALibration:STORe, чтобы в конце калибровки сохранить эти константы в энергонезависимой памяти.

CALibration:COUNT?

Возвращает количество выполненных калибровок. Прочитайте и запишите исходное количество при получении прибора с завода.

Параметр	Обычный результат
(нет)	+117
Запрос числа калибровок: CAL:COUN?	

- Поскольку значение увеличивается в каждой точке калибровки (при отправке каждой команды **CALibration:ALL?**), при выполнении полной калибровки количество калибровок увеличивается на несколько единиц.
- Количество калибровок можно просматривать независимо от наличия блокировки прибора.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.

CALibration:SECure:CODE <new_code>

Задаёт код безопасности для защиты от выполнения неразрешённых калибровок.

Параметр	Обычный результат
Строка без закрывающих кавычек длиной не более 12 символов В начале должна быть указана буква (A-Z) Может содержать буквы, цифры (0-9) и символы подчеркивания	(нет)
Установка нового кода безопасности: CAL:SEC:CODE MY_CODE_272	

- В разных моделях коды безопасности, устанавливаемые на заводе, различаются:

Модели	Код безопасности
33521A и 33522A	AT33520A
335XXB	AT33500
Серия 33600	AT33600

- Чтобы изменить код, снимите блокировку памяти калибровки с помощью старого кода, затем установите новый код.
- Если вы забыли код безопасности, см. раздел **Разблокировка прибора без кода безопасности**.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.

CALibration:SECure:STATe {ON|1|OFF|0} [,<code>]

CALibration:SECure:STATe?

Снимает и устанавливает блокировку прибора от калибровки. Чтобы выполнить калибровку, необходимо снять блокировку прибора с помощью кода (CALibration:SECure:CODE).

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию ON <код> – строка длиной не более 12 символов, не заключенная в кавычки	0 (OFF) или 1 (ON)
Снятие блокировки от калибровки: CAL:SEC:STAT OFF,MY_CODE_272 Защита калибровки: CAL:SEC:STAT ON	

- Элемент <код> является необязательным для блокировки прибора, но при использовании должен быть указан правильно.
- При выполнении калибровки с помощью элементов управления передней панели или интерфейса дистанционного управления используется один код. Если блокировка прибора устанавливалась с помощью одного интерфейса, используйте тот же код для разблокировки с помощью другого.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды *RST.

CALibration:SETup <step>

CALibration:SETup?

Конфигурирует шаг калибровки (по умолчанию 1), который требуется выполнить. Для выполнения калибровки прибор должен быть разблокирован (CALibration:SECure:STATe OFF,<код>). Для получения подробной информации см. раздел **Безопасность калибровки**.

Параметр	Обычный результат
Целое число, по умолчанию 1	+16
Подготовка к шагу калибровки 5: CAL:SET 5	

- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды *RST.

CALibration:STORe

Извлекает константы калибровки из энергозависимой памяти (CALibration:ALL?) и заносит их в энергонезависимую память, там значения не будут изменяться при выключении и включении питания или при использовании команды *RST. Выполните эту операцию в конце калибровки, чтобы избежать утери изменений.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Сохраните константы калибровки в энергонезависимой памяти: CAL:STOR	

CALibration:STRing "<string>"

CALibration:STRing?

Сохраняет сообщение не более чем из 40 символов в памяти калибровки. Обычно сообщения содержат дату последней калибровки, дату выполнения следующей калибровки или контактную информацию отдела калибровки. Для сохранения этой строки прибор должен быть разблокирован (CALibration_SEcure_STATe OFF, <код>).

Параметр	Обычный результат
Строка длиной до 40 символов в кавычках Может содержать буквы, цифры, пробелы и другие часто используемые символы.	"LAST CAL OCT 31 2011, DUE OCT 31 2012" (Если сохраненных строк нет, отклик содержит "").)
CAL:STR "FOR CAL HELP, CALL JOE AT EXT 1234"	

- Можно сохранить сообщение только с помощью интерфейса дистанционного управления, когда прибор разблокирован (CALibration:SEcure:STATe OFF).
- Это сообщение можно прочитать на дисплее передней панели или с помощью интерфейса дистанционного управления независимо от наличия блокировки прибора.
- При сохранении нового сообщения калибровки предыдущее сообщение удаляется.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды *RST.

CALibration:VALue <value>

CALibration:VALue?

Задаёт значение известного сигнала калибровки.

Параметр	Обычный результат
Число, по умолчанию 0,0	+2.37000000E-002
Установите значение калибровки, равное 0,0237: CAL:VAL 2.37E-2	

- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.

[SOURce[1|2]:]COMBine:FEED {CH1|CH2|NONE}
[SOURce[1|2]:]COMBine:FEED?

Включает или выключает комбинирование обоих выходных сигналов двухканального прибора на разъеме для одного канала. Ключевое слово "SOURce" (по умолчанию SOURce1) определяет базовый канал, а элемент *источник* определяет канал для комбинирования с базовым каналом.

Параметр	Обычный результат
{CH1 CH2 NONE}, по умолчанию NONE	CH1, CH2 или NONE
Установите в качестве источника COMBine:FEED для базового канала 1 канал 2: COMB:FEED CH2	

- COMBine:FEED разрешает объединение цифровых данных, поступающих с обоих каналов, для создания выходного сигнала на выходном ЦАП для базового канала.
- Одновременно в режиме COMBine:FEED может работать только один канал.
- В отличие от команды модуляции и **SUM** с помощью команды COMBine:FEED можно добавить два модулированных сигнала.
- С помощью команды COMBine:FEED можно генерировать квадратурные модулированные сигналы с двух каналов для последующего их объединения на одном разъеме.
- Чтобы использовать COMBine:FEED, сначала выполните конфигурацию всех параметров для отдельных каналов.
- Сигналы, которые требуется комбинировать, могут иметь фиксированный сдвиг фазы между каналами.
- Команду COMBine:FEED можно использовать для добавления шума со второго канала к модулированному сигналу базового канала.
- Если при использовании команды COMBine:FEED комбинированный выходной сигнал будет вне значений выходного диапазона прибора или запрограммированных предельных значений, прибор установит для команды COMBine:FEED значение NONE и выдаст сообщение об ошибке вследствие конфликта настроек.
- Сигналы комбинируются в цифровой форме. Когда комбинируются два сигнала со значительно различающимися амплитудами, для сигнала с более низкой амплитудой может быть уменьшено разрешение пропорционально соотношению двух амплитуд.
- При изменении амплитуды функции или суммарной амплитуды главного или комбинированного канала амплитуда или смещение любой другой функции или канала не изменяются. Изменение амплитуды функции или суммарной амплитуды главного или комбинированного канала приведет к превышению значений выходного диапазона или запрограммированных предельных значений, значение амплитуды будет уменьшено и отобразится сообщение об ошибке вследствие конфликта настроек.

- При изменении смещения главного или комбинированного канала амплитуда или смещение любой другой функции или канала не изменяются. Если изменение смещения главного или комбинированного канала приводит к превышению значений выходного диапазона или запрограммированных предельных значений, значение амплитуды будет уменьшено и прибор выдаст сообщение об ошибке вследствие конфликта настроек.
- Если включение предельных значений или регулировка запрограммированных предельных значений приводит к тому, что предельное значение становится ниже максимального уровня сигнала или выше минимального уровня сигнала, предельные значения не будут включены, их невозможно будет отрегулировать, а прибор выдаст сообщение об ошибке вследствие конфликта настроек.

Подсистема DATA

Подсистема DATA управляет сигналами произвольной формы, определяемыми пользователем.

- **[SOURce[1|2]:]DATA:ARbitrary2:FORMat {AABB|ABAB}** – задает порядок байтов в двоичном файле сигнала произвольной формы (требуется дополнительно установить проигрыватель IQ).
- **[SOURce[1|2]:]DATA:ARbitrary[1|2] <arb_name>, {<binary_block>|<value>, <value>, ...}** – загружает в память сигналов значения нормализованные значения сигнала произвольной формы
- **[SOURce[1|2]:]DATA:ARbitrary[1|2]:DAC <arb_name>, {<binary_block>|<value>, <value>, ...}** – загружает в память сигналов коды ЦАП сигнала произвольной формы
- **[SOURce[1|2]:]DATA:ATTRibute:AVERage? [<arb_name>]** – возвращает среднее арифметическое значение всех точек данных для сигнала произвольной формы или последовательности
- **[SOURce[1|2]:]DATA:ATTRibute:CFACTOR? [<arb_name>]ATA:ATTRibute:CFACTOR?** – возвращает коэффициент амплитуды всех точек данных сигнала произвольной формы или последовательности
- **[SOURce[1|2]:]DATA:ATTRibute:POINTS? [<arb_name>]** – возвращает количество точек данных для сигнала произвольной формы или последовательности
- **[SOURce[1|2]:]DATA:ATTRibute:PTPeak? [<arb_name>]** – возвращает полное значение амплитуды всех точек данных сигнала произвольной формы или последовательности
- **[SOURce[1|2]:]DATA:SEQUence <block_descriptor>** – комбинирует предварительно загруженные сигналы произвольной формы в последовательность
- **[SOURce[1|2]:]DATA:VOLatile:CATalog?** – возвращает содержимое энергозависимой памяти для хранения сигналов, включая сигналы произвольной формы и последовательности
- **[SOURce[1|2]:]DATA:VOLatile:CLEar** – очистка энергозависимой памяти для хранения сигналов

- **[SOURCE[1|2]:]DATA:VOLatile:FREE?** – возвращает количество точек, доступных (свободных) в энергозависимой памяти

Примеры

В следующих примерах команды DATA используются для настройки последовательности сигналов произвольной формы.

Примечание

Команда DATA:SEquence, показанная ниже, является примером блока с заданной длиной. Символы "#3" в начале блока обозначают, что следующие три цифры указывают на количество символов в блоке. Следующие за ними цифры "164" обозначают, что следующая строка содержит 164 символа.

Обратите внимание, что длинная команда **DATA:SEquence** разбивается по строкам для удобства чтения.

Обратите внимание, что в команде DATA:SEquence кавычки использовать необязательно.

```
*CLS
*RST

MMEM:LOAD:DATA "INT:\BUILTIN\HAVERSINE.arb"
MMEM:LOAD:DATA "INT:\BUILTIN\CARDIAC.arb"
MMEM:LOAD:DATA "INT:\BUILTIN\GAUSSIAN.arb"

DATA:SEquence
#3164"testSeq", "INT:\BUILTIN\HAVERSINE.arb", 0, repeat, highAtStartGoLow, 30,
"INT:\BUILTIN\CARDIAC.arb", 0, repeat, maintain, 10,
"INT:\BUILTIN\GAUSSIAN.arb", 0, repeat, maintain, 10
FUNC:ARB "testSeq"

FUNC ARB
OUTPUT1 ON
```

Эта последовательность запускает сигнал гаверсинуса 30 раз, а затем запускает по 10 раз кардиотонический и гауссов сигнал. Сигнал гаверсинуса поднимает маркер вверх в начале каждого запуска, а затем опускает его вниз в точке маркера. Два других сигнала не изменяют настройку маркера.

Формат для элемента <имя_сигнала_произвольной_формы>

В большинстве команд DATA используется имя сигнала произвольной формы. Применяются следующие правила.

- <arb_name> должно соответствовать:
 - сигналу, уже загруженному в память сигналов;
 - сигналу, имеющемуся во ВНУТРЕННЕЙ памяти или в запоминающем устройстве USB.
- См. **MMEMory:LOAD:DATA[1|2]**, **DATA:ARBitrary** или **DATA:ARBitrary:DAC** для получения информации о допустимых форматах <arb_name>.

[SOURce[1|2]:]DATA:ARBitrary2:FORMat {AABB|ABAB}

(Применяется, только если на приборе дополнительно установлен проигрыватель IQ.)

Определяет формат чередования точек данных в командах **DATA:ARB2** и **DATA:ARB2:DAC** (ABAB) или формат, при использовании которого после всех точек сигнала канала 1 следуют все точки сигнала канала 2 (AABB).

Примечание

Можно записать ключевое слово ARBitrary2 полностью или его сокращенную форму ARB2. Нельзя использовать сокращенную форму ARB.

Параметр	Обычный результат
{AABB ABAB}	AABB или ABAB
Определение формата чередования данных для двоичных данных сигнала произвольной формы: DATA:ARB2:FORM ABAB	

- В этой команде ключевое слово SOURce игнорируется.
- Если требуется получить сигнал ЦАП из трех импульсов на канале 1 и сигнал ЦАП из четырех импульсов на канале 2, при использовании формата AABB необходимо вводить данные следующим образом 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4. При использовании формата ABAB требуется использовать порядок 3, 4, 3, 4, 3, 4, 3, 4, 3, 4, 3, 4, 3, 4, 4.

[SOURce[1|2]:]DATA:ARbitrary[1|2] <arb_name>, {<binary_block>|<value>, <value>, ...}

[SOURce[1|2]:]DATA:ARbitrary[1|2]:DAC <arb_name>, {<binary_block>|<value>, <value>, ...}

Загружает целые значения, представляющие коды ЦАП (DATA:ARbitrary[1|2]:DAC), или значения с плавающей запятой (DATA:ARbitrary[1|2]) в энергозависимую память для хранения сигналов в виде списка значений, разделенных запятой, или в виде двоичного блока данных. В моделях серии 33500 и 33600 коды ЦАП находятся в диапазоне от -32,768 до +32,767.

Примечание

Дополнительный элемент [1|2] после ключевого слова ARbitrary указывает на то, содержат загружаемые данные один (по умолчанию) или два канала данных.

Чтобы использовать двоичные файлы сигналов произвольной формы (отдельные файлы, содержащие два канала данных сигнала произвольной формы), необходимо **дополнительно установить проигрыватель IQ.**

Параметр	Обычный результат
<имя_сигнала_произвольной_формы> Строка без закрывающих кавычек длиной не более 12 символов.	(нет)
<двоичный_блок> содержит целые значения от -32 767 до +32 767 или значения с плавающей запятой от -1,0 до +1,0 в формате произвольного блока определенной длины (подробнее ниже). От 8 до 1М или 16М выборок на сигнал в зависимости от модели и модулей. Блоки данных установленной длины позволяют передавать любые типы данных устройства в виде серий 8-битовых двоичных байтов данных. Это особенно необходимо при передаче больших объемов данных или 8-битовых расширенных кодов ASCII.	
<значение> содержит список целых чисел, разделенных запятыми, от -32 767 до +32 767 или значения с плавающей запятой от -1,0 до +1,0. От 8 до 65 536 точек.	

Параметр	Обычный результат
Загрузите список из девяти точек сигнала, разделенных запятыми, в память сигнала: DATA:ARB:DAC myArb, 32767, 24576, 16384, 8192, 0, -8192, -16384, -24576, - 32767	
Загрузите девять точек сигнала в память для хранения сигналов как двоичный блок. Элемент <PMT> определяет, что ограничивает двоичные данные. Это может быть символ перевода строки или последний байт <i>текущих_двоичных_данных</i> может обозначить элемент конца или идентификации. DATA:ARB myArb, # 236<36 байт текущих_двоичных_данных><PMT>	
Загрузите список из девяти точек сигнала, разделенных запятыми, в память сигнала: DATA:ARB myArb, 1, .75, .50, .25, 0, -.25, -.50, -.75, -1	
Загрузите восемь точек двоичного сигнала произвольной формы в память для хранения сигналов в виде списка значений кодов ЦАП, разделенных запятыми. Всего получается 16 значений – по восемь для каждого из двух каналов. Обратите внимание, что данные чередуются (ABAB), поэтому положительные значения принадлежат каналу 1, а отрицательные – каналу 2: DATA:ARB2:FORM ABAB DATA:ARB2:DAC myArb, 30000, -10000, 29000, -9000, 27000, -7000, 24000, -4000, 27000, -7000, 29000, -9000, 30000, -10000, 29000, -9000	
Загрузите примеры, приведенные выше, используя формат AABV: DATA:ARB2:FORM AABV DATA:ARB2:DAC myArb, 30000, 29000, 27000, 24000, 27000, 29000, 30000, 29000, -10000, -9000, -7000, -4000, -7000, -9000, -10000, -9000	

- Каждая точка данных является 16-битным целым числом от -32 767 до +32 767 или 32-битным значением с плавающей запятой от -1,0 до +1,0. Поэтому общее количество байтов всегда в два или в четыре раза больше количества точек данных сигнала. Например, для загрузки сигнала с 8000 точек в виде целых чисел необходимо 16 000 байт, а для загрузки того же сигнала в виде значений с плавающей запятой требуется 32 000 байт.
- Значения -32 767 и +32 767 или -1,0 и +1,0 соответствуют пиковым значениям сигнала (если смещение равно 0 В). Например, если задать для выходной амплитуды значение 10 В между пиками, +32 767 будет соответствовать значению +5 В, а -32 767 будет соответствовать значению -5 В.
- Используйте команду **FORMat:BORDer**, чтобы выбрать порядок байтов для режима двоичной передачи информации в блоке.
- Используйте команду **DATA:ARB2:FORMat**, чтобы определить чередование или последовательное расположение (за каналом 1 следует канал 2) двоичных сигналов произвольной формы.
- Определение сигнала, который уже загружен, приводит к возникновению ошибки "Specified arb waveform already exists". При удалении существующего сигнала требуется очистка всей памяти для хранения сигналов с помощью команды **DATA:VOLatile:CLear**.
- Общий доступный размер выборок для всех сигналов, загруженных в каждый канал, составляет 1 Мвыб. или 16 Мвыб. (в моделях серии 33500) или 4 Мвыб. или 64 Мвыб. (в моделях серии 33600) **в зависимости от модели и модулей**. Новый сигнал может быть ограничен уже загруженными сигналами.

Примечание Независимо от дополнительно устанавливаемых модулей максимальный размер сигнала встроенного редактора сигналов составляет 1 Мвыб.

[SOURce[1|2]:]DATA:ATTRibute:AVERage? [<arb_name>]

Возвращает среднее арифметическое значение всех точек данных, хранящихся во ВНУТРЕННЕЙ памяти или на накопителе USB для заданного сигнала произвольной формы или загруженных в память для хранения сигналов.

Параметр	Обычный результат
<имя_сигнала_произвольной_формы> является любым допустимым именем файла. Если никаких действий выполнено не будет, то по умолчанию будет использоваться произвольный активный сигнал <arb_name> (активируется с помощью команды FUNCtion:ARBitrary).	+2.47199927E-002
Получение среднего значения всех точек данных, хранящихся в папке "SINC". DATA:ATTR:AVER? "INT:\BuiltIn\SINC.arb"	

- При запросе сигнала, который не существует, на экране отобразится сообщение об ошибке "Specified arb waveform does not exist".
- <arb_name> может быть именем файла (сохраненного с помощью команды **MMEMory:LOAD:DATA[1|2]**) или именем, созданным с помощью команды **DATA:ARBitrary** или **DATA:ARBitrary:DAC**.

[SOURce[1|2]:]DATA:ATTRibute:CFACtor? [<arb_name>]

Возвращает *коэффициент амплитуды* всех точек данных, хранящихся во ВНУТРЕННЕЙ памяти или на накопителе USB для заданного сигнала произвольной формы или загруженных в память для хранения сигналов.

Параметр	Обычный результат
<имя_сигнала_произвольной_формы> является любым допустимым именем файла. Если никаких действий выполнено не будет, то по умолчанию будет использоваться произвольный активный сигнал <arb_name> (активируется с помощью команды FUNCtion:ARBitrary).	+1,72513640E+000
Получение коэффициента амплитуды для всех точек данных, хранящихся в папке "NEG_RAMP". DATA:ATTR:CFAC? "INT:\BuiltIn\NEG_RAMP.arb"	

- Коэффициент амплитуды представляет отношение пикового значения к среднеквадратичному значению сигнала.
- При запросе сигнала, который не существует, на экране отобразится сообщение об ошибке "Specified arb waveform does not exist".
- <arb_name> может быть именем файла (сохраненного с помощью команды **MMEMory:LOAD:DATA[1|2]**) или именем, созданным с помощью команды **DATA:ARBitrary** или **DATA:ARBitrary:DAC**.

[SOURce[1|2]:]DATA:ATTRibute:POINts? [<arb_name>]

Возвращает количество точек данных, хранящихся во ВНУТРЕННЕЙ памяти или на накопителе USB для заданного сегмента сигнала произвольной формы или загруженных в память для хранения сигналов.

Параметр	Обычный результат
<имя_сигнала_произвольной_формы> является любым допустимым именем файла. Если никаких действий выполнено не будет, то по умолчанию будет использоваться произвольный активный сигнал <arb_name> (активируется с помощью команды FUNCTION:ARbitrary).	+250
Получение данных о количестве точек данных, хранящихся в папке "EXP_RISE": DATA:ATTR:POIN? "INT:\BuiltIn\EXP_RISE.arb"	

- <arb_name> может быть именем файла (сохраненного с помощью команды **MMEMory:LOAD:DATA[1|2]**) или именем, созданным с помощью команды **DATA:ARbitrary** или **DATA:ARbitrary:DAC**.

[SOURce[1|2]:]DATA:ATTRibute:PTPeak? [<arb_name>]

В результате этого запроса вычисляется *значение полной амплитуды* всех точек данных, хранящихся во ВНУТРЕННЕЙ памяти или на накопителе USB для заданного сегмента сигнала произвольной формы или загруженных в память для хранения сигналов.

Параметр	Обычный результат
Любое допустимое имя файла. Если никаких действий выполнено не будет, то по умолчанию будет использоваться произвольный активный сигнал <arb_name> (активируется с помощью команды FUNCtion:ARBitrary).	+1,00000000E+000
Получение значения полной амплитуды для "EXP_FALL": DATA:ATTR:PTP? "INT:\BuiltIn\EXP_FALL.arb"	

- <arb_name> должно соответствовать:
 - сигналу, уже загруженному в память сигналов;
 - сигналу, имеющемуся во ВНУТРЕННЕЙ памяти или в запоминающем устройстве USB.
- См. **MMEMory:LOAD:DATA[1|2]**, **DATA:ARBitrary** или **DATA:ARBitrary:DAC** для получения информации о допустимых форматах <arb_name>.
- Ограничения для сигналов произвольной формы: при использовании сигналов произвольной формы амплитуда ограничена, если точки данных сигнала не охватывают полный диапазон выходных значений ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь). Например, встроенный сигнал в форме кардинального синуса "Sinc" не использует весь диапазон значений, поэтому его максимальная амплитуда ограничена 6,087 В между пиками (в разъем с сопротивлением 50 Ω).
- <arb_name> может быть именем файла (сохраненного с помощью команды **MMEMory:LOAD:DATA[1|2]**) или именем, созданным с помощью команды **DATA:ARBitrary** или **DATA:ARBitrary:DAC**.

[SOURce[1|2]:]DATA:SEQUence <block_descriptor>

Определяет последовательность сигналов, уже загруженных в память для хранения сигналов, с помощью команд **MMEMory:LOAD:DATA[1|2]** и **DATA:ARbitrary**. С помощью команды **MMEMory:LOAD:DATA[1|2]** также можно загрузить файл последовательности, который выполняет автоматическую загрузку связанных сигналов произвольной формы и включает значения амплитуды, смещения, частоты дискретизации и настройку фильтра.

Параметр	Обычный результат
Формат произвольного блока определенной длины IEEE описан ниже.	(нет)
(см. пример)	

- Даже сигналов произвольной формы с миллионами точек может быть недостаточно для приложений, для которых требуется специальная последовательность или повторяемость сигналов в зависимости от времени и внешних событий. Последовательные сигналы произвольной формы позволяют организовать сигналы или обеспечить повторение сигналов при наличии условий. Это позволяет использовать меньший объем памяти и добиться большей гибкости.

Блоки данных установленной длины позволяют передавать любые типы данных устройства в виде серий 8-битовых двоичных байтов данных. Это особенно необходимо при передаче больших объемов данных или 8-битовых расширенных кодов ASCII.

- **<идентификатор_блока>** использует формат **#<n><n цифр><имя последовательности>**, **<имя сигнала произвольной формы 1>**, **<количество повторов 1>**, **<управление воспроизведением 1>**, **<режим маркера 1>**, **<точка маркера 1>**, **<имя сигнала произвольной формы 2>**, **<количество повторов 2>**, **<управление воспроизведением 2>**, **<режим маркера 2>**, **<точка маркера 2>**, и т. п., где:
 - **<n>** определяет количество цифр, используемых для установки размера блока.
 - **<n цифр>** – один или несколько знаков вставки цифр, определяющих количество ожидаемых байтов данных.
 - **<имя последовательности>** – строка, которая может указываться в кавычках, определяющая имя последовательности, которая содержит сигналы произвольной формы, заданные с использованием следующих параметров.
 - **<имя сигнала произвольной формы>** – строка, которая может указываться в кавычках, которая определяет имя сигнала произвольной формы, загруженного с помощью команд **MMEM:LOAD:DATA[1|2]** или **DATA:ARbitrary**.
 - **<количество повторов>** – строка, которая может указываться в кавычках, определяющая количество повторов сигнала. Это значение может находиться в диапазоне от 1 до 1E6 или бесконечности. Этот элемент распознается аппаратным обеспечением, только если для управления воспроизведением задан повтор.
 - **<управление воспроизведением>** – строка, которая может указываться в кавычках, которая определяет, как сигнал произвольной формы воспроизводится в последовательности:

- **once** – однократное воспроизведение
- **onceWaitTrig** – однократное воспроизведение, а затем ожидание запуска. Сигналы запуска не будут приниматься до завершения воспроизведения заданного сегмента.
- **repeat** – повторение в соответствии с заданным количеством повторов
- **repeatInf** – повтор до остановки (бесконечность)
- **repeatTilTrig** – повтор до получения сигнала запуска, затем переход

Примечание

Если сигнал небольшой, в период между получением сигнала запуска и переключением на следующий сигнал может быть выполнено несколько циклов. Это связано с тем, что необходимо удаление выборок из буфера выборок.

- **<режим маркера>** – строка, которая может указываться в кавычках, которая определяет поведение маркера в сигнале произвольной формы:
 - **maintain** – сохранение текущего состояния маркера в начале сегмента
 - **lowAtStart** – принудительная установка маркера с низким значением в начале сегмента
 - **highAtStart** – принудительная установка маркера с высоким значением в начале сегмента
 - **highAtStartGoLow** – принудительная установка маркера с высоким значением в начале сегмента, а затем маркера с низким значением в точке расположения маркера
- **<точка маркера>** – число, указывающее местоположение маркера на сигнале произвольной формы. Это значение должно быть в диапазоне от 4 до количества точек в сигнале произвольной формы минус 3.
- Если задать сигнал произвольной формы, который еще не загружен, будет сгенерирована ошибка "Specified arb waveform does not exist".

Пример команды DATA:SEquence

С помощью следующей команды создается последовательность (с именем mySequence) из трех сегментов (A.arb, B.arb и C.arb), которые ранее были загружены с носителя USB с помощью команды **MMEMory:LOAD:DATA[1|2]**. В последовательности сегмент A воспроизводится однократно, а сегмент B воспроизводится пять раз. Далее повторно воспроизводится сегмент C во время ожидания сигнала запуска для перехода, в конце воспроизводится сегмент A. Каждый сегмент имеет «точку маркера», для которой задано значение 10.

Команда представлена на нескольких строках для удобства чтения.

```
DATA:SEQ
#3158"mySequence", "USB:\A.arb", 0, once, lowAtStart, 10, "USB:\B.arb", 5, repeat, highAtStart, 10,
"USB:\C.arb", 0, repeatTilTrig, maintain, 10, "USB:\A.arb", 0, once, lowAtStart, 10
```

В большинстве текстовых редакторов можно подсчитать число байтов в блоке, просто выделив текстовую строку. В этом примере задан размер 158, что требует присутствия 3 цифр, поэтому имеем заголовок #3158.

Использование этого метода подразумевает предварительную загрузку всех сигналов произвольной формы, а также установку значений амплитуды и смещения (или максимального и минимального уровня), частоты дискретизации и фильтра. См.

MMEM:LOAD:DATA, чтобы комбинировать всю информации в одном файле, а не создавать передачу блока с использованием нескольких команд SCPI.

[SOURce[1|2]:]DATA:VOLatile:CATalog?

Возвращает содержимое энергозависимой памяти для хранения сигналов, включая сигналы произвольной формы и последовательности.

Параметр	Обычный результат
(нет)	"INT:\BUILTIN\EXP_RISE.ARB", "USB:\XYZ\A.ARB", "USB:\XYZ\B.ARB", "USB:\xyz\xyz.seq"
Получение содержимого энергозависимой памяти для хранения сигналов, включая сигналы A.arb, B.arb и C.arb, которые ранее были загружены для канала 1 с использованием файла последовательности на носителе USB:\xyz\xyz.seq: DATA:VOL:CAT?	

[SOURce[1|2]:]DATA:VOLatile:CLEar

Очищает память для хранения сигналов для заданного канала и выполняет повторную загрузку сигнала по умолчанию.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Удаление содержимого из памяти для хранения сигналов для канала 1 и повторная загрузка сигнала по умолчанию: DATA:VOL:CLE	

[SOURce[1|2]:]DATA:VOLatile:FREE?

Возвращает количество точек, доступных (свободных) в энергозависимой памяти. Каждый сигнал произвольной формы, загруженный в энергозависимую память, занимает пространство, распределенное по блокам из 128 точек, таким образом, сигнал из 8 – 128 точек занимает один такой блок, сигнал из 129 – 256 точек занимает два блока и т. д.

Стандартный прибор оснащен памятью, достаточной для 1 миллиона точек на каждом канале (в моделях серии 33500) или для 4 миллионов точек на каждом канале (для моделей серии 33600). Можно также **увеличить размер памяти до 16 миллионов точек (для серии 33500) или до 64 миллионов точек (для серии 33600).**

Параметр	Обычный результат
(нет)	+382956
Получение информации о емкости свободной энергозависимой памяти, выраженной в виде количества байтов: DATA:VOL:FREE?	

Подсистема DISPlay

Подсистема DISPlay управляет дисплеем прибора.

Пример

С помощью следующей программы выключается дисплей прибора, а затем отображается сообщение о том, что люди не должны прикасаться к прибору.

```
DISP OFF  
DISP:TEXT "Test running. Please do not touch."
```

Команды

Подсистема DISPlay использует следующие команды.

- **DISPlay {ON|1|OFF|0}** – включение или выключение дисплея
- **DISPlay:FOCus** – выбор канала на двухканальном приборе, который будет отображаться на переднем плане
- **DISPlay:TEXT "<string>"** – отображение текстового сообщения на дисплее
- **DISPlay:TEXT:CLear** – удаление текстовых сообщений с дисплея
- **DISPlay:UNIT:ARBRate {SRATe|FREQuency|PERiod}** – выбор единиц частоты сигнала произвольной формы
- **DISPlay:UNIT:PULse {WIDTh|DUTY}** – выбор способа указания длительности импульса
- **DISPlay:UNIT:RATE {FREQuency|PERiod}** – выбор единиц частоты для синусоидального, прямоугольного, пилообразного, треугольного сигналов и импульса
- **DISPlay:UNIT:SWEep {STARTstop|CENTerspan}** – выбор способа указания диапазонов развертки
- **DISPlay:UNIT:VOLT {AMPLitudeoff|HIGHlow}** – выбор способа указания диапазонов напряжения
- **DISPlay:VIEW {STANdard|TEXT|GRAPH|DUAL}** – выбор представления на дисплее

DISPlay {ON|1|OFF|0}

DISPlay?

Отключает или включает дисплей на передней панели. В отключенном состоянии дисплей на передней панели имеет черный цвет, все сигнализаторы отключены. Однако экран остается включенным.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию ON	0 (OFF) или 1 (ON)
Чтобы отключить дисплей: DISP OFF	

- Отключение дисплея увеличивает скорость выполнения команд с интерфейса дистанционного управления и обеспечивает базовый уровень безопасности.
- При отправке команды **DISPlay:TEXT <string>** состояние отображения будет изменено. Можно просматривать сообщения при выключенном отображении.
- Дисплей включается при выключении и последующем включении питания или при возвращении к выполнению локальных операций (с помощью передней панели) путем нажатия кнопки **[Local]** на передней панели.

DISPlay:FOCus {CH1|CH2}

Выбор канала на двухканальном приборе, который будет отображаться на переднем плане.

Параметр	Обычный результат
{CH1 CH2} По умолчанию – CH1	CH1 или CH2
Отображение канала 2 на переднем плане: DISP:FOCus CH2	

DISPlay:TEXT "<string>"

DISPlay:TEXT?

Отображение текстового сообщения на дисплее передней панели.

Параметр	Обычный результат
Строка в кавычках длиной не более 40 символов стандартной клавиатуры, по умолчанию – "".	"Test running. Do not touch."
Отображение сообщения на дисплее: DISP:TEXT "Test in progress..."	

- При отправке команды **DISPlay:TEXT <string>** состояние отображения будет изменено. Можно просматривать сообщения при выключенном отображении.
- Во время отображения сообщения информация, относящаяся к текущей операции прибора, не отправляется на дисплей передней панели.
- Отображаемый текст не может быть изменен с помощью ***RST**. Он удаляется при включении питания.

DISPlay:TEXT:CLEAr

Удаление текстового сообщения с дисплея на передней панели.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Удаление сообщения с дисплея: DISP:TEXT:CLE	

- При использовании команды **DISPlay ON** команда DISP:TEXT:CLEAr возвращает дисплей в нормальное рабочее состояние.
- При использовании команды **DISPlay OFF** команда DISP:TEXT:CLEAr удаляет сообщение, дисплей останется отключенным. Чтобы включить дисплей, отправьте команду **DISPlay ON** или нажмите кнопку **[Local]** на передней панели.
- Отображаемый текст не может быть изменен с помощью ***RST**. Он удаляется при включении питания.

DISPlay:UNIT:ARBRate {SRATe|FREQuency|PERiod}

Выбор единиц измерения частоты сигналов произвольной формы: число выборок в секунду (SRATe), Гц (FREQ) или секунды (PER).

Параметр	Обычный результат
{SRATe FREQuency PERiod}	SRAT, FREQ или PER
По умолчанию используется значение SRATe	
Установка измерения сигналов произвольной формы в секундах: DISP:UNIT:ARBR PER	

- Частота и период сигнала произвольной формы относятся ко времени, в течение которого выполняется один полный цикл сигнала. Например, сигнал из 200 выборок, запущенный с 1 Мвыб./с имеет период, равный 0,0002 с, и частоту, равную 5000 Гц.

DISPlay:UNIT:PULse {WIDTh|DUTY}

Выбор способа указания длительности импульса. Можно указать длительность или коэффициент заполнения.

Параметр	Обычный результат
{WIDTh DUTY}	WIDTh или DUTY
По умолчанию используется WIDTh	
Укажите длительность импульса в процентах (коэффициент заполнения): DISP:UNIT:PULS DUTY	

DISPlay:UNIT:RATE {FREQuency|PERiod}

Выбор единиц измерения частоты синусоидальных, прямоугольных, пилообразных, треугольных сигналов и импульсов: Гц (FREQ) или секунды (PER).

Параметр	Обычный результат
{FREQuency PERiod} По умолчанию используется FREQuency	FREQ или PER
Выбор единицы измерения "Гц": DISP:UNIT:RATE FREQ	

DISPlay:UNIT:SWEep {STARtstop|CENTerspan}

Выбор способа указания диапазона частоты развертки. В качестве диапазона можно указать значение начала и остановки или диапазон, окружающий центральное значение.

Параметр	Обычный результат
{STARtstop CENTerspan} По умолчанию используется STARtstop	STAR или CENT
В следующих примерах используется развертка от 10 до 500 Гц: DISP:UNIT:SWE STAR FREQ:STAR 10 FREQ:STOP 500 DISP:UNIT:SWE CENT FREQ:SPAN 490 FREQ:CENT 255	

- Чтобы нарастить частоту, установите положительный диапазон частот; чтобы снизить частоту, установите отрицательный диапазон частот.

DISPlay:UNIT:VOLT {AMPLitudeoff|HIGHlow}

Выбор способа указания диапазонов напряжения. Диапазон напряжения можно указать в виде амплитуды и смещения или в виде верхнего и нижнего значения.

Параметр	Обычный результат
{AMPLitudeoff HIGHlow} По умолчанию: AMPLitudeoff	AMPL или HIGH
В следующих примерах используется напряжение сигнала от 1 до 4 В: DISP:UNIT:VOLT HIGH VOLT:LOW 1 VOLT:HIGH 4 DISP:UNIT:VOLT:AMPL VOLT 3 VOLT OFFS 2.5	

DISPlay:VIEW {STANdard|TEXT|GRAPh|DUAL}

Выбор макета экрана.

Параметр	Обычный результат
{STANdard TEXT GRAPh DUAL} По умолчанию используется STANdard	STAN, TEXT, GRAP или DUAL
Выберите крупное представление графика: DISP:VIEW GRAP	

- Ключевые слова STANdard, TEXT, GRAPh и DUAL соответствуют программируемым кнопкам **Standard View**, **Large Text**, **Large Graph** и **CH1/CH2** в меню [System] > System Setup > Screen Layout.

Подсистема ЧМ

Подсистема включает операции, необходимые для создания сигнала частотной модуляции (FM).

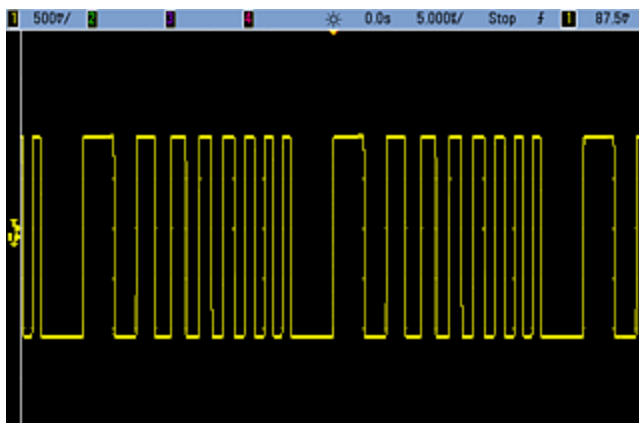
1. **Выполните настройку несущего сигнала:** с помощью команд **FUNCtion**, **FREQuency**, **VOLTage** и **VOLTage:OFFSet** установите функцию, частоту, амплитуду и смещение несущего сигнала.
2. **Выберите источник модуляции (внутренний, внешний, CH1 или CH2):** **FM:SOURce**. При использовании внешнего источника модуляции пропустите шаги 3 и 4.
3. **Выберите модулирующий сигнал:** **FM:INTernal:FUNCtion**
4. **Задайте модулирующую частоту:** **FM:INTernal:FREQuency**

5. **Задайте пиковое значение девиации частоты:** **FM:DEVIation**

6. **Включите частотную модуляцию:** **FM:STATe:ON**

С помощью приведенного далее кода будет создано изображение экрана осциллографа, показанное ниже.

```
FUNCTION SQU  
FREQuency +4.0E+05  
VOLTage +1.0  
VOLTage:OFFset 0.0  
FM:SOURce INT  
FM:DEVIation +3.5e5  
FM:INTernal:FREQuency +5e4  
FM:INTernal:FUNCTION RAMP  
FM:STATe 1  
OUTP 1
```



[SOURce[1|2]:]FM[:DEViation] {<peak_deviation_in_Hz>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]FM[:DEViation]? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт пиковую девиацию частоты в Гц. Это значение представляет пиковое отклонение частоты *модулированного* сигнала от частоты несущей.

Параметр	Обычный результат
1 мГц – 15,05 (ограничение до 150 кГц для сигналов пилообразной формы); по умолчанию 100 Гц	+1,0000000000000000E+03
Задайте пиковое значение девиации частоты 1 кГц: FM:DEV 1000 Задайте пиковое значение девиации частоты, равное 1 мГц: FM:DEV MIN	

- Значение девиации не может превышать значение частоты несущей. При попытке задать значение девиации, превышающее значение частоты несущей (при включенной частотной модуляции) прибор отрегулирует девиацию до максимального значения, допустимого для конкретной частоты несущей. *При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict".*
- Сумма несущей частоты и девиации не может превышать сумму выбранной максимальной частоты функции и 100 кГц. При попытке установить недопустимое значение для девиации прибор автоматически отрегулирует это значение до максимально допустимого значения для имеющейся несущей частоты. Также в интерфейсе дистанционного управления отобразится сообщение об ошибке "Data out of range".
- Если вследствие применения значения девиации сигнал несущей выйдет за границы частотного диапазона для текущего коэффициента заполнения (только для сигналов прямоугольной формы), прибор отрегулирует коэффициент заполнения до максимального значения, допустимого для текущей частоты несущей. *При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict".*
- При выборе модулирующего источника *External* отклонение будет контролироваться с помощью уровня сигнала ± 5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если девиация частоты составляет 100 кГц, то уровень сигнала +5 В (при необходимости +1 В для серии 33600) будет соответствовать увеличению частоты на 100 кГц. Чем меньше уровни внешних сигналов, тем меньше девиация, а при использовании отрицательных уровней сигналов частота становится меньше частоты несущего сигнала.

[SOURce[1|2]:]FM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]FM:INTernal:FREQuency? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт частоту модулирующего сигнала. Сигнал модулирующего источника использует эту частоту, находящуюся в диапазоне частот этого сигнала.

Параметр	Обычный результат
от 1 мГц до максимального значения, разрешенного для внутренней функции . По умолчанию 10 Гц	+1,000000000000000E+04
Установите частоту модуляции 10 кГц: FM:INT:FREQ 10000	

- При выборе произвольного сигнала в качестве модулирующего источника в качестве частоты будет использоваться частота произвольного сигнала, которая определяется частотой дискретизации и числом точек в сигнале произвольной формы.
- При использовании произвольного сигнала для модулирующего источника изменение этого параметра приводит к изменению кэшированных метаданных, представляющих частоту дискретизации произвольного сигнала. Также частоту модуляции произвольного сигнала можно изменить с помощью команд **FUNCTION:ARbitrary:FREQuency**, **FUNCTION:ARbitrary:PERiod** и **FUNCTION:ARbitrary:SRATe**. Эти команды имеют непосредственную связь с командой частоты модуляции, что позволяет сохранять настройки произвольного сигнала такими, какими они были при последнем воспроизведении. При последующем выключении модуляции и выборе произвольного сигнала, который был выбран в качестве текущей функции, его частота дискретизации (и соответствующая частота в зависимости от числа точек) будет такой же, как при последнем воспроизведении сигнала в качестве источника модуляции.
- Если внутренней функцией является TRiangle, UpRamp или DnRamp, максимальная частота ограничивается 200 кГц на приборах серии 33500 или 800 кГц – на приборах серии 33600. Если в качестве внутренней функции установлено значение PRBS, частота зависит от скорости передачи в битах и ограничена, **как указано здесь**.
- Эта команда предназначена только для использования с внутренним источником модуляции (**FM:SOURce INTernal**).

[SOURce[1|2]:]FM:INTernal:FUNCtion <function>

[SOURce[1|2]:]FM:INTernal:FUNCtion?

С помощью этой команды можно выбрать форму модулирующего сигнала.

Параметр	Обычный результат
{SINusoid SQUare RAMP NRAMP TRIangle NOISe PRBS ARB}, по умолчанию используется параметр SINusoid Просмотрите сигналы внутренних функций.	SIN, SQU, RAMP, NRAMP, TRI, NOIS, PRBS или ARB
Выберите синусоидальный сигнал в качестве модулирующего сигнала. FM:INT:FUNC SIN	

- Эта команда предназначена только для использования с внутренним источником модуляции (FM:SOURce INTernal).
- Некоторые комбинации несущей и внутренних функций недопустимы: сигнал псевдослучайной двоичной последовательности для несущей и внутренняя функция двоичной псевдослучайной последовательности, сигнал произвольной формы для несущей и внутренняя функция произвольной формы.
- Можно использовать шум в качестве модулирующего сигнала, но нельзя использовать шум, импульс или постоянный ток в качестве несущего сигнала.

[SOURce[1|2]:]AM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]AM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]BPSK:SOURce {INTernal|EXTernal}
[SOURce[1|2]:]BPSK:SOURce?

[SOURce[1|2]:]FM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]FM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]FSKey:SOURce {INTernal|EXTernal}
[SOURce[1|2]:]FSKey:SOURce?

[SOURce[1|2]:]PM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]PM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]PWM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]PWM:SOURce?

Выбор источника модулирующего сигнала.

Параметр	Обычный результат
{INTernal EXTernal CH1 CH2}, по умолчанию INTernal. BPSK и FSKey не могут принимать значение CH1 или CH2	INT, EXT, CH1 или CH2
Выбор внешнего источника модуляции: AM:SOUR EXT (также можно использовать FM, BPSK, FSK, PM или PWM на AM)	

- При выборе источника EXternal сигнал несущей модулируется с использованием внешнего сигнала. В частности происходит следующее.
 - **AM:** Управление глубиной модуляции осуществляется с помощью сигнала на уровне ± 5 В (или, дополнительно, с помощью сигнала на уровне ± 1 В для серии 33600) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если глубина модуляции (AM[:DEPT_h]) составляет 100%, то при сигнале модуляции +5 В (или, дополнительно, +1 В для серии 33600) выходная амплитуда будет максимальной. Таким же образом, при использовании сигнала модуляции -5 В (или, дополнительно, -1 В для серии 33600) выходная амплитуда будет минимальной.
 - **FM:** При выборе модулирующего источника *External* отклонение будет контролироваться с помощью уровня сигнала ± 5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если девиация частоты составляет 100 кГц, то уровень сигнала +5 В (при необходимости +1 В для серии 33600) будет соответствовать увеличению частоты на 100 кГц. Чем меньше уровни внешних сигналов, тем меньше девиация, а при использовании отрицательных уровней сигналов частота становится меньше частоты несущего сигнала.
 - **PM:** При использовании внешнего модулирующего источника отклонение будет контролироваться с помощью уровня сигнала ± 5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если в качестве девиации частоты установлено значение 180 градусов, уровень сигнала +5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) соответствует девиации фазы +180 градусов. Более низкие уровни внешних сигналов имеют меньшую девиацию, а отрицательные уровни сигналов имеют отрицательную девиацию.
 - **Выбранной функцией является импульс:** ширина импульса или девиация коэффициента заполнения импульса управляется сигналом ± 5 В (дополнительно ± 1 В на моделях серии 33600), который присутствует на разъеме **Modulation In** на задней панели. Например, если для девиации ширины импульса установлено значение 50 мкс с помощью команды PWM:DEVIation, то сигнал +5 В (дополнительно ± 1 В на моделях серии 33600) соответствует увеличению ширины на 50 мкс. Чем ниже уровни внешних сигналов, тем меньше девиация.
- При использовании источника EXternal выходная фаза (ДФМ) или частота (ЧМн) определяется уровнем сигнала на разъеме **Ext Trig** на задней панели. Когда подается логический сигнал низкого уровня, выводится сигнал с фазой несущей или частотой несущей. Когда подается логический сигнал высокого уровня, выводится сигнал со сдвигом фазы или с частотой скачка.
- Максимальная скорость внешнего сигнала ДФМ равна 1 МГц, максимальная скорость сигнала ЧМн равна 1 МГц.
- **Примечание:** разъем, который используется для внешне управляемых сигналов ДФМ и ЧМн (**Trig In**), не является разъемом, который используется для внешне модулированных сигналов АМ, ЧМ, ИМ и ШИМ (**Modulation In**). Когда разъем **Trig In** используется для сигналов ДФМ и ЧМн, для него нельзя настроить полярность фронта и нельзя применить команду TRIGger[1|2]:SLOPe.

- При использовании источника INternal скорость, при которой выходная фаза (Д Ф М) или частота (ЧМн) "сдвигается" между фазой несущей или частотой и изменяемой фазой или частотой, определяется скоростью Д Ф М (BPSK:INternal:RATE) или скоростью ЧМн (FSKey:INternal:RATE).
- Канал не может служить источником модуляции для самого себя.

См. также

INPut:ATTenuation[:STATe]

Подсистема АМ

Подсистема BPSK

Подсистема ЧМ

Подсистема FSKey

Подсистема РМ

Подсистема ШИМ

[SOURCE[1|2]:]AM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]AM:STATe?

[SOURCE[1|2]:]BPSK:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]BPSK:STATe?

[SOURCE[1|2]:]FM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]FM:STATe?

[SOURCE[1|2]:]FSKey:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]FSKey:STATe?

[SOURCE[1|2]:]PM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]PM:STATe?

[SOURCE[1|2]:]PWM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]PWM:STATe?

Включает или отключает модуляцию.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию: OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
Включение AM (можно также использовать FM, BPSK, FSK, PM или PWM): AM:STAT ON	

- Во избежание многократного изменения сигнала активируйте модуляцию после настройки остальных параметров модуляции.
- Одновременно можно активировать только один режим модуляции.
- Прибор не запустит модуляцию, пока включена развертка или пакетный режим. При включении модуляции развертка или пакетный режим отключается.
- ШИМ включается, только когда выбрана импульсная функция.

См. также

Подсистема AM

Подсистема BPSK

Подсистема ЧМ

Подсистема FSKey

Подсистема PM

Подсистема ШИМ

FORMat:BORDer {NORMal|SWAPped}
FORMat:BORDer?

Задаёт порядок байтов, используемый при передаче точек двоичных данных в режиме блока.

Параметр	Обычный результат
{ NORMal SWAPped}, по умолчанию NORMal	NORM или SWAP
Установите порядок SWAPped: FORM:BORD SWAP	

- **NORMal:** первым идет старший байт каждой точки данных. Устанавливайте этот параметр при использовании библиотек Keysight IO.
- **SWAPped:** первым идет младший байт каждой точки данных. В большинстве компьютеров используется эта схема.

Подсистема FREQuency

Подсистема FREQuency задает выходную частоту прибора. При использовании двухканальных приборов частоты каналов можно объединять разными способами.

FREQuency:COUPle[:STATe] {ON|OFF|ONCE} включает или отключает объединение; при использовании значения ONCE частота одного канала копируется на другой, но объединение не выполняется.

FREQuency:COUPle:MODE {OFFSet|RATio} позволяет указать режим объединения частот.

FREQuency:MODE позволяет задать режим частоты для развертки, списка частот или фиксированной частоты.

Пример

Остальные команды FREQuency используются для генерирования развертки; краткое описание приведено ниже.

1. **Выберите форму, амплитуду и смещение сигнала:** для выбора функции, частоты, амплитуды и смещения используйте команду **APPLy** или команды **FUNcTion**, **FREQuency**, **VOLTage** и **VOLTage:OFFSet**. Можно выбрать любой сигнал произвольной формы.
2. **Установите границы частоты для развертки:** **FREQuency:STARt** и **FREQuency:STOP** или **FREQuency:CENTer** и **FREQuency:SPAN**.
3. **Выберите режим развертки (линейная или логарифмическая):** **SWEEp:SPACing**
4. **Задайте время развертки в секундах:** **SWEEp:TIME**
5. **Выберите источник запуска развертки:** **TRIGger[1|2]:SOURce**
6. **Задайте частоту, на которой сигнал на разъеме Sync на передней панели начинает понижаться во время развертки (дополнительно):** **MARKer:FREQuency**

```
[SOURce[1|2]:]FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}  
[SOURce[1|2]:]FREQuency? [{MINimum|MAXimum}]
```

Задает выходную частоту. Данная команда используется вместе с командой **FUNcTion:PULSe:PERiod**; команда, выполняемая последней, отменяет другую команду.

Параметр	Обычный результат
От 1 мГц до максимальной частоты прибора . По умолчанию 1 кГц.	+1,0000000000000000E+03
Установите выходную частоту, равную 60 Гц: FREQ 60	

- Функциональные ограничения. Предельные значения частоты зависят от выбранной функции, как показано в таблице выше. Если отправить команду, определяющую частоту, которая не соответствует значениям заданного диапазона для текущей функции, отобразится ошибка. Например, если текущей функцией является пилообразная функция, при отправке команды FREQ 20 MHz генерируется ошибка "Data out of range" и для частоты устанавливается значение 200 кГц (для моделей серии 33500) или 800 кГц (для моделей 33600), которое является максимальным значением для сигнала пилообразной формы.

[SOURce[1|2]:]FREQuency:CENTer {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:CENTer? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт центральную частоту. Используется с частотным диапазоном для развертки частоты.

Параметр	Обычный результат
От 1 мГц до максимальной частоты прибора , по умолчанию используется значение 550 Гц	+1,000000000000000E+03
Установите для центральной частоты развертки значение 1 кГц: FREQ:CENT 1000	

- В следующем уравнении показано, как центральная частота ограничивается частотой диапазона.

$$\text{Центральная частота (макс.)} = \text{макс. частота сигнала} - (\text{диапазон}/2)$$

- В следующем уравнении показано, как центральная частота связана с частотами начала и остановки.

$$\text{Центральная частота} = |(\text{частота остановки} - \text{частота начала})|/2$$

[SOURce[1|2]:]FREQuency:COUPle[:STATe] {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:COUPle[:STATe]?

Включает/отключает объединение частот между каналами в двухканальном приборе.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию используется значение OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
Включите режим объединения частот: FREQ:COUP ON	

- При установке значения ON начинается объединение частот, как задано командой **FREQuency:COUPle:MODE**.
- Если текущее значение смещения или соотношения, объединенное с текущими настройками частоты, приведет к тому, что одно из значений частоты превысит диапазон частотных характеристик прибора, прибор сгенерирует ошибку и значение частоты, которое вышло за пределы диапазона, будет уменьшено до максимального или минимального значения.
- Если для режима установлен параметр RATIO и его значение 1,0 все еще выходит за пределы диапазона характеристик одного из каналов (например, на канале 1 выводится синусоидальный сигнал 3 МГц, а на канале 2 - сигнал пилообразной формы, и это значение является слишком высоким), будет сгенерировано сообщение об ошибке, и для команды FREQuency:COUPle будет установлено значение OFF.

[SOURce[1|2]:]FREQuency:COUPle:MODE {OFFSet|RATio}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:COUPle:MODE?

Задаёт тип объединения частот между объединяемыми каналами; команда OFFSet задаёт постоянное значение смещения частоты между каналами; команда RATio задаёт постоянное соотношение между частотами каналов.

Параметр	Обычный результат
{OFFSet RATio}, по умолчанию используется значение RATio с соотношением 1,0	OFFS или RAT
Установите режим объединения частот OFFSet: FREQ:COUP:MODE OFFS	

- Значением по умолчанию для объединения частот при включении питания является OFF.
- Указание источника SOURce1 или SOURce2 является необязательным; один режим объединения для двух каналов можно задать с помощью одного из этих синтаксисов.

[SOURce[1|2]:]FREQuency:COUPle:OFFSet {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:COUPle:OFFSet?

Задаёт частоту смещения, когда для прибора установлен режим объединения частот OFFSet.

Параметр	Обычный результат
Число между плюсом и минусом максимальной частоты сигнала прибора; по умолчанию используется значение 0.	+7.650000000000000E+05
<p>Установите для частоты канала 2 значение, которое больше частоты на канале 1 на 10,245 МГц: FREQ:COUP:OFFS 10.245 MHZ</p> <p>Установите для частоты канала 1 значение, которое больше частоты на канале 2 на 350 кГц: SOUR2:FREQ:COUP:OFFS 350 KHZ</p> <p>Установите для частоты канала 1 значение, которое меньше частоты на канале 2 на 455 кГц: SOUR2:FREQ:COUP:OFFS -455 KHZ</p>	

- Канал SOURce (SOURce1 или SOURce2) используется как опорный канал и значение OFFSet применяется к другому каналу. Например, предположим, что для прибора заданы режимы **FREQ:COUPLE:STATE ON** и **FREQ:COUPLE:MODE OFFSET** (включен режим смещения частоты) и канал 1 работает с частотой 1,0 МГц. При использовании команды SOURce1:FREQuency:COUPle:OFFSet 500 для канала 1 останется заданной частота 1,0 МГц, а для канала 2 будет установлено значение 1,5 МГц. При изменении частоты одного из каналов частота другого канала будет изменяться для сохранения смещения, равного 500 кГц.
 - Если связь по частоте приведет к превышению установленных технических характеристик прибора для частоты на канале для текущих функций, будет зафиксирована ошибка команды, а для частоты будет установлено ее максимальное или минимальное допустимое значение для этого канала.
 - Связь по частоте недопустима при использовании произвольных сигналов, однако для произвольных сигналов можно выполнить связь по частоте дискретизации.

[SOURce[1|2]:]FREQuency:COUPle:RATio <ratio>

[SOURce[1|2]:]FREQuency:COUPle:RATio?

Задаёт соотношение смещения между частотами каналов в режиме объединения частот RATio.

Параметр	Обычный результат
0,001 – 1000, по умолчанию 1	+7.500000000000000E-01
Установите для частоты канала 2 значение, которое вдвое больше частоты на канале 1: FREQ:COUP:RAT 2.0	
Установите для частоты канала 1 значение, которое больше частоты на канале 2 в 3,14 раза: SOUR2:FREQ:COUP:RAT 3.14	

- Канал SOURce (SOURce1 или SOURce2) используется как опорный канал и значение RATIO применяется к другому каналу. Например, предположим, что для прибора заданы режимы **FREQuency:COUPle ON** и **FREQuency:COUPle:MODE RATio**. Более того, предположим, что канал 1 работает с частотой 2 кГц, а канал 2 – с частотой 10 кГц. При использовании команды SOURce1:FREQuency:COUPle:RATio 2.5 канал 1 продолжит работать с частотой 2 кГц, а для канала 2 будет установлена частота 5 кГц. При изменении частоты одного из каналов частота другого канала будет изменена для сохранения соотношения 2,5.
- Если связь по частоте приведет к превышению установленных технических характеристик прибора для частоты на канале для текущих функций, будет зафиксирована ошибка команды, а для частоты будет установлено ее максимальное или минимальное допустимое значение для этого канала.
- Связь по частоте недопустима при использовании произвольных сигналов, однако для произвольных сигналов можно выполнить связь по частоте дискретизации.

[SOURce[1|2]:]FREQuency:MODE {CW|LIST|SWEep|FIXed}

[SOURce[1|2]:]FREQuency:MODE?

Задаёт тип частотного режима в виде непрерывного сигнала с фиксированной частотой (CW или FIXed), разверткой частоты (SWEep) или списком частот (LIST).

Параметр	Обычный результат
{CW LIST SWEep FIXed}, по умолчанию используется CW	CW, LIST, SWE или FIX
Установите режим частоты LIST: FREQ:MODE LIST	

- Если для режима установлен список, используйте команду **LIST:FREQuency**, чтобы задать список частот.

[SOURce[1|2]:]FREQuency:SPAN {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:SPAN? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт частотный диапазон (используемый с *центральной частотой*) для развертки частоты.

Параметр	Обычный результат
± максимальной частоты сигнала прибора, по умолчанию используется 900 Гц	+1,0000000000000000E+02
Установите для диапазона частоты развертки значение 100 кГц: FREQ:SPAN 100 KHZ	

- В следующем уравнении показано ограничение максимального диапазона частот:

Диапазон частот (макс.) = (макс. частота для выбранного сигнала - центральная частота) X 2

- В следующем уравнении показана связь между диапазоном и частотами начала/остановки.

Диапазон частот = частота остановки - частота начала

- Чтобы нарастить частоту, установите положительный диапазон частот; чтобы снизить частоту, установите отрицательный диапазон частот.

[SOURce[1|2]:]FREQuency:STARt {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:STARt? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]FREQuency:STOP {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:STOP? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт частоту начала и остановки для развертки частоты.

Параметр	Обычный результат
± максимальной частоты сигнала прибора, по умолчанию используется значение 100 Гц	+1,0000000000000000E+02
Установите для частоты начала и остановки развертки значения 100 Гц и 1 кГц соответственно: FREQ:STAR 100 FREQ:STOP 1000	

Подсистема FSKey

Подсистема FSKey конфигурирует сигнал частотной манипуляции (ЧМн).

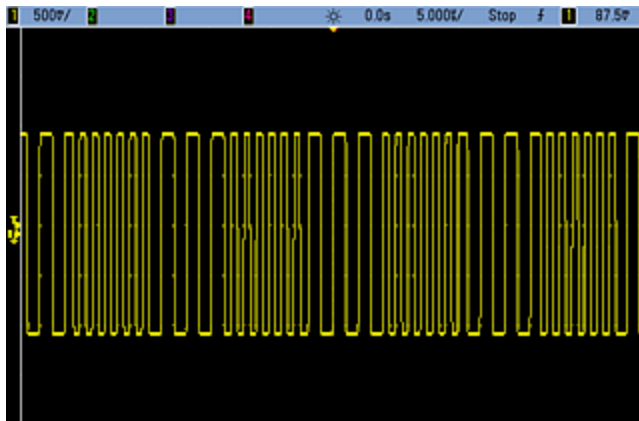
Пример

Здесь кратко описаны действия, необходимые для генерирования сигнала частотной манипуляции.

1. Используйте команды `FUNCTION`, `FREQUENCY`, `VOLTage` и `VOLTage:OFFSET` для выбора функции, частоты, амплитуды и смещения сигнала несущей.
2. **Выберите источник модуляции (внутренний, внешний, CH1 или CH2):** `FSK:SOURce`.
При использовании внешнего источника модуляции пропустите шаги 3 и 4.
3. **Выберите резервную частоту (значение скачка):** `FSK:FREQuency`
4. **Задайте скорость частотной манипуляции:** `FSK:INTernal:RATE`
5. **Включите модуляцию частотной манипуляции:** `FSK:STATe ON`

С помощью приведенного далее кода будет создано изображение экрана осциллографа, показанное ниже.

```
FUNCTION SQU  
FREQuency +1e6  
VOLTage +1.0  
VOLTage:OFFSET 0.0  
FSKey:SOURce INT  
FSKey:FREQuency +5e5  
FSKey:INTernal:RATE +8e4  
FSKey:STATe 1  
OUTPut1 1
```



[SOURce[1|2]:]FSKey:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FSKey:FREQuency? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт резервную частоту частотной манипуляции (или значение скачка).

Параметр	Обычный результат
От 1 мГц до максимальной частоты сигнала прибора , по умолчанию 100 Гц	+1,0000000000000000E-06
Установите частоту скачка, равную 10 кГц: FSK:FREQ 10000 Установите частоту скачка, равную 1 мГц: FSK:FREQ MIN	

[SOURce[1|2]:]FSKey:INTernal:RATE {<rate_in_Hz>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]FSKey:INTernal:RATE? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт скорость, с которой выходная частота "сдвигается" между несущей и скачком по частоте.

Параметр	Обычный результат
От 0,125 мГц до 1 МГц, по умолчанию 10 Гц	+1,0000000000000000E+01
Задайте скорость частотной манипуляции, равную 10 кГц: FSK:INT:RATE 10000 Задайте скорость частотной манипуляции, равную 1 мГц: FSK:INT:RATE MIN	

- Скорость частотной манипуляции используется только с внутренним источником (**FSK:SOURce INTernal**).
- Модулирующим сигналом является сигнал прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50 %.

[SOURce[1|2]:]AM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]AM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]BPSK:SOURce {INTernal|EXTernal}
[SOURce[1|2]:]BPSK:SOURce?

[SOURce[1|2]:]FM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]FM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]FSKey:SOURce {INTernal|EXTernal}
[SOURce[1|2]:]FSKey:SOURce?

[SOURce[1|2]:]PM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]PM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]PWM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]PWM:SOURce?

Выбор источника модулирующего сигнала.

Параметр	Обычный результат
{INTernal EXTernal CH1 CH2}, по умолчанию INTernal. BPSK и FSKey не могут принимать значение CH1 или CH2	INT, EXT, CH1 или CH2
Выбор внешнего источника модуляции: AM:SOUR EXT (также можно использовать FM, BPSK, FSK, PM или PWM на AM)	

- При выборе источника EXternal сигнал несущей модулируется с использованием внешнего сигнала. В частности происходит следующее.
 - **AM:** Управление глубиной модуляции осуществляется с помощью сигнала на уровне ± 5 В (или, дополнительно, с помощью сигнала на уровне ± 1 В для серии 33600) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если глубина модуляции (AM[:DEPTH]) составляет 100%, то при сигнале модуляции +5 В (или, дополнительно, +1 В для серии 33600) выходная амплитуда будет максимальной. Таким же образом, при использовании сигнала модуляции -5 В (или, дополнительно, -1 В для серии 33600) выходная амплитуда будет минимальной.
 - **FM:** При выборе модулирующего источника External отклонение будет контролироваться с помощью уровня сигнала ± 5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если девиация частоты составляет 100 кГц, то уровень сигнала +5 В (при необходимости +1 В для серии 33600) будет соответствовать увеличению частоты на 100 кГц. Чем меньше уровни внешних сигналов, тем меньше девиация, а при использовании отрицательных уровней сигналов частота становится меньше частоты несущего сигнала.
 - **PM:** При использовании внешнего модулирующего источника отклонение будет контролироваться с помощью уровня сигнала ± 5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если в качестве девиации частоты установлено значение 180 градусов, уровень сигнала +5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) соответствует девиации фазы +180 градусов. Более низкие уровни внешних сигналов имеют меньшую девиацию, а отрицательные уровни сигналов имеют отрицательную девиацию.
 - **Выбранной функцией является импульс:** ширина импульса или девиация коэффициента заполнения импульса управляется сигналом ± 5 В (дополнительно ± 1 В на моделях серии 33600), который присутствует на разъеме **Modulation In** на задней панели. Например, если для девиации ширины импульса установлено значение 50 мкс с помощью команды PWM:DEVIation, то сигнал +5 В (дополнительно ± 1 В на моделях серии 33600) соответствует увеличению ширины на 50 мкс. Чем ниже уровни внешних сигналов, тем меньше девиация.
- При использовании источника EXternal выходная фаза (ДФМ) или частота (ЧМн) определяется уровнем сигнала на разъеме **Ext Trig** на задней панели. Когда подается логический сигнал низкого уровня, выводится сигнал с фазой несущей или частотой несущей. Когда подается логический сигнал высокого уровня, выводится сигнал со сдвигом фазы или с частотой скачка.
- Максимальная скорость внешнего сигнала ДФМ равна 1 МГц, максимальная скорость сигнала ЧМн равна 1 МГц.
- **Примечание:** разъем, который используется для внешне управляемых сигналов ДФМ и ЧМн (**Trig In**), не является разъемом, который используется для внешне модулированных сигналов АМ, ЧМ, ИМ и ШИМ (**Modulation In**). Когда разъем **Trig In** используется для сигналов ДФМ и ЧМн, для него нельзя настроить полярность фронта и нельзя применить команду **TRIGger[1|2]:SLOPe**.

- При использовании источника INternal скорость, при которой выходная фаза (Д Ф М) или частота (ЧМн) "сдвигается" между фазой несущей или частотой и изменяемой фазой или частотой, определяется скоростью Д Ф М (BPSK:INternal:RATE) или скоростью ЧМн (FSKey:INternal:RATE).
- Канал не может служить источником модуляции для самого себя.

См. также

INPut:ATTenuation[:STATe]

Подсистема AM

Подсистема BPSK

Подсистема ЧМ

Подсистема FSKey

Подсистема PM

Подсистема ШИМ

[SOURce[1|2]:]AM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]AM:STATe?

[SOURce[1|2]:]BPSK:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]BPSK:STATe?

[SOURce[1|2]:]FM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]FM:STATe?

[SOURce[1|2]:]FSKey:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]FSKey:STATe?

[SOURce[1|2]:]PM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]PM:STATe?

[SOURce[1|2]:]PWM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]PWM:STATe?

Включает или отключает модуляцию.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию: OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
Включение AM (можно также использовать FM, BPSK, FSK, PM или PWM): AM:STAT ON	

- Во избежание многократного изменения сигнала активируйте модуляцию после настройки остальных параметров модуляции.
- Одновременно можно активировать только один режим модуляции.
- Прибор не запустит модуляцию, пока включена развертка или пакетный режим. При включении модуляции развертка или пакетный режим отключается.
- ШИМ включается, только когда выбрана импульсная функция.

См. также

Подсистема AM

Подсистема BPSK

Подсистема ЧМ

Подсистема FSKey

Подсистема PM

Подсистема ШИМ

Подсистема FUNCtion

Подсистема FUNCtion используется для конфигурации выходной функции прибора.

- [SOURce[1|2]:]FUNCtion <function> – вывод сигнала
- [SOURce[1|2]:]FUNCtion:ARBitrary {<filename>} – сигнал произвольной формы (.arb/barb) или последовательность (.seq), которая ранее была загружена в энергозависимую память с помощью команды MMEMory:LOAD:DATA[1|2].
- [SOURce[1|2]:]FUNCtion:ARBitrary:ADVance {TRIGger|SRATe} – метод перехода к следующей точке данных сигнала произвольной формы.
- FUNCtion:ARBitrary:BALance[:STATe] {ON|1|OFF|0} – (только для опции IQ Player) состояние (включение/выключение) для балансирования канала двоичного сигнала произвольной формы
- FUNCtion:ARBitrary:BALance:GAIN {<percent>|MINimum|MAXimum|DEFine} – (только для опции IQ Player) балансирование усиления для двоичных сигналов произвольной формы
- FUNCtion:ARBitrary:BALance:OFFSet[1|2] {<volts>|MINimum|MAXimum|DEFault} – (только для опции IQ Player) смещение отдельных каналов двоичных сигналов произвольной формы
- [SOURce[1|2]:]FUNCtion:ARBitrary:FILTer {NORMal|STEP|OFF} – фильтр для сигнала произвольной формы
- [SOURce[1|2]:]FUNCtion:ARBitrary:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault} – частота сигнала произвольной формы
- [SOURce[1|2]:]FUNCtion:ARBitrary:PERiod {<period>|MINimum|MAXimum|DEFault} – период сигнала произвольной формы
- [SOURce[1|2]:]FUNCtion:ARBitrary:POINts? – количество точек (выборок) в текущем сигнале произвольной формы
- [SOURce[1|2]:]FUNCtion:ARBitrary:PTPeak {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFault} – полная амплитуда напряжения сигнала произвольной формы
- FUNCtion:ARBitrary:SKEW[:STATe] {ON|1|OFF|0} – (только для опции IQ Player) состояние (включение/выключение) для искажения двоичного сигнала произвольной формы
- FUNCtion:ARBitrary:SKEW:TIME [{<time>|MINimum|MAXimum|DEFault}] – (только для опции IQ Player) время искажения в секундах
- [SOURce[1|2]:]FUNCtion:ARBitrary:SRATe {<sample_rate>|MINimum|MAXimum|DEFault} – частота дискретизации для сигнала произвольной формы
- [SOURce[1|2]:]FUNCtion:ARBitrary:SYNChronize – перезапуск сигналов произвольной формы одновременно с первой выборки обоих сигналов
- [SOURce[1|2]:]FUNCtion:NOISe:BANDwidth {<bandwidth>|MINimum|MAXimum|DEFault} – полоса пропускания сигнала NOISe
- [SOURce[1|2]:]FUNCtion:PRBS:BRATe {<bit_rate>|MINimum|MAXimum|DEFault} – скорость в битах для сигнала псевдослучайной двоичной последовательности

- [SOURce[1|2]:]FUNCTION:PRBS:DATA <sequence_type> – тип последовательности сигнала псевдослучайной двоичной последовательности
- [SOURce[1|2]:]FUNCTION:PRBS:TRANSition[:BOTH] {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFAULT} – время передачи фронта для обоих фронтов сигнала псевдослучайной двоичной последовательности
- [SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:DCYCLE {<percent>|MINimum|MAXimum|DEFAULT} – коэффициент заполнения импульса для импульсного сигнала
- [SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:HOLD {WIDTH|DCYCLE} – возможность сохранения постоянных значений длительности импульса или коэффициента заполнения при изменении других параметров
- [SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFAULT} – период для импульсного сигнала
- [SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:TRANSition:LEADing {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:TRANSition:TRAILing {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:TRANSition[:BOTH] {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFAULT} – время фронта импульсного сигнала
- [SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:WIDTh {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFAULT} – длительность импульсного сигнала
- [SOURce[1|2]:]FUNCTION:RAMP:SYMMetry {<percent>|MINimum|MAXimum|DEFAULT} – процентное выражение симметрии для сигнала пилообразной формы
- [SOURce[1|2]:]FUNCTION:SQUare:DCYCLE {<percent>|MINimum|MAXimum} – коэффициент заполнения в процентах для сигнала прямоугольной формы
- [SOURce[1|2]:]FUNCTION:SQUare:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFAULT} – период сигнала прямоугольной формы

[SOURce[1|2]:]FUNCtion <function>

[SOURce[1|2]:]FUNCtion?

Выбирает выходную функцию.

Параметр	Обычный результат
{SINusoid SQUare TRIangle RAMP PULSe PRBS NOISe ARB DC}, по умолчанию SINusoid	SIN, SQU, TRI, RAMP, PULS, PRBS, NOIS, ARB или DC
Установка вывода синусоидального сигнала на канале 2: SOUR2:FUNC SIN	

- Выбранный сигнал (кроме сигнала произвольной формы) выводится с использованием ранее выбранного значения частоты, амплитуды и настроек смещения напряжения. Сигналы произвольной формы воспроизводятся в соответствии с настройками, заданными в файле сигнала произвольной формы. Новые сигналы произвольной формы наследуют текущие настройки сигнала произвольной формы.
- NOISe генерирует белый гауссов шум с регулируемой полосой пропускания и коэффициентом амплитуды, приблизительно равным 3,5.
- PRBS генерирует псевдослучайный шум с использованием выбираемых пользователем методов на основе линейного регистра сдвига с обратными связями.
- ARB генерирует сигнал произвольной формы, выбранный на текущий момент с помощью команды **FUNCtion:ARBitrary**.
- Функциональные ограничения. При переходе к функции, максимальная частота которой меньше частоты текущей функции, частота регулируется до максимального значения для новой функции. Например, если перейти от синусоидального сигнала с высокой частотой к пилообразной функции, прибор отрегулирует выходную частоту до 200 кГц (верхнее предельное значение для сигналов пилообразной формы). При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict".
- Ограничения амплитуды. При переходе к функции, максимальная амплитуда которой меньше частоты текущей функции, амплитуда будет отрегулирована до максимального значения для новой функции. Это может произойти, когда выходными единицами измерения являются *среднеквадратичные В* или *дБм* вследствие разницы коэффициента амплитуды для разных выходных функций. Например, при смене прямоугольного сигнала 5 В (среднеквадратическое значение) (при сопротивлении разъема 50 Ом) на синусоидальный сигнал, амплитуда будет автоматически отрегулирована и примет значение 3,536 В (среднеквадратическое значение) (верхнее предельное значение для синусоидальных сигналов в среднеквадратических В). В интерфейсе дистанционного управления будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict"..

[SOURce[1|2]:]FUNctio:n:ARBitrary {<filename>}
[SOURce[1|2]:]FUNctio:n:ARBitrary?

Выбирает сигнал произвольной формы (.arb/.barb) или последовательность (.seq), которая ранее была загружена в энергозависимую память для канала, заданного с помощью команды **MMEMory:LOAD:DATA[1|2]** или **DATA:ARBitrary**. В энергозависимой памяти может одновременно храниться несколько сигналов.

Параметр	Обычный результат
См. MMEMory:LOAD:DATA[1 2] , чтобы узнать допустимые форматы элемента <имя_файла>.	"INT:\MyArb103.arb"
<p>Выбор сигнала произвольной формы в памяти канала 2: FUNC:ARB "INT:\MyArb103.arb"</p> <p>Загрузите сигнал произвольной формы с внутреннего носителя в энергозависимую память. Затем выберите и воспроизведите сигнал: MMEM:LOAD:DATA "INT:\BUILTIN\Sinc.arb" FUNctio:n:ARBitrary "INT:\BUILTIN\Sinc.arb" FUNctio:n ARB</p>	

- Элемент <имя_файла> должен соответствовать имени файла, которое использовалось при загрузке сигнала произвольной формы или последовательности в энергозависимую память с помощью команды **MMEMory:LOAD:DATA[1|2]**, **DATA:ARBitrary**, **DATA:ARBitrary:DAC** или **DATA:SEQuence**.
- При сохранении сегмента или последовательности произвольных сигналов (**MMEMory:STORe:DATA[1|2]**) текущие настройки инструмента (значения напряжения, частота дискретизации, тип фильтра и т. д.) сохраняются в файле сегмента или последовательности. При воспроизведении файла в первый раз с помощью команды **FUNctio:n:ARBitrary** эти настройки загружаются и заменяют текущие настройки прибора. Если при редактировании файла сегмента или последовательности вручную были удалены настройки прибора, при выполнении команды **FUNctio:n:ARBitrary** настройки прибора изменены не будут.
- При сохранении сегмента или последовательности произвольных сигналов (**MMEMory:STORe:DATA[1|2]**) текущие настройки инструмента (значения напряжения, частота дискретизации, тип фильтра и т. д.) сохраняются в файле сегмента или последовательности. При воспроизведении файла в первый раз с помощью команды **FUNctio:n:ARBitrary** эти настройки загружаются и заменяют текущие настройки прибора. Если при редактировании файла сегмента или последовательности вручную были удалены настройки прибора, при выполнении команды **FUNctio:n:ARBitrary** настройки прибора изменены не будут.

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:ADVance {TRIGger|SRATe}
[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:ADVance?

Определяет метод перехода к следующей точке данных сигнала произвольной формы для заданного канала.

Параметр	Обычный результат
{TRIGger SRATe}, по умолчанию TRIG	TRIG или SRAT
Установка метода перехода с помощью сигнала запуска: FUNC:ARB:ADV TRIG	

- При использовании команды TRIGger прибор переходит к следующей точке данных при каждом получении сигнала запуска и задает для команды TRIGger[1|2]:SOURce источник EXTernal.
- При использовании команды SRATe прибор переходит к следующей точке данных с частотой дискретизации, заданной командой FUNCTION:ARBitrary:SRATe.

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:FILTer {NORMal|STEP|OFF}
[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:FILTer?

Определяет настройку фильтра для сигнала произвольной формы.

Параметр	Обычный результат
{NORMal STEP OFF}, по умолчанию STEP	NORMal, STEP или OFF
Установка для фильтра значение NORMal: FUNCTION:ARBitrary:FILTer NORM	

- **NORMal** позволяет фильтровать точки данных с использованием фильтра, который обеспечивает достижение частотной характеристики с минимальным углом. Это эффективно сглаживает сигнал, но при резких переходах будут присутствовать спады и всплески сигнала.
- **STEP** позволяет фильтровать точки данных, эффективно сглаживая сигнал и уменьшая возможность появления спадов и всплесков. Однако здесь используется более узкая полоса пропускания по сравнению с настройкой NORMal.
- **OFF** обеспечивает переход от точки к точке с заданной частотой дискретизации. Переход между точками данных выполняется максимально быстро, без сглаживания. Если для элемента <режим> задано значение OFF, прибор использует фильтр, ограничение полосы пропускания которого ограничивает максимальное значение частоты дискретизации для сигналов произвольной формы до 62,5 Мвыб./с (для моделей серии 33500) или до 250 Мвыб./с (для моделей серии 33600).
- Чтобы использовать эту команду на моделях серии 33600, установите для параметра FUNCTION:ARBitrary:FILTer значение OFF.

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:FREQuency? {MINimum|MAXimum}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:PERiod {<period>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:PERiod? {MINimum|MAXimum}

Задаёт частоту или период сигнала произвольной формы.

Параметр	Обычный результат
<frequency> (Гц): Ограничено числом точек сигнала; по умолчанию используется значение частоты дискретизации, равное 40 квыб./с.	+1,000000000000000E+03
<период> (секунды): Ограничено числом точек сигнала; по умолчанию используется значение частоты дискретизации, равное 40 квыб./с.	+1,000000000000000E-03
Установите частоту сигнала произвольной формы, равную 1000 Гц. FUNC:ARB:FREQ 1000	

- При использовании команды **FUNCTION:ARBitrary:FILTer OFF**, частота дискретизации сигнала произвольной формы ограничивается до 1/4 максимально возможного значения частоты дискретизации.
- Диапазон значений <frequency> составляет от 1 мГц до 31,25 МГц на моделях серии 33500 или до 250 МГц на моделях серии 33600. Частота также ограничивается настройкой фильтра. При использовании команды **FUNCTION:ARBitrary:FILTer OFF** частота дискретизации сигнала произвольной формы будет ограничена до 62,5 Мвыб./с. Таким образом, частота также будет ограничена до 7,8125 МГц для сигнала из восьми точек (модели серии 33500) или до одной четвертой этого значения для сигнала из 32 точек (модели серии 33600).
- Частота дискретизации сигнала произвольной формы и частота не объединяются с помощью команды **SOUR:FREQ**, которая применяется только к сигналам непроизвольной формы.
- Сигнал произвольной формы воспроизводится со скоростью, определяемой частотой дискретизации. При установке частоты или периода сигнала произвольной формы прибор изменяет частоту дискретизации в соответствии с количеством точек сигнала и новым значением частоты и настройкой периода. Новая частота или период могут немного изменяться в соответствии с ограничениями разрешения частоты дискретизации и количеством точек. Другими словами, частота будет пересчитана, исходя из нового значения частоты дискретизации и количества точек, для обеспечения совместимости между объединяемыми параметрами. Это связано с математическим решением из 15 цифр в комбинации с частотой дискретизации, которая также может включать 15 цифр.
- Изменение количества точек в сигнале или изменение частоты дискретизации с помощью команды **FUNCTION:ARBitrary:SRATe** приводит к изменению настроек частоты и периода.

[SOURce[1|2]:]FUNCtion:ARBItrary:POINts?

Возвращает количество точек выбранного сигнала произвольной формы.

Параметр	Обычный результат
(нет)	+100000
Получение данных о количестве точек текущего сигнала произвольной формы на канале 1: FUNC:ARB:POIN?	

- Максимальное количество точек зависит от памяти прибора, которая различается в зависимости от **модели и модулей**.

[SOURce[1|2]:]FUNCtion:ARBitrary:PTPeak {< voltage>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FUNCtion:ARBitrary:PTPeak? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт полную амплитуду напряжения.

Параметр	Обычный результат
10 В постоянного тока в 50 Ом, 20 В постоянного тока в разомкнутую цепь; по умолчанию 100 мВ	+4,000000000000000E+00
Установите полную амплитуду напряжения, равную 4 В: FUNC:ARBitrary:PTPeak 4	

- **Ограничения, обусловленные амплитудой.** В качестве уровней напряжения можно установить положительные или отрицательные значения, учитывая ограничения, указанные далее. V_{pp} (В между пиками) – это максимальная амплитуда между пиками для выбранной выходной нагрузки (10 В между пиками при сопротивлении разъема 50 Ом или 20 В между пиками в разомкнутую цепь).

$$V_{high} - V_{low} \leq V_{pp} \text{ (max) and } V_{high}, V_{low} \leq V_{pp} \text{ (max)}/2$$

- **Различия при использовании интерфейса дистанционного управления и элементов управления передней панели.**
- **Интерфейс дистанционного управления:** при установке высокого или низкого уровня с помощью интерфейса дистанционного управления значение высокого или низкого уровня может быть изменено для достижения необходимых значений параметров. В этом случае на дисплее отобразится сообщение об ошибке "Data out of range" или "Settings conflict". Если установленное значение верхнего уровня меньше значения нижнего уровня, для нижнего уровня будет автоматически установлено значение, равное значению верхнего уровня минус 1 мВ. Если установленное значение верхнего уровня меньше значения НИЖНЕГО предела или технических характеристик для выхода прибора, для нижнего уровня будет установлено значение НИЖНЕГО предела или значение технической характеристики для выхода прибора, а для верхнего уровня будет установлено значение, превышающее значение нижнего уровня на 1 мВ. Подобный набор правил применяется при установке недопустимого значения для нижнего уровня.
- Аналогичным образом минимальный уровень можно задать выше максимального уровня при использовании интерфейса дистанционного управления. В этом случае прибор задаст максимальный уровень на 1 мВ выше минимального уровня. Если минимальный уровень задан выше предельного значения HIGH или выше значений выходных характеристик прибора, для максимального уровня будет установлено предельное значение HIGH или выходных характеристик прибора и для минимального уровня будет установлено значение на 1 мВ ниже максимального уровня.

- **Передняя панель:** Установка верхнего или нижнего уровня на передней панели позволяет изменить эту настройку уровня, когда необходимо достичь необходимое значение, при этом на экран выводится сообщение об ошибке "Data out of range". При выполнении настройки на передней панели значение верхнего уровня не может быть задано меньше значения нижнего уровня.
- При установке верхнего и нижнего уровня также устанавливается амплитуда и смещение сигнала. Например, при установке в качестве верхнего уровня значения +2 В, а в качестве нижнего уровня – значения -3 В полученная амплитуда составит 5 В между пиками, а смещение составит -500 мВ.
- Ограничения, обусловленные выходной нагрузкой. Если изменить настройку выходной нагрузки, будут отрегулированы отображаемые уровни напряжения (ошибка не будет генерироваться). Например, если для максимального уровня задать значение +100 мВ постоянного тока, а затем изменить выходную нагрузку с 50 Ω до высокого сопротивления, значение амплитуды, отображаемое на дисплее передней панели, будет удвоено до +200 мВ постоянного тока. Если изменить выходную нагрузку с высокого сопротивления до 50 Ω , отображаемое значение амплитуды будет уменьшено вдвое. Изменение настройки выходной нагрузки не влияет на напряжение на выходных контактах прибора. При этом изменяются только значения, отображаемые на дисплее передней панели, и значения, запрашиваемые в интерфейсе дистанционного управления. Напряжение на выходе прибора зависит от подключенной к нему нагрузки. Для получения более подробной информации см. **OUTPut[1|2]:LOAD**.
- Ограничения, связанные с ограничениями напряжения: Если включены ограничения напряжения, перед выполнением изменения уровня настройки уровня проверяются на соответствие заданным предельным значениям (**VOLTage:LiMit:HIGH**, **VOLTage:LiMit:LOW**). Если изменение выходного уровня превысит значение настройки LiMit, уровень будет ограничен до максимально (или минимально) допустимого значения, которое не превышает значение настройки LiMit, при этом генерируется ошибка "Settings conflict".
- Ограничения, обусловленные объединением на выходе. При объединении двух каналов перед выполнением изменения уровня будут проверены ограничения настройки уровней обоих каналов. В этом случае если уровень будет превышать значение настройки LiMit или значения выходных характеристик прибора для одного из каналов, уровень будет уменьшен до максимально (или минимально) допустимого значения, при этом генерируется ошибка "Settings conflict".
- Чтобы инвертировать сигнал относительно напряжения смещения, используйте команду **OUTPut[1|2]:POLarity**.

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:SRATe {<sample_rate>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:SRATe? {MINimum|MAXimum}

Задаёт частоту дискретизации для сигнала произвольной формы.

Параметр	Обычный результат
От 1 мквыб./с до 250 Мвыб./с (модели серии 33500) или до 1 Гвыб./с (модели серии 33600), по умолчанию используется значение 40 квыб./с. Ограничение до 62,5 Мвыб./с (модели серии 33500) или до 250 Мвыб./с (модели серии 33600) при установке для параметра FUNCTION:ARBitrary:FILTer значения OFF.	+1,0000000000000000E+04
Установка частоты дискретизации до 10 квыб./с: FUNC:ARB:SRAT 1e4	

- Параметры частоты дискретизации и частоты не объединяются при воспроизведении сегмента сигнала произвольной формы. Понятие частоты не применяется к последовательностям сигналов произвольной формы.
- При установке частоты дискретизации при выключенном режиме ARB значение частоты изменено не будет. Например, при использовании синусоидальной функции настройки частоты дискретизации не вступят в силу, пока не будет активирована функция ARB.
- Максимальное значение частоты дискретизации зависит от фильтра, применяемого для сигнала произвольной формы. См. **FUNCTION:ARBitrary:FILTer** для получения подробной информации.

[SOURce[1|2]:]FUNCtion:ARBitary:SYNChronize

Синхронизирует два независимых сигнала произвольной формы по первой точке каждого сигнала (только при использовании двухканального прибора).

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
<p>Загрузите внутренний сигнал гаверсинуса на канал 1 и пользовательский сигнал с носителя USB на канал 2. Установите для обоих каналов частоту дискретизации 100 квыб./с, затем выполните синхронизацию двух каналов по первой точке каждого сигнала:</p> <pre>MMEM:LOAD:DATA "Int:\Builtin\HAVERSINE.arb" FUNC:ARB "Int:\Builtin\HAVERSINE.ARB" FUNC:ARB FUNC:ARB:SRATE 1E+05 MMEM:LOAD:DATA2 "USB:\MyFiles\TestDUT3.arb" SOUR2:FUNC:ARB "USB:\MyFiles\TestDUT3.arb" SOUR2:FUNC:ARB SOUR2:FUNC:ARB:SRAT 1E+05 FUNC:ARB:SYNC</pre>	

- Эта команда останавливает и перезапускает сигналы произвольной формы на обоих каналах при любых значениях частоты дискретизации.
- Если два сигнала произвольной формы имеют одинаковое количество точек и частоту дискретизации, они останутся синхронизированными даже при многократном повторении; в противном случае они будут синхронизированы в начале и после нескольких повторов, число которых кратно количеству точек двух сигналов. Например, при синхронизации сигнала из 8 точек и сигнала из 10 точек они будут повторно синхронизированы после 40, 80 и 120 повторов.
- Эта функция аналогична использованию пакетного режима, но используется только в режиме непрерывного вывода сигнала.
- Эту команду также можно использовать в пакетном режиме, при выполнении развертки и модуляции, при попытке синхронизации двух сигналов произвольной формы.

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:NOISe:BANDwidth {<bandwidth>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]FUNCTION:NOISe:BANDwidth? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт полосу пропускания функции шума.

Параметр	Обычный результат
1 МГц до максимальной частоты прибора, по умолчанию 100 кГц	+6.000000000000000E+03
Установка полосы пропускания, равной 20 кГц: FUNC:NOISe:BWIDth 20000	

- В результате использования функции шума выводится сигнал белого гауссова шума с коэффициентом амплитуды 4,6.
- Полоса пропускания шума постоянно регулируется для размещения большей энергии шума в диапазоне частот от 0 Гц до заданного значения частоты полосы пропускания шума.

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PRBS:BRATe {<bit_rate>| MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PRBS:BRATe? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт скорость в битах для сигнала псевдослучайной двоичной последовательности.

Параметр	Обычный результат
От 1 мбит/с до максимально допустимого значения прибора, по умолчанию используется 1000 бит/с	+1.920000000000000E+04
Установите скорость в битах, равную 19 200 бит в секунду FUNC:PRBS:BRATe 19200	

- Генерирование сигнала псевдослучайной двоичной последовательности (PRBS), использующего многочленное PN_x, осуществляется с помощью регистра сдвига, равного битам, и выходной сигнал начинается с периодов выборки *x* высокого уровня выходного сигнала. Период выборки обратно пропорционален частоте дискретизации (**FUNCTION:PRBS:BRATe**), а импульс канала **Sync** указывает на начало сигнала. Например, если сигнал PRBS использует PN23 с частотой дискретизации 500 Гц, выход начнется с 46 мс высокого уровня выходного сигнала (23 x 2 мс).
- Скорость в битах не зависит от длины последовательности данных.

[SOURce[1|2]:]FUNCtion:PRBS:DATA <sequence_type>

[SOURce[1|2]:]FUNCtion:PRBS:DATA?

Задаёт тип псевдослучайной двоичной последовательности. Настройка типа последовательности определяет длину и значения обратной связи, как показано ниже.

Параметр	Обычный результат
Серия 33500 {PN7 PN9 PN11 PN15 PN20 PN23} Серия 33600 PN3 – PN32 (все 30 допустимых значений от 3 до 32) Значение после PN соответствует максимальной длине регистра сдвига в битах. По умолчанию используется значение PN7.	PN# (PN3 – PN9) или PN## (PN10 – PN32), где каждый символ # обозначает одну цифру.
Установите формат данных PN23: FUNC:PRBS:DATA PN23	

- Выход SYNC может быть активным при использовании функции псевдослучайной двоичной последовательности в отличие от функции **NOISe**. Вывод SYNC отмечает первый бит данных сигнала псевдослучайной двоичной последовательности.

- Генерирование сигнала псевдослучайной двоичной последовательности (PRBS), использующего многочлен P_Nx , осуществляется с помощью регистра сдвига, равного битам, и выходной сигнал начинается с периодов выборки x высокого уровня выходного сигнала. Период выборки обратно пропорционален частоте дискретизации (**FUNCTION:PRBS:BRATE**), а импульс канала **Sync** указывает на начало сигнала. Например, если сигнал PRBS использует PN23 с частотой дискретизации 500 Гц, выход начнется с 46 мс высокого уровня выходного сигнала (23×2 мс). Многочлены показаны ниже.

Тип последовательности	Многочлен	Длина
PN3	$x^3 + x^2 + 1$	3
PN4	$x^4 + x^3 + 1$	4
PN5	$x^5 + x^3 + 1$	5
PN6	$x^6 + x^5 + 1$	6
PN7	$x^7 + x^6 + 1$	7
PN8	$x^8 + x^6 + x^5 + x^4 + 1$	8
PN9	$x^9 + x^5 + 1$	9
PN10	$x^{10} + x^7 + 1$	10
PN11	$x^{11} + x^9 + 1$	11
PN12	$x^{12} + x^6 + x^4 + x^1 + 1$	12
PN13	$x^{13} + x^4 + x^3 + x^1 + 1$	13
PN14	$x^{14} + x^5 + x^3 + x^1 + 1$	14
PN15	$x^{15} + x^{14} + 1$	15
PN16	$x^{16} + x^{15} + x^{13} + x^4 + 1$	16
PN17	$x^{17} + x^{14} + 1$	17
PN18	$x^{18} + x^{11} + 1$	18
PN19	$x^{19} + x^6 + x^2 + x^1 + 1$	19
PN20	$x^{20} + x^{17} + 1$	20
PN21	$x^{21} + x^{19} + 1$	21
PN22	$x^{22} + x^{21} + 1$	22
PN23	$x^{23} + x^{18} + 1$	23
PN24	$x^{24} + x^{23} + x^{22} + x^{17} + 1$	24
PN25	$x^{25} + x^{22} + 1$	25

Тип последовательности	Многочлен	Длина
PN26	$x^{26} + x^6 + x^2 + x^1 + 1$	26
PN27	$x^{27} + x^5 + x^2 + x^1 + 1$	27
PN28	$x^{28} + x^{25} + 1$	28
PN29	$x^{29} + x^{27} + 1$	29
PN30	$x^{30} + x^6 + x^4 + x^1 + 1$	30
PN31	$x^{31} + x^{28} + 1$	31
PN32	$x^{32} + x^{22} + x^2 + x^1 + 1$	32

[SOURce[1|2]:]FUNCtion:PRBS:TRANSition[:BOTH] {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FUNCtion:PRBS:TRANSition[:BOTH]? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт время передачи фронта сигнала псевдослучайной двоичной последовательности по обоим фронтам передачи соответствующего сигнала.

Параметр	Обычный результат
Серия 33500 8,4 нс (по умолчанию) – 1 мкс, ограничения описаны ниже Серия 33600 От 2,9 нс (до 4 В между пиками) и 3,3 нс (выше 4 В между пиками) до 1 мкс; ограничения описаны ниже	+1,0000000000000000E-08
Установите 10 нс для переднего и заднего фронтов (два способа): FUNC:PRBS:TRAN 10 ns FUNC:PRBS:TRAN .000000010	

- Ключевое слово по умолчанию "BOTH" является необязательным и позволяет одновременно управлять передним и задним фронтом сигнала псевдослучайной двоичной последовательности.
- Время фронта применяется к переднему и заднему фронту и представляет собой время между пороговыми значениями 10 % и 90 % каждого фронта.
- Заданное время фронта должно соответствовать заданному периоду. Прибор будет ограничивать время фронта, если это необходимо, чтобы использовать заданную скорость в битах. При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict".

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:DCYCLe {<percent>|MINimum|MAXimum|DEFAult}
[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:DCYCLe? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт коэффициент заполнения импульсного сигнала.

Параметр	Обычный результат
0 – 100, ограничения описаны ниже; по умолчанию 10	+5,000000000000000E+01
Установка коэффициента заполнения, равного 50%: FUNC:PULS:DCYC 50	

- Команды **FUNCTION:PULSe:DCYCLe** и **FUNCTION:PULSe:WIDTh** предназначены для управления одним и тем же параметром. В некоторых случаях удобнее регулировать длительность импульса напрямую (в секундах), а в других случаях удобнее регулировать коэффициент заполнения. Если после регулировки частоты последней была отрегулирована длительность импульса как коэффициент заполнения на лицевой панели, при изменении частоты или периода значение коэффициента заполнения останется неизменным. Однако если последней была отрегулирована длительность импульса, то при изменении частоты или периода длительность импульса останется неизменной. См. **FUNCTION:PULSe:HOLD**.

- Коэффициент заполнения импульсного сигнала определяется следующим образом.

Коэффициент заполнения = $100 \times \text{длительность импульса} \div \text{период}$

Длительность импульса – это промежуток времени между 50% порогового значения переднего фронта импульса и 50% порогового значения следующего заднего фронта.

- Диапазон значений коэффициента заполнения импульсного сигнала составляет от 0 до 100 процентов. Однако коэффициент заполнения импульсного сигнала ограничивается *минимальной длительностью импульсного сигнала и временем фронта*, эти ограничения предотвращают установку конкретных значений 0 % или 100 %. Например, при использовании импульсного сигнала 1 кГц коэффициент заполнения обычно ограничен до диапазона от 0,002 до 99,998 процента. Это ограничение связано с минимальной длительностью импульсного сигнала, равной 16 нс на моделях серии 33500 или 5 нс до 4 В между пиками и 8 нс до 10 В между пиками на моделях серии 33600.
- Ограничения, связанные с длительностью импульса. Установленный коэффициент заполнения импульса должен соответствовать следующим ограничениям, которые определяются значением *минимальной длительности импульса*. Прибор отрегулирует коэффициент заполнения импульса, если это необходимо, для использования заданного периода. *При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict"*.

Коэффициент заполнения ≥ 100 (минимальная длительность импульса/период)

и

Коэффициент заполнения ≤ 100 ($1 - \text{минимальная длительность импульса/период}$)

Для приборов серии 33500 минимальная длительность импульсов составляет 16 нс.
Для приборов серии 33600 минимальная длительность импульсов составляет 5 нс для амплитуды до 4 В между пиками и 8 нс – для амплитуды 10 В между пиками.

- **Ограничения, связанные и влияющие на время фронта.** Заданный коэффициент заполнения импульса может влиять на время фронта. Сначала регулируется время фронта, затем коэффициент заполнения регулируется для использования заданного периода с учетом следующих ограничений. При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict".

Коэффициент заполнения $\geq [(0,8 \times \text{время переднего фронта}) + (0,8 \times \text{время заднего фронта})] / \text{период} \times 100$

и

Коэффициент заполнения $\leq [1 - [(0,8 \times \text{время переднего фронта}) + (0,8 \times \text{время заднего фронта})] / \text{период}] \times 100$

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:HOLD {WIDTh|DCYClе}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:HOLD?

Задаёт параметр импульсного сигнала (длительность импульса или коэффициент заполнения), который будет оставаться постоянным при изменении других параметров.

Параметр	Обычный результат
{WIDTh DCYClе}, по умолчанию WIDTh	WIDTh или DCYC
Установка постоянного коэффициента заполнения для различных импульсных сигналов прибора: FUNC:PULS:HOLD DCYC	

- **WIDTh:** прибор поддерживает постоянную длительность импульса (в секундах) при изменении периода. При получении команды установки значения коэффициента заполнения это значение преобразуется в эквивалентное значение длительности импульса. Если включена широтно-импульсная модуляция (ШИМ), длительность импульса и девиация длительности остаются постоянными при изменении периода. Команды девиации коэффициента заполнения преобразуются в девиации длительности.

Применяются ограничения минимальной ширины и длительности фронта. Это может привести к изменению выбранного времени фронтов, длительности импульса или обоих этих значений.

- **DCYClе:** прибор поддерживает постоянный коэффициент заполнения импульса (в процентах) при изменении периода. При получении команды установки значения длительности импульса это значение преобразуется в эквивалентное значение коэффициента заполнения. Если включена широтно-импульсная модуляция (ШИМ), коэффициент заполнения импульса и девиация коэффициента заполнения остаются постоянными при изменении периода. Команды девиации длительности преобразуются в значения девиации коэффициента заполнения.

Применяются ограничения минимальной ширины и длительности фронта. Это может привести к изменению выбранного времени фронтов, коэффициента заполнения или обоих этих значений.

Примечание

Команда FUNCTION:PULSe:HOLD не ограничивает настройки периода. Значение длительности импульса или коэффициента заполнения может быть отрегулировано, если это необходимо, для использования новой настройки периода.

[SOURce[1|2]:]FUNction:PULSe:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]FUNction:PULSe:PERiod? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт период для импульсных сигналов. Эта команда используется вместе с командой **FREQuency**; команда, выполняемая последней, отменяет первую команду, поскольку частота и период определяют один параметр.

Параметр	Обычный результат
От величины, обратной максимальной частоте прибора , до 1 000 000 с. По умолчанию 1 мс	+2.0000000000000000E-07
Установка периода, равного 500 мс: FUNC:PULS:PER .5 или FUNC:PULS:PER 500 ms	

- Заданное значение периода должно быть больше суммы длительности импульса и времени фронта. Прибор отрегулирует время фронта и длительность импульса, если это необходимо, для использования заданного периода. При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict". Сначала уменьшается время фронта, затем регулируется длительность (или коэффициент заполнения), как показано ниже.

Период \geq [длительность импульса + ((время переднего фронта + время заднего фронта) * 0,625)]

- Использование этой команды влияет на период (и частоту) всех функций сигналов (не только импульсного сигнала). Например, если выбрать период с помощью функции FUNCtion:PULSe:PERiod, а затем изменить выходную функцию на синусоидальный сигнал, заданный период будет использоваться для новой функции.
- Ограничения на функции. При активации функции, минимальный период которой превышает значение, установленное этой командой, период будет отрегулирован в соответствии с минимальным импульсом новой функции. Например, если заданный период составляет 2 мкс, то при активации пилообразной функции прибор отрегулирует период, установив значение 5 мкс (минимальное значение пилообразной функции). При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict".

[SOURce[1|2]:]FUNCtion:PULSe:TRANSition[:BOTH] {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}

[SOURce[1|2]:]FUNCtion:PULSe:TRANSition:LEADing {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}

[SOURce[1|2]:]FUNCtion:PULSe:TRANSition:LEADing? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]FUNCtion:PULSe:TRANSition:TRAILing {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}

[SOURce[1|2]:]FUNCtion:PULSe:TRANSition:TRAILing? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт время фронта импульсного сигнала по переднему, заднему и обоим фронтам импульсного сигнала.

Параметр	Обычный результат
Серия 33500 8,4 нс (по умолчанию) – 1 мкс, ограничения описаны ниже	+1,0000000000000000E-08
Серия 33600 От 2,9 нс (до 4 В между пиками) и 3,3 нс (выше 4 В между пиками) до 1 мкс; ограничения описаны ниже	
Установка для времени переднего фронта значения 10 нс (два метода): FUNC:PULS:TRAN:LEADing 10 ns FUNC:PULS:TRAN:LEADing .000000010	

- Время переднего фронта применяется к переднему фронту и представляет собой время от порогового значения 10 % до порогового значения 90 % фронта; время заднего фронта представляет собой время от порогового значения 90 % до порогового значения 10 %.
- Заданное значение времени фронта должно соответствовать заданной длительности импульса и периоду. Прибор ограничит время фронта, чтобы использовать заданную длительность импульса или коэффициент заполнения. При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict".

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:WIDTh {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:WIDTh? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт длительность импульса.

Параметр	Обычный результат
От 16 нс (модели серии 33500), 5 нс (модели серии 33600, до 4 В между пиками) или 8 нс (модели серии 33600 до 10 В между пиками) приблизительно до 1 000 000 с, ограничения описаны ниже; по умолчанию используется значение 100 мкс	+5.000000000000000E-03
Установка длительности импульса, равной 5 мс (два способа): FUNC:PULS:WIDT 5 ms FUNC:PULS:WIDT .005	

- Команды **FUNCTION:PULSe:DCYCLe** и **FUNCTION:PULSe:WIDTh** предназначены для управления одним и тем же параметром. В некоторых случаях удобнее регулировать длительность импульса напрямую (в секундах), а в других случаях удобнее регулировать коэффициент заполнения. Если после регулировки частоты последней была отрегулирована длительность импульса как коэффициент заполнения на лицевой панели, при изменении частоты или периода значение коэффициента заполнения останется неизменным. Однако если последней была отрегулирована длительность импульса, то при изменении частоты или периода длительность импульса останется неизменной. См.

FUNCTION:PULSe:HOLD.

- Длительность импульса – это промежуток времени между 50% порогового значения переднего фронта импульса и 50% порогового значения следующего заднего фронта.
- Заданное значение длительности импульса должно быть меньше разницы между *периодом* и *минимальной длительностью импульса*, как показано ниже. Сначала на приборе будет отрегулировано значение времени фронта импульса, а затем будет ограничена ширина импульса для соответствия периоду. При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict".

Длительность импульса \leq период – минимальная длительность импульса

- Заданное значение длительности импульса должно быть меньше разницы между *периодом* и *временем фронта*, как показано ниже. Сначала на приборе будет отрегулировано значение времени фронта импульса, а затем будет ограничена ширина импульса для соответствия периоду. При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict".

Длительность импульса \leq [период - ((время переднего фронта + время заднего фронта) * 0,625)]

- Длительность импульса также должна быть больше общего времени одного фронта, как показано ниже.

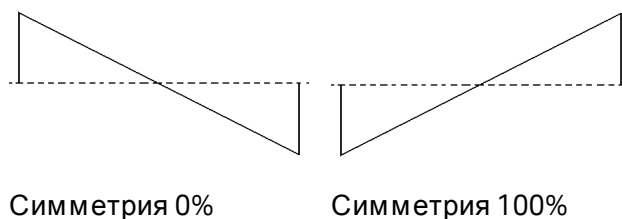
Длительность импульса \geq [(время переднего фронта + время заднего фронта) * 0,625]

[SOURCE[1|2]:]FUNCTION:RAMP:SYMMetry {<percent>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
 [SOURCE[1|2]:]FUNCTION:RAMP:SYMMetry? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт значение симметрии в процентах для пилообразных сигналов.

Параметр	Обычный результат
0 – 100, по умолчанию 100	+5.000000000000000E+01
Установка симметрии, равной 50 %: FUNC:RAMP:SYMM 50	

- Симметрия представляет собой общее время одного цикла, в течение которого пилообразный сигнал нарастает (при условии, что поларность сигнала не меняется).



- Для пилообразных сигналов команда **APPLY:RAMP** отменяет текущую настройку симметрии и устанавливает значение 100%. Чтобы задать значение симметрии, отличное от 100%, выберите сигнал пилообразной формы с помощью команды **FUNCTION RAMP**, затем установите значение симметрии с помощью команды **FUNCTION:RAMP:SYMMetry**.
- Настройка симметрии заносится в память при переходе от пилообразного сигнала к другой функции. При возвращении к функции пилообразного сигнала используется предыдущее значение симметрии.
- Если в качестве модулирующего сигнала для АМ, ЧМ, ФМ или ШИМ выбран пилообразный сигнал, настройка симметрии не будет применена. Прибор всегда использует сигнал пилообразной формы с симметрией 100%.

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:SQUare:DCYCLE {<percent>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]FUNCTION:SQUare:DCYCLE? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт коэффициент заполнения в процентах для сигнала прямоугольной формы.

Параметр	Обычный результат
0,01 – 99,99, ограничения применяются при минимальной длительности импульса 16 нс; по умолчанию 50	+5,000000000000000E+01
Установка коэффициента заполнения, равного 30%: FUNC:SQU:DCYC 30 Установка минимального значения коэффициента заполнения: FUNC:SQU:DCYC MIN	

- Коэффициент заполнения представляет собой общее время одного цикла, в течение которого сигнал прямоугольной формы находится на максимальном уровне (при нормальной полярности).
- Для сигналов прямоугольной формы команда **APPLy:SQUare** заменяет текущую настройку коэффициента заполнения значением 50 %. Чтобы задать значение коэффициента заполнения, отличное от 50 %, с помощью функции **FUNCTION SQUare** выберите сигнал прямоугольной формы, а затем используйте функцию **FUNCTION:SQUare:DCYCLE**.
- Настройка коэффициента заполнения заносится в память при переходе от сигнала прямоугольной формы к другой функции. При возвращении к сигналу прямоугольной формы используется предыдущее значение коэффициента заполнения.
- Ограничения, связанные с частотой. По мере возрастания частоты минимальное и максимальное предельные значения коэффициента заполнения регулируются для сохранения минимальной длительности импульса, равной 16 нс (на моделях серии 33500), 5 нс (на моделях серии 33600, до 4 В между пиками) или 8 нс (на моделях серии 33600, до 10 В между пиками). Например, при частоте 1 МГц минимальный коэффициент заполнения на моделях серии 33500 равен 1,60 %, а максимальный коэффициент заполнения равен 98,40 %. При частоте 10 МГц минимальное значение коэффициента заполнения равно 16,00 %, а максимальное значение – 84,00 %.
- Если выбрать сигнал прямоугольной формы в качестве модулирующего сигнала для АМ, ЧМ, ИМ или ШИМ, прибор всегда будет использовать сигнал прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50 %.

[SOURCE[1|2]:]FUNCTION:SQUare:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}
 [SOURCE[1|2]:]FUNCTION:SQUare:PERiod? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт период для сигнала прямоугольной формы.

Параметр	Обычный результат
От величины, обратной максимальной частоте сигнала прямоугольной формы прибора, до 1 000 000 с, по умолчанию 1 мс	+5,000000000000000E-01
Установка периода, равного 500 мс (два способа): FUNC:SQUare:PER .5 FUNC:SQUare:PER 500 ms	

- Ограничения на функции. При активации функции, минимальный период которой превышает значение, установленное этой командой, период будет отрегулирован в соответствии с минимальным импульсом новой функции. Например, если заданный период составляет 2 мкс, то при активации пилообразной функции прибор отрегулирует период, установив значение 5 мкс (минимальное значение пилообразной функции). При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict". При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict".

Для команд, приведенных ниже, требуется установка модуля проигрывателя IQ.

FUNCTION:ARbitrary:BALance[:STATe] {ON|1|OFF|0}

FUNCTION:ARbitrary:BALance[:STATe]?

(только для опции IQ Player)

Включает и отключает балансировку канала для двоичных сигналов произвольной формы (**FUNCTION:ARbitrary:BALance:GAIN** и **FUNCTION:ARbitrary:BALance:OFFSet**).

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию: OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
<p>Загрузите произвольный сигнал с USB-накопителя и установите значение усиления баланса (снижение на 1,02% для канала 2) и значения смещения баланса (120 мВ для канала 1 и -38 мВ для канала 2):</p> <p>FUNC:ARB "USB:\qam32.barb"</p> <p>FUNC:ARB:BAL:GAIN 1.02</p> <p>FUNC:ARB:BAL:OFFS1 0.12</p> <p>FUNC:ARB:BAL:OFFS2 -0.038</p> <p>FUNC:ARB:BAL ON</p>	

- Эту функцию можно использовать для компенсации незначительных отклонений сопротивления нагрузки на двух каналах или для компенсации небольшой разницы информации в оригинальном файле двоичного сигнала произвольной формы между двумя каналами.
- Когда включен элемент *<состояние>*, оба канала должны находиться в одном диапазоне усилителя.
- Эта настройка сохраняется как составляющая состояния прибора и может быть изменена с помощью ***RST**.

FUNCTION:ARbitrary:BALance:GAIN {<percent>|MINimum|MAXimum|DEFine}

FUNCTION:ARbitrary:BALance:GAIN? [{MINimum|MAXimum}]

(только для опции IQ Player)

Задаёт балансирование усиления для двоичных сигналов произвольной формы.

Параметр	Обычный результат
-30 – +30	+1.02000000E+000
<p>Загрузите произвольный сигнал с USB-накопителя и установите значение усиления баланса (снижение на 1,02% для канала 2) и значения смещения баланса (120 мВ для канала 1 и -38 мВ для канала 2):</p> <p>FUNC:ARB "USB:\qam32.barb"</p> <p>FUNC:ARB:BAL:GAIN 1.02</p> <p>FUNC:ARB:BAL:OFFS1 0.12</p> <p>FUNC:ARB:BAL:OFFS2 -0.038</p> <p>FUNC:ARB:BAL ON</p>	

- Оба канала должны находиться в одном диапазоне усилителя.
- Значение 0 означает, что оба канала используют свои текущие значения амплитуды. Положительное значение означает, что амплитуда канала 2 уменьшается, а амплитуда канала 1 остается постоянной, отрицательное значение соответствует уменьшению амплитуды канала 1, оставляя постоянной амплитуду канала 2. Примеры можно посмотреть в следующей таблице.

<проценты>	Канал 1 Амплитуда %	Канал 2 Амплитуда %
-20	80	100
-10	90	100
0	100	100
10	100	90
20	100	80

- Эту команду можно активировать с помощью **FUNCTION:ARbitrary:BALance ON**.
- Эта настройка сохраняется как составляющая состояния прибора и может быть изменена с помощью ***RST**.

FUNCTION:ARbitrary:BALance:OFFSet{1|2} {<volts>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
 FUNCTION:ARbitrary:BALance:OFFSet{1|2}? [MINimum|MAXimum]

(только для опции IQ Player)

Задаёт смещение (в вольтах), добавляемое к смещению двоичного сигнала произвольной формы, для заданного канала.

Параметр	Обычный результат
Значение с плавающей точкой ограничивается амплитудой двоичного сигнала произвольной формы.	+1,00000000E+000
Загрузите произвольный сигнал с USB-накопителя и установите значение усиления баланса (снижение на 1,02% для канала 2) и значения смещения баланса (120 мВ для канала 1 и -38 мВ для канала 2): FUNC:ARB "USB:\qam32.barb" FUNC:ARB:BAL:GAIN 1.02 FUNC:ARB:BAL:OFFS1 0.12 FUNC:ARB:BAL:OFFS2 -0.038 FUNC:ARB:BAL ON	

- Оба канала должны находиться в одном диапазоне усилителя.
- Эту команду можно активировать с помощью **FUNCTION:ARbitrary:BALance ON**.
- Эта настройка сохраняется как составляющая состояния прибора и может быть изменена с помощью ***RST**.

FUNCTION:ARbitrary:SKEW[:STATe] {ON|1|OFF|0}
FUNCTION:ARbitrary:SKEW[:STATe]?

(только для опции IQ Player)

Включает и отключает компенсацию времени искажения (FUNCTION:ARbitrary:SKEW:TIME). Эта команда всегда имеет значение OFF для модулированных сигналов, развертки, списков и пакетных сигналов.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию: OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
Установите временной сдвиг, чтобы скомпенсировать отставание канала 1 от канала 2 на 140 пикосекунд: FUNCTION:ARbitrary:SKEW:TIME 1.4e-10 FUNCTION:ARbitrary:SKEW ON	

- Компенсация искажения обычно определяется эмпирически с помощью осциллографа и устанавливается один раз. Эта однократная настройка будет действительной до внесения изменений в тестируемый прибор или конфигурацию диагностического оборудования.
- Значение, устанавливаемое с помощью этой команды, не сохраняется как составляющая состояния прибора. Оно сохраняется в энергонезависимой памяти и не может быть изменено с помощью *RST.

FUNCTION:ARbitrary:SKEW:TIME [{<time>|MINimum|MAXimum|DEFault}]

FUNCTION:ARbitrary:SKEW:TIME? [{MINimum|MAXimum}]

(только для опции IQ Player)

Задаёт небольшую разницу во времени между каналами для компенсации небольших отклонений во времени сигналов на выходном разъёме или тестируемом приборе. Обратите внимание, что команда **FUNC:ARB:SKEW[:STATe] OFF** используется для модулированных сигналов, развертки, списков и пакетных сигналов.

Параметр	Обычный результат
Значение с плавающей точкой в диапазоне ± 4 нс. По умолчанию 0.	+1.40000000E-010
Установите временной сдвиг, чтобы скомпенсировать отставание канала 1 от канала 2 на 140 пикосекунд: FUNCTION:ARbitrary:SKEW:TIME 1.4e-10 FUNCTION:ARbitrary:SKEW ON	

- Каналы могут работать с небольшими отклонениями во времени на выходном разъёме вследствие различий во внутренних цепях между двумя каналами. Незначительные отклонения во времени каналов могут иметь место на тестируемом приборе вследствие разницы в трактах сигналов, включая наличие переключателей и длину кабелей.
- Позитивное значение обеспечивает задержку канала 2, отрицательное значение – задержку канала 1.
- Значение, устанавливаемое с помощью этой команды, не сохраняется как составляющая состояния прибора. Оно сохраняется в энергонезависимой памяти и не может быть изменено с помощью ***RST**.

Подсистема HCOPy

Подсистема HCOPy создает изображения экрана ("экранные снимки") на дисплее передней панели.

Пример

В следующем примере выполняется съемка и получение изображения дисплея передней панели в формате BMP.

```
HCOY:SDUM:DATA:FORM BMP
HCOY:SDUM:DATA?
```

HCOPY:SDUMp:DATA?

Возвращает изображение дисплея передней панели ("экранный снимок").

Параметр	Обычный результат
(нет)	<i>(Двоичный блок определенной длины, содержащий изображение.)</i> Блоки данных установленной длины позволяют передавать любые типы данных устройства в виде серий 8-битовых двоичных байтов данных. Это особенно необходимо при передаче больших объемов данных или 8-битовых расширенных кодов ASCII.
Создание и возвращение изображения дисплея: HCOPY:SDUM:DATA?	

- Формат изображения (PNG или BMP) определяется командой **HCOPY:SDUMp:DATA:FORMat**.

HCOPY:SDUMp:DATA:FORMat {PNG|BMP}

HCOPY:SDUMp:DATA:FORMat?

Определяет формат изображений, возвращаемых командой **HCOPY:SDUMp:DATA?**.

Параметр	Обычный результат
{PNG BMP}, по умолчанию PNG	PNG или BMP
Установка формата BMP для изображений дисплея HCOPY:SDUM:DATA:FORM BMP	

Общие команды IEEE-488

Эта подсистема содержит команды и запросы, связанные со стандартом IEEE-488.

***CLS** – удаление состояния

***ESE <enable_value>** – разрешение состояния событий

***ESR?** – запрос регистра состояния события

***IDN?** – идентификация прибора

***OPC** – установка бита завершения операции

***OPC?** – ожидание завершения текущей операции

***OPT?** – отображение установленных модулей

***PSC {0|1}** – удаление состояния при включении питания

***RCL {0|1|2|3|4}** – вызов состояния прибора

***RST** – сброс настроек прибора до **заводских значений по умолчанию**

***SAV {0|1|2|3|4}** – сохранение состояния прибора

***SRE <enable_value>** – разрешение запроса обслуживания (разрешение битов в регистре разрешения для группы регистров байтов состояния)

***STB?** – считывание байта состояния

***TRG** – команда запуска

***TST?** – самодиагностика

***WAI** – ожидание завершения всех незаконченных операций

Регистры

Некоторые команды IEEE-488 связаны с разными регистрами прибора. Эти регистры описаны ниже.

Регистр стандартных событий

В следующей таблице описывается регистр стандартных событий.

Номер бита	Имя бита	Десятичное значение	Определение
0	Операция завершена	1	Все команды до команды *OPC (включительно) были выполнены.
1	(не используется)	2	(зарезервировано для использования в будущем)
2	Ошибка запроса	4	Прибор выполнил попытку считывания данных выходного буфера, но он оказался пустым. Новая строка команды была получена до завершения считывания предыдущего запроса. Заполнены входной и выходной буферы.
3	Ошибка устройства	8	Произошла ошибка устройства, включая ошибку самодиагностики, калибровки и т.п. См. раздел Сообщения об ошибках .
4	Ошибка выполнения	16	Произошла ошибка выполнения. Сообщения об ошибках
5	Команда	32	Произошла ошибка синтаксиса команды. Сообщения об ошибках
6	(не используется)	64	(зарезервировано для использования в будущем)
7	Включение питания	128	Питание отключалось и включалось после последнего прочтения или удаления содержимого регистра событий.

Регистр байтов состояния

В следующей таблице описывается регистр байтов состояния.

Номер бита	Имя бита	Десятичное значение	Определение
0	(не используется)	1	(зарезервировано для использования в будущем)
1	(не используется)	2	(зарезервировано для использования в будущем)
2	Последовательность ошибок	4	Одна или несколько ошибок в последовательности ошибок. Используйте команду SYSTem:ERRor? для прочтения и удаления ошибок.
3	Сводка запрашиваемых данных	8	Один или несколько битов заданы в регистре запрашиваемых данных (биты должны быть разрешены, см. STATus:QUESTionable:ENABle).
4	Сообщение Доступно	16	В выходном буфере прибора имеются доступные данные.
5	Сводка стандартных событий	32	Один или несколько битов заданы в регистре стандартных событий (биты должны быть разрешены, см. *ESE).
6	Главная сводка	64	Один или несколько битов заданы в регистре байтов состояния, и может быть сгенерирован запрос обслуживания (RQS). Биты должны быть разрешены с помощью команды *SRE .
7	Регистр операций	128	Один или несколько битов заданы в регистре состояния операций. Биты должны быть разрешены с помощью команды STATus:OPERation:ENABle .

*CLS

Команда удаления состояния. Удаляет регистры событий во всех группах регистров. Также удаляет последовательность ошибок.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Удаление битов регистра событий и последовательности ошибок: *CLS	

***ESE <enable_value>**

***ESE?**

Команда разрешения состояния событий и запрос. Активизирует биты в **регистре разрешения** для группы **регистра стандартных событий**. Выбранные биты передаются в бит 5 регистра байтов состояния.

Параметр	Обычный результат
Десятичная сумма битов в регистре (см. таблицу далее), по умолчанию используется значение 0. Например, чтобы активировать бит 2 (значение 4), бит 3 (значение 8) и бит 7 (значение 128), необходимо указать десятичную сумму 140 (4 + 8 + 128). По умолчанию 0.	+48
Разрешение бита 4 (значение 16) и бита 5 (значение 32) в регистре разрешения: *ESE 48	

- С помощью ***PSC** можно управлять удалением содержимого регистра разрешения стандартных событий при включении питания. Например, при использовании команды ***PSC 0** при отключении и включении питания содержимое регистра разрешения сохраняется.
- Команду ***CLS** нельзя использовать для удаления содержимого регистра разрешения, она используется для удаления содержимого регистра событий.

***ESR?**

Запрос регистра состояний стандартных событий. Запрашивает регистр событий для группы **регистра стандартных событий**. Регистр доступен только для чтения; во время чтения значения битов не удаляются.

Параметр	Обычный результат
(нет)	+24
Считывание регистра событий (заданы биты 3 и 4). *ESR	

- Любое или все условия могут быть переданы в бит сводки стандартных событий через регистр разрешения. Чтобы установить маску регистра разрешений, запишите в регистр десятичное значение с помощью команды ***ESE**.
- После установки значение бита сохраняется, пока оно не будет удалено с помощью этого запроса или команды ***CLS**.

***IDN?**

Запрос идентификации. Возвращает строку идентификации прибора.

Параметр	Обычный результат
(нет)	Keysight Technologies,33522B,XXXXXXXXXX,0.179-1.19-8.88-52-00
Возвращает строку идентификации прибора: *IDN?	

- Строка идентификации состоит из четырех полей, разделенных запятыми:
 - название производителя,
 - номер модели,
 - серийный номер,
 - код версии.
- В моделях серии 33500 строка идентификации имеет следующий формат:

Keysight Technologies,[номер модели],[серийный номер из 10 символов],A.aaa-B.bb-C.cc-DD-EE

A.aaa = версия микропрограммного обеспечения
B.bb = версия микропрограммного обеспечения передней панели
C.cc = версия микропрограммного обеспечения контроллера источника питания
DD = версия ППВМ
EE = версия сборки печатной платы

- В моделях серии 33600 строка идентификации имеет следующий формат:

Keysight Technologies,[номер модели],[серийный номер],A.aa.aa-B.bb-CC-DD-EE

A.aa.aa = версия микропрограммного обеспечения
B.bb = версия микропрограммного обеспечения передней панели
CC = версия главной платы
DD = версия ППВМ
EE = версия сборки печатной платы

*OPC

Устанавливает бит завершения операции (бит 0) в регистре стандартных событий по завершении текущей операции.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Установка бита завершения операции: *OPC	

- Эта команда предназначена для синхронизации приложения с прибором.
- Используется в развертке с запуском, пакетном режиме с запуском, в режиме списка и режиме последовательности сигналов произвольной формы для опроса или прерывания работы компьютера, когда операция *TRG или INITiate[:IMMediate] завершена.
- Другие команды могут выполняться до установки бита завершения операции.
- Разница между *OPC и *OPC? состоит в том, что команда *OPC? после завершения текущей операции возвращает в выходной буфер значение "1". Это означает, что до получения ответа на команду *OPC? другие команды выполнять нельзя. Так можно избежать явные циклы опрашивающих команд. То есть драйвер ввода-вывода будет ожидать ответ.

*OPC?

Возвращает 1 в выходной буфер после выполнения всех незавершенных команд.

Параметр	Обычный результат
(нет)	1
Возвращение значения 1 после завершения выполнения всех предыдущих команд: *OPC?	

- Эта команда предназначена для синхронизации приложения с прибором.
- Другие команды невозможно выполнить до завершения выполнения этой команды.
- Разница между *OPC и *OPC? состоит в том, что команда *OPC? после завершения текущей операции возвращает в выходной буфер значение "1". Это означает, что до получения ответа на команду *OPC? другие команды выполнять нельзя. Так можно избежать явные циклы опрашивающих команд. То есть драйвер ввода-вывода будет ожидать ответ.

*OPT?

Возвращает строку в кавычках, определяющую любой **установленный модуль**.

Параметр	Обычный результат
(нет)	"0,MEM,SEC,IQP"
Возвращение данных об установленных модулях (например, стандартной временной развертке, расширенной памяти, системе безопасности, проигрывателе IQ) *OPT?	

*PSC {0|1}

*PSC?

Удаление состояния при включении питания . Разрешает (1) или запрещает (0) удаление следующих регистров при включении питания:

- регистра разрешения стандартных событий (***ESE**);
- регистра условий байтов состояния (***SRE**);
- регистра запрашиваемых данных;
- регистра стандартных операций.

Параметр	Обычный результат
{0 1}, по умолчанию 1	0 или 1
Запрещение удаления содержимого соответствующих регистров при включении питания: *PSC 0	

- При выключении и включении питания значение этого параметра не изменяется. Если он необходим для соединения с GPIB:

***PSC 0** для отключения удаления данных разрешения

***ESE 128** для разрешения события включения питания

***SRE 32** для разрешения запросов обслуживания при наступлении стандартного события

Эта короткая программа теперь позволяет получать сигнал запроса обслуживания GPIB при включении питания устройства.

***RCL {0|1|2|3|4}**

***SAV {0|1|2|3|4}**

Восстанавливает (*RCL) или сохраняет (*SAV) состояние прибора в определенной папке энергонезависимой памяти. Ранее сохраненное в этой папке состояние удаляется (ошибка не генерируется).

Примечание

В приборах серии 33600 файлы состояния, связанные с командами *SAV и *RCL, сохраняются в виде файлов с именами от STATE_0.STA до STATE_4.STA. Эти файлы расположены в папке "Settings" во внутренней памяти. Этими файлами можно управлять с помощью **команд MMEMorу**.

Параметр	Обычный результат
{0 1 2 3 4}	(нет)
Вызов состояния из места 1: *RCL 1	

- Прибор оснащен энергонезависимой памятью, содержащей пять папок для хранения состояний прибора. Папка 0 содержит состояние прибора при выключении питания. Используйте папки 1, 2, 3 и 4 для сохранения других состояний. Можно конфигурировать прибор на восстановление состояния на момент выключения питания, когда подача питания возобновляется (**MEM:STAT:REC:AUTO**).
- В память для состояния заносится выбранная функция (включая сигналы произвольной формы), частота, амплитуда, смещение постоянного тока, коэффициент заполнения, симметрия, а также используемые параметры модуляции. Также в память заносится состояние дисплея передней панели (**DISP**).
- При поставке прибора с завода папки 1 – 4 пустые, а папка 0 содержит состояние при включении питания.
- Только при использовании интерфейса дистанционного управления можно использовать папку 0 для сохранения пятого состояния прибора (эту папку нельзя использовать для сохранения состояний при работе с элементами управления передней панели). Однако содержимое папки 0 удаляется после выключения и включения питания.
- Можно **назначить пользовательское имя** для каждой папки 0 – 4.
- На состояния, хранящиеся в памяти, не влияет использование команды ***RST**.
- Если удалить сигнал произвольной формы из энергонезависимой памяти после сохранения состояния прибора, данные сигнала будут утеряны и прибор не будет выводить этот сигнал после восстановления состояния, вместо него будет выводиться встроенный сигнал с экспоненциальным нарастанием.
- Для сохранения состояний при использовании элементов управления передней панели используется **подсистема MMEMorу**.

*RST

Сброс настроек прибора до **заводских настроек по умолчанию** вне зависимости от настройки **MEMory:STATe:RECall:AUTO**.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Сброс настроек прибора: *RST	

- Использование этой команды не влияет на сохраненные состояния прибора, сохраненные сигналы произвольной формы или настройки ввода/вывода – все они хранятся в энергонезависимой памяти.
- Прерывает текущую развертку или пакетный сигнал.

*SRE <enable_value>

*SRE?

Разрешение запроса обслуживания. Эта команда активизирует биты в **регистре разрешений** для группы **регистра байтов состояния**.

Параметр	Обычный результат
Десятичная сумма битов в регистре (см. таблицу далее), по умолчанию используется значение 0. Например, чтобы активировать бит 2 (значение 4), бит 3 (значение 8) и бит 7 (значение 128), необходимо указать десятичную сумму 140 (4 + 8 + 128). По умолчанию 0.	+24
Разрешение битов 3 и 4 в регистре разрешения: *SRE 24	

- Чтобы разрешить определенные биты, задайте десятичное значение, соответствующее сумме битов в регистре в виде двоичного значения. Выбранные биты суммируются в бите главной сводки (бит 6) в регистре байтов состояния. Если любой из выбранных битов изменил значение с 0 на 1, прибор генерирует сигнал запроса обслуживания.
- Команда ***CLS** удаляет содержимое регистра событий, но не регистра разрешения.
- С помощью команды ***PSC** (удаление состояния при включении питания) можно установить удаление содержимого регистра разрешения байтов состояния при включении питания. Например, команда ***PSC 0** сохраняет содержимое регистра разрешения при отключении и включении питания.
- Содержимое регистра разрешения байтов состояния невозможно удалить с помощью команды ***RST**.

*STB?

Считывание запроса байтов состояния. Эта команда выполняет запрос регистра условий для группы **регистра байтов состояния**.

Параметр	Обычный результат
(нет)	+40
Считывание данных регистра условий (заданы биты 3 и 5): *STB?	

- Операция аналогична последовательному считыванию, но обрабатывается как любая другая команда прибора. Регистр доступен только для чтения; во время чтения значения битов не удаляются.
- Возвращает тот же результат, что и команда последовательного считывания, однако бит главной сводки (бит 6) не будет удален с помощью команды *STB?.
- При выключении и включении питания или при использовании команды ***RST** все биты в регистре условий удаляются.
- Возвращает десятичное значение, которое соответствует сумме всех битов, заданных в регистре, в виде двоичного значения. Например, если задан бит 3 (значение 8) и бит 5 (значение 32) (и разрешены соответствующие биты), в результате запроса возвращается значение +40.

*TRG

Команда запуска. Выполняет запуск развертки, пакетного сигнала, переход к сигналу произвольной формы или переход к команде **LIST** при использовании интерфейса дистанционного управления, если выбран источник запуска шины (программного обеспечения) (**TRIGger[1|2]:SOURce BUS**).

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Отправка мгновенного сигнала запуска для инициации пакетного сигнала: BURS:STAT ON BURS:MODE TRIG TRIG:SOUR BUS *TRG	

*TST?

Запрос самодиагностики. Выполняет полную самодиагностику прибора. Если при выполнении диагностики произошел сбой, дополнительную информацию можно найти в одном или нескольких сообщениях об ошибках. Используйте команду **SYSTem:ERRor?** для прочтения последовательности ошибок.

Параметр	Обычный результат
(нет)	+0 (успешно) или +1 (сбой одной или нескольких проверок)
Выполнение самодиагностики: *TST?	

- Самодиагностика при включении питания выполняется при включении прибора. Эта ограниченная по времени проверка позволяет убедиться, что прибор находится в рабочем состоянии.
- Полная процедура самодиагностики (***TST?**) занимает приблизительно 15 секунд. Если все проверки выполнены успешно, пользователь может быть уверен, что прибор находится в исправном состоянии.
- В результате успешного выполнения команды ***TST** на дисплее передней панели отображается сообщение "Self-Test Passed". В противном случае, отображается сообщение "Self-Test Failed" и номер ошибки. См. раздел **Обслуживание и ремонт – введение** для получения инструкции по обращению в службу поддержки или возвращению прибора для выполнения обслуживания.

*WAI

Конфигурирует прибор на ожидание завершения выполнения всех незавершенных операций перед выполнением дополнительных команд с использованием интерфейса.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Ожидание завершения всех незавершенных операций. *WAI	

- Например, чтобы убедиться в том, что прибор готов к сигналу запуска, используйте эту команду вместе с командой ***TRG**:

***TRG;*WAI;*TRG**

Регистры

Прибор использует три разных типа регистров для включения, установки меток и отслеживания своих функций.

- Регистр разрешения определяет, какие биты в регистре событий будут передаваться в группу регистра байтов состояния. Данные регистра разрешения можно считывать и записывать.
- Регистр условий постоянно контролирует состояние прибора. Биты в регистре условий обновляются в режиме реального времени. Эти биты не фиксируются и не буферизируются.
- Регистр событий доступен только для чтения. Он фиксирует события из регистра условий. Буфер в этом регистре отсутствует; когда бит события задан, последующие события, соответствующие этому биту, игнорируются.

Подсистема INITiate

Подсистема INITiate управляет переходом прибора из состояния бездействия в состояние ожидания сигнала запуска. Одновременно осуществляется управление только одним каналом, для двух каналов используется ключевое слово "ALL".

Пример

Данная программа использует команду **INITiate[1|2][:IMMediate]** с командами **TRIGger[1|2]:SOURce** и **TRIGger[1|2]:COUNT**. Команда **TRIG:SOUR EXT** конфигурирует канал на внешний сигнал запуска, команда **TRIG:COUNT** задает для количества запусков значение 10. С помощью команды **INITiate** прибор переходит в состояние ожидания сигнала запуска. Сигнал запуска произойдет, когда на линию разъема **Ext Trig** на задней панели будет подан импульс (с максимальным уровнем по умолчанию). Канал вернется в состояние бездействия после выполнения 10 заданных запусков. Далее необходимо выполнение другой команды **INIT**, чтобы перезапустить прием сигналов запуска с входной линии внешнего источника запуска.

```
INIT:CONT OFF
TRIG:SOUR EXT
TRIG:COUNT 10
INIT
```

INITiate[1|2]:CONTInuous {ON|1|OFF|0}
INITiate[1|2]:CONTInuous?

INITiate:CONTInuous:ALL {ON|1|OFF|0}

Задает работу системы запуска для одного или двух каналов (ALL): всегда возвращается в состояние ожидания сигнала запуска (ON) или поддерживает состояние бездействия (OFF), игнорируя сигналы запуска до выполнения команды **INITiate:IMMediate**.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию ON	0 (OFF) или 1 (ON)
Конфигурирование непрерывного запуска для обоих каналов: INIT:CONT:ALL ON	

- После запуска канал переходит из состояния ожидания запуска в состояние выполнения операции (например, состояние создания пакетов сигналов или развертки). Состояние выполнения операции может продолжаться длительное время, и во время этого состояния команды запуска игнорируются (это не влияет на число сигналов запуска, заданных командой **TRIGger[1|2]:COUNt**).
- С помощью команды INIT:CONT ON количество сигналов запуска не имеет значения, поскольку распознавание выполнения определенного количества запусков, начиная с первого сигнала запуска следующего цикла сигналов запуска, не представляется возможным. Если необходимо подсчитать число сигналов запуска, установите INIT:CONT OFF.

INITiate[1|2][:IMMEDIATE]

INITiate[:IMMEDIATE]:ALL

Изменяет состояние бездействия системы запуска для обоих каналов (ALL) на состояние ожидания сигнала запуска для определенного количества запусков, заданного с помощью команды **TRIGger[1|2]:COUNT**.

- После запуска канал переходит из состояния ожидания запуска в состояние выполнения операции (например, состояние создания пакетов сигналов или развертки). Состояние выполнения операции может продолжаться длительное время, и во время этого состояния команды запуска игнорируются (это не влияет на число сигналов запуска, заданных командой **TRIGger[1|2]:COUNT**).

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Переход обоих каналов в состояние ожидания сигнала запуска: INIT:IMM:ALL	

- Система запуска управляется командой **INITiate[:IMMEDIATE]**. Когда заданное количество запусков выполнено, система запуска возвращается в состояние бездействия и игнорирует дальнейшие сигналы запуска. Запущенная функция будет оставаться в том состоянии, в котором она находилась, когда было достигнуто заданное количество запусков. Перезапуск системы запуска с помощью другой команды **INITiate[:IMMEDIATE]** позволяет снова применять сигналы запуска.
- Используйте команду **ABORT**, чтобы вернуть прибор в состояние бездействия.
- Если для заданного канала используется команда **INIT:CONT** со значением ON, команды **INITiate[1|2]:IMMEDIATE** и **INIT[:IMMEDIATE]:ALL** не оказывают влияния на систему запуска, при этом генерируется ошибка -213.

INPut:ATTenuation[:STATe] {ON|1|OFF|0}
 INPut:ATTenuation[:STATe]?

Устанавливает работу входного сигнала модуляции на моделях серии 33600 с сигналами до 5 В (ON) или 1 В (OFF).

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию ON	0 (OFF) или 1 (ON)
Установка работы входных сигналов модуляции с сигналами до 5 В: INP:ATT ON	

- Это можно сделать с помощью экрана параметров модуляции на передней панели, если в качестве источника модуляции установлен внешний источник.

Подсистема LIST

Конфигурирует список частот, выводимых прибором. Она разрешает более быстрое изменение частот в соответствии с предопределенным списком частот. Переход с изменением частот может осуществляться при использовании внешнего запуска, внутреннего запуска или запуска BUS. Список иницируется с помощью команды FREQuency:MODE LIST.

LIST_DWELL – задает время генерирования каждой частоты в списке.

LIST_FREQuency – задает до 128 значений частот в списке (значения частоты могут также считываться и сохраняться в файле с использованием команд MMEMory:LOAD:LIST[1|2] и MMEMory:STORe:LIST.

LIST_FREQuency_POINts – получение количества точек в списке частот.

Для ознакомления с примерами программирования LIST см. раздел **Создание списка частот**.

[SOURce[1|2]:]LIST:DWELL {<seconds>|MINimum|MAXimum}
 [SOURce[1|2]:]LIST:DWELL? [{MINimum|MAXimum}]

Задает продолжительность выдержки, время генерирования каждой частоты в списке частот.

Параметр	Обычный результат
1 мкс – 1000 с, по умолчанию 1 с	+1.2000000000000000E+01
Установка выдержки для канала 1, равной 12 с: LIST:DWEL 12	

- Прибор генерирует каждую частоту в списке частот в соответствии с заданным временем выдержки, когда для команды TRIGger[1|2]:SOURce установлено значение IMMEDIATE.

[SOURce[1|2]:]LIST:FREQuency <freq1>[, <freq2>, etc.]
[SOURce[1|2]:]LIST:FREQuency?

Задаёт значения частоты в списке частот.

Параметр	Обычный результат
Список из 1 – 128 значений частот, от 1 мГц до максимальной частоты прибора (до 200 кГц для сигналов треугольной и пилообразной формы). Список по умолчанию: 100 Гц, 1000 Гц и 550 Гц.	2.17800000E+006,3.14000000E+003, 6.28318000E+006
Установка для канала 1 списка частот, включающего три значения: LIST:FREQ 2.718E6, 3.14E3, 6.28318E6	

- При использовании этой команды новый список заменяет предыдущий список.

[SOURce[1|2]:]LIST:FREQuency:POINts? [{MINimum|MAXimum}]

Возвращает количество значений частот в текущем списке частот.

Параметр	Обычный результат
[{MINimum MAXimum}]	+17
Получение данных о количестве записей в списке частот канала 1: LIST:FREQ:POIN?	

- Список по умолчанию включает три частоты: 100 Гц, 1000 Гц и 550 Гц.
- MINimum – 1, MAXimum – 128.

Подсистема LXI

Подсистема LXI поддерживает функцию LAN eXtensions for Instrumentation (LXI).

LXI:IDENtify[:STATE] {ON|1|OFF|0}
LXI:IDENtify[:STATE]?

Включает или выключает индикатор идентификации LXI.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}	0 (OFF) или 1 (ON)
Включение индикатора идентификации LXI: LXI:IDEN ON	

- Индикатор идентификации LXI помогает определить устройство, связанное с адресом локальной сети.
- При использовании команды ***RST** индикатор идентификации LXI отключается.
- Индикатор идентификации LXI можно отключить с помощью кнопки LOCAL.

LXI:MDNS:ENABLE {ON|1|OFF|0}

LXI:MDNS:ENABLE?

Выключает или включает многоадресную систему именования доменов (mDNS).

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию ON	0 (OFF) или 1 (ON)
Включение mDNS: LXI:MDSN:ENAB ON	

- Настройка включается после использования команды **SYSTem:SECurity:IMMediate**, ***RST**, при включении питания или при сбросе настроек локальной сети.

LXI:MDNS:HNAME[:RESolved]?

Возвращает разрешенное (уникальное) имя хоста mDNS в форме *<mDNS имя хоста>-N*. *N* – это целое число, используемое для создания уникального имени. Выбранное имя при необходимости может быть усечено для возможности добавления целого числа.

Параметр	Обычный результат
(нет)	"A-335xxx-00107", где xxx – это три последних символа номера модели, а 00107 – это последние пять цифр серийного номера.
Получение принятого имени хоста mDNS: LXI:MDNS:HNAME:RESolved?	

LXI:MDNS:SNAME:DESired <name>

LXI:MDNS:SNAME:DESired?

Задаёт требуемое имя службы mDNS.

Параметр	Обычный результат
Строка в кавычках из не более 63 символов, по умолчанию Keysight <имя_модели> Arbitrary Генератор сигналов - <серийный_номер>".	"Keysight 33xxxx Arbitrary Waveform Generator - 99999", где xxxx – это последние четыре символа номера модели, а 99999 – последние пять цифр серийного номера.
Установка для службы mDNS имени "Генератор сигналов": LXI:MDNS:SNAM:DES "Генератор сигналов"	

- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- Значение по умолчанию будет установлено после использования команды **SYSTem:SECurity:IMMediate**.

LXI:MDNS:SNAME[:RESolved]?

Возвращает разрешенное (уникальное) имя службы mDNS в форме *<требуемое имя службы mDNS>(N)*. *N* – это целое число, используемое для создания уникального имени. Выбранное имя при необходимости может быть усечено для возможности добавления целого числа.

Параметр	Обычный результат
(нет)	"Keysight 33xxxx Arbitrary Waveform Generator - 99999", где xxxx – это последние четыре символа номера модели, а 99999 – последние пять цифр серийного номера.
Получение принятого имени службы mDNS: LXI:MDNS:SNAME:RESolved?	

- Разрешенное имя службы mDNS будет требуемым именем службы (LXI:MDNS:SNAME:DESired), возможно, с окончанием "(N)", где *N* – целое число, только если требуется сделать имя уникальным.

LXI:RESet

Выполняет сброс настроек локальной сети до известного рабочего состояния, начиная с DHCP. Если происходит сбой DHCP, используется AutoIP. Также удаляется пароль веб-интерфейса пользователя, если он был задан.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Сброс настроек локальной сети: LXI:RES	

- В зависимости от сети для перезапуска интерфейса локальной сети может потребоваться несколько секунд после отправки этой команды.
- Если интерфейс или определенные службы локальной сети (VXI-11, сокеты и т. д.) были отключены с помощью команды SYSTem:COMMunicate:ENABle, необходимо по отдельности активировать интерфейс или службы и выключить и повторно включить питание прибора, чтобы активировать локальную сеть.

LXI:REStart

Перезапуск локальной сети с использованием текущих настроек в соответствии с командами **SYSTem:COMM:LAN**.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Перезапуск интерфейса локальной сети: LXI:REST	

- В зависимости от сети для перезапуска интерфейса локальной сети может потребоваться несколько секунд после отправки этой команды.
- Если интерфейс или определенные службы локальной сети (VXI-11, сокеты и т. д.) были отключены с помощью команды **SYSTem:COMMunicate:ENABle**, необходимо по отдельности активировать интерфейс или службы и выключить и повторно включить питание прибора, чтобы активировать локальную сеть.

Подсистема MARKer

Подсистема MARKer конфигурирует точку сигнала произвольной формы, развертки или пакетного сигнала, в которой уровень сигнала на разъеме **Sync** на передней панели снижается.

Команды и запросы

- **[SOURce[1|2]:]MARKer:CYCLE {<cycle_num>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}** – цикл пакетного сигнала, в течение которого уровень сигнала на разъеме **Sync** снижается
- **[SOURce[1|2]:]MARKer:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}** – частота, с которой снижается уровень сигнала на разъеме **Sync**
- **[SOURce[1|2]:]MARKer:POINt {<sample_number>|MINimum|MAXimum}** – точка сигнала произвольной формы, в которой уровень сигнала на разъеме **Sync** снижается

Только если для параметра SYNC:MODE установлено значение MARKer, каждая из этих команд позволяет выполнить перемещение сигнала sync/маркера на максимальный уровень в начале пакетного сигнала, развертки или сигнала произвольной формы.

OUTPut:SYNC:POLarity позволяет изменить это значение на противоположное.

[SOURCE[1|2]:]MARKer:CYCLE {<cycle_num>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
 [SOURCE[1|2]:]MARKer:CYCLE? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт количество циклов маркера, на протяжении которых уровень сигнала на разъёме **Sync** на передней панели снижается при работе в пакетном режиме. **OUTPut:SYNC:POLarity** позволяет изменить это значение на противоположное.

Параметр	Обычный результат
Целое число от 2 до количества циклов в пакетном режиме плюс один (NCYCles+1), по умолчанию 2	+2.0000000000000000E+03
Установка для цикла маркера значения 2000: MARK:CYCL 2000	

- Это возможно, только если пакет активирован, а для параметра **OUTP:SYNC:MODE** установлено значение MARKer.
- Когда включен пакетный режим, цикл маркера должен быть меньше количества циклов в пакетном режиме плюс один или равен ему. При попытке задать цикл маркера вне данного диапазона он будет установлен на уровне середины пакетного сигнала. При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict".

[SOURCE[1|2]:]MARKer:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
 [SOURCE[1|2]:]MARKer:FREQuency? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт частоту маркера, с которой уровень сигнала на разъёме **Sync** на передней панели снижается во время выполнения развертки. **OUTPut:SYNC:POLarity** позволяет изменить это значение на противоположное.

Параметр	Обычный результат
Значение частоты между значениями начальной и конечной частоты, по умолчанию 500 Гц.	+2.0000000000000000E+03
Установка частоты маркера, равной 2 кГц: MARK:FREQ 2000	

- Это возможно, только если развертка активирована, а для параметра **OUTP:SYNC:MODE** установлено значение MARKer.
- Когда включена развертка, значение частоты маркера должно быть между значениями начальной и конечной частоты. При попытке задать цикл маркера вне данного диапазона частота маркера будет задана равной начальной частоте или частоте (в зависимости от того, какое значение ближе). При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict".

[SOURce[1|2]:]MARKer:POINt {<sample_number>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]MARKer:POINt? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт количество выборок, при котором уровень сигнала на разъёме **Sync** на передней панели снижается при активном сигнале произвольной формы. **OUTPut:SYNC:POLarity** позволяет изменить это значение на противоположное.

Параметр	Обычный результат
Целое число от 4 до количества выборок в сигнале минус 3; по умолчанию центральная точка сигнала произвольной формы.	+1,0000000000000000E+01
Установка точки маркера в 10-й выборке сигнала: MARK:POIN 10	

- При использовании команды задается только точка маркера для текущего активного сигнала произвольной формы (**FUNCtion:ARBitrary**), не для последовательности.
- Команда допустима только при соблюдении следующих условий:
 - Для **OUTPut:SYNC:MODE** задано значение MARK, для FUNC – значение ARB, для **FREQuency:MODE** – значение CW.
 - Для **OUTPut:SYNC:MODE** задано значение CARR, для FUNC – значение ARB, для **BURSt** – значение ON.
 - Для **OUTPut:SYNC:MODE** задано значение CARR, для FUNC – значение ARB, для **FREQuency:MODE** – значение SWEEP.
 - Для **OUTPut:SYNC:MODE** задано значение MARK, активна внутренняя модуляция, для **FUNCtion** задано значение ARB или для внутренней функции модулирующего сигнала задано значение ARB.
 - Для **OUTPut:SYNC:MODE** задано значение MARK, активная внешняя модуляция, для **FUNCtion** задано значение ARB.

Подсистема MEMory

Подсистема MEMory предназначена для работы с файлами состояний прибора, которые сохраняются (***SAV**) и которые можно вызвать (***RCL**) из папок 0 – 4 в энергонезависимой памяти.

Примечание

В приборах серии 33600 файлы состояния, связанные с командами *SAV и *RCL, сохраняются в виде файлов с именами от STATE_0.STA до STATE_4.STA. Эти файлы расположены в папке "Settings" во внутренней памяти. Этими файлами можно управлять с помощью **команд MMEMory**.

Пример

```
MEM:STAT:DEL 3
*SAV 3
MEM:STAT:VAL? 3
```

```
MEM:STAT:NAME 3,PATS_STATE
MEM:STAT:CAT?
```

Команды и запросы

- **MEMory:NSTates?** – получение общего количества папок памяти, в которых хранятся состояния.
- **MEMory:STATe:CATalog?** – список имен, связанных со всеми пятью папками хранения состояний.
- **MEMory:STATe:DELeTe {0|1|2|3|4}** – удаление содержимого папки хранения состояний.
- **MEMory:STATe:NAME {0|1|2|3|4} [,<name>]** – назначение пользовательских имен для папок хранения состояний.
- **MEMory:STATe:RECall:AUTO {ON|1|OFF|0}** – определяет восстановление состояния прибора на момент выключения питания из папки 0 при включении питания прибора.
- **MEMory:STATe:VALid? {0|1|2|3|4}** – определяет, содержит ли папка хранения допустимое состояние.

MEMory:NSTates?

Возвращает общее количество папок памяти, доступных для хранения состояний (всегда +5, включая папку памяти 0).

Параметр	Обычный результат
(нет)	+5
Получение данных о количестве папок хранения состояний: MEM:NST?	

MEMory:STATe:CATalog?

Возвращает имена, назначенные для папок 0 – 4.

Параметр	Обычный результат
(нет)	"AUTO_RECALL","STATE_1","STATE_2","STATE_3","STATE_4"
Запрос имен папок: MEM:STAT:CAT?	

- По умолчанию используются имена "AUTO_RECALL", "STATE_1", "STATE_2", "STATE_3" и "STATE_4".
- Можно присвоить местоположению имя "0", но это имя будет заменено при выключении питания и последующем сохранении в этом месте нового состояния выключения питания.

MEMory:STATe:DELeTe {0|1|2|3|4}

Удаляет папку хранения состояния.

Параметр	Обычный результат
{0 1 2 3 4}	(нет)
Удаление содержимого папки хранения 1: MEM:STAT:DEL 1	

- По умолчанию используются имена "AUTO_RECALL", "STATE_1", "STATE_2", "STATE_3" и "STATE_4".
- Несмотря на то, что можно удалить состояние в папке 0, при следующем включении питания прибор будет переведен в состояние на момент выключения питания.
- При попытке восстановления состояния из пустой папки генерируется ошибка.

MEMory:STATe:NAME {0|1|2|3|4}[,<name>]

MEMory:STATe:NAME? {0|1|2|3|4}

Именует папку хранения.

Параметр	Обычный результат
Строка без закрывающих кавычек длиной не более 12 символов. Первым символом должна быть буква (A – Z). Остальные символы могут быть буквами, цифрами (0 – 9) или символами нижнего подчеркивания ("_"). Если имя не указано, будет использоваться имя по умолчанию, установленное на заводе.	TEST_RACK_1
Переименование папки 1: MEM:STAT:NAME 1,TEST_RACK_1	

- По умолчанию используются имена "AUTO_RECALL", "STATE_1", "STATE_2", "STATE_3" и "STATE_4".
- Можно присвоить местоположению имя "0", но это имя будет заменено при выключении питания и последующем сохранении в этом месте нового состояния выключения питания.
- Можно назначить одно имя для разных папок.
- При удалении содержимого папки хранения (MEMory:STATe:DELeTe) выполняется сброс связанного имени до заводского имени по умолчанию ("AUTO_RECALL", "STATE_1", "STATE_2", "STATE_3" или "STATE_4").
- На имена состояний использование команды *RST не влияет.

MEMory:STATe:RECall:AUTO {ON|1|OFF|0}

MEMory:STATe:RECall:AUTO?

Отключает или включает автоматическое восстановление состояния прибора в папке хранения "0" при включении питания.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию ON	0 (OFF) или 1 (ON)
Отключение автоматического восстановления состояния на момент выключения питания: MEM:STAT:REC:AUTO OFF	

- Использование OFF равносильно сбросу до заводских настроек (*RST) при включении питания.

MEMory:STATe:VALid? {0|1|2|3|4}

Определяет, содержится ли в папке хранения допустимое состояние.

Параметр	Обычный результат
{0 1 2 3 4}	0 (допустимое состояние отсутствует) или 1 (имеется допустимое состояние)
Запрос состояния в папке 3: MEM:STAT:VAL 3?	

- Используйте эту команду перед отправкой команды *SAV, чтобы избежать непреднамеренного удаления состояния.

Подсистема MMEMory

Подсистема MMEMory управляет файловой системой прибора или внешнего накопителя USB. В файловой системе могут храниться и загружаться несколько форматов файлов.

В приборе всегда присутствует файловая система флеш-памяти "INT:\". Если устройство USB для хранения файлов подключено к порту USB на передней панели, на дисплее прибора отображается "USB:\".

Пример

Следующий код формирует последовательность, показанную ниже. Обратите внимание, что длинная команда **DATA:SEquence** разбивается по строкам для удобства чтения.

```
FUNC:ARB:SRATE 10E3
FUNC:ARB:FILTER OFF
FUNC:ARB:PTPEAK 10
DATA:ARB dc_ramp, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0
DATA:ARB dc5v, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0
DATA:ARB dc2_5v, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5, 0.5
DATA:ARB dc0v, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0
DATA:SEquence #3128"seqExample", "dc_
ramp", 0, once, highAtStart, 5, "dc5v", 2, repeat, maintain, 5,
      "dc2_v", 2, repeat, lowAtStart, 5, "dc0v", 2, repeat, maintain, 5
FUNC:ARB dc_ramp
MMEM:STORE:DATA "INT:\dc_ramp.arb"
FUNC:ARB dc5v
MMEM:STORE:DATA "INT:\dc5v.arb"
FUNC:ARB dc2_5v
MMEM:STORE:DATA "INT:\dc2_5.arb"
FUNC:ARB dc0v
MMEM:STORE:DATA "INT:\dc0v.arb"
FUNC:ARB seqExample
MMEM:STORE:DATA "INT:\seqExample.seq"
DATA:VOL:CLEAR <--- удаление всех отображаемых сигналов LOAD позволяет восста-
новить все сигналы
MMEM:LOAD:DATA "INT:\seqExample.seq"
FUNC ARB
FUNC:ARB "INT:\seqExample.seq"
OUTPUT ON
```

Файл seqExample.seq показан ниже.

```
File Format:1.10
Sample Rate:10000.000000
High Level:5.000000
Low Level:0.000000
Filter:"off"
Header:Arb Name, Repeat Count, Play Control,Marker Mode, Marker Point
dc_ramp.arb,1,"once","highAtStart",5
dc5v.arb,2,"repeat","maintain",5
dc2_5v.arb,2,"repeat","lowAtStart",5
dc0v.arb,2,"repeat","maintain",5
```



Команды и запросы

Подсистема MMEMory включает следующие команды и запросы.

MMEMory:CATalog[:ALL]? [*<folder>*] – выдает информацию о доступном и использованном пространстве и файлах, хранящихся на запоминающем устройстве.

MMEMory:CATalog:DATA:ARbitrary? [*<folder>*] – выдает список сигналов произвольной формы и последовательностей, хранящихся на устройстве памяти.

MMEMory:CATalog:STATE? [*<folder>*] – выдает информацию о доступном и использованном пространстве и файлах состояния (*.sta), хранящихся на запоминающем устройстве.

MMEMory:CDIRectory *<folder>* – изменения папки.

MMEMory:CDIRectory?

MMEMory:COpy *<file1>*,*<file2>* – копирует файл на устройство памяти.

MMEMory:COpy:SEquence *<source>*,*<destination>* – копирует последовательность и связанные с ней сигналы произвольной формы на устройство памяти.

MMEMory:DELeTe *<file>* – удаляет файлы с устройства памяти.

MMEMory:DOWNload:DATA *<binary_block>* – загружает данные с хост-компьютера в память прибора

MMEMory:DOWNload:FNAME *<filename>* – задает имя файла для загруженных с компьютера в память прибора данных.

MMEMory:LOAD:ALL *<filename>* – загружает файл состояний прибора.

MMEMory:LOAD:DATA[1|2] *<filename>* – загружает сигнал произвольной формы из файла.

MMEMory:LOAD:LIST[1|2] *<filename>* – загружает список частот из файла.

MMEMory:LOAD:STATE *<filename>* – загружает сохраненное состояние прибора из файла.

MMEMory:MDIRectory *<folder>* – создает новый каталог (папку).

MMEMory:MOVE *<file1>*,*<file2>* – перемещает файл на устройство памяти.

MMEMory:RDIRectory *<folder>* – удаляет каталог.

MMEMory:STORe:ALL *<filename>* – сохраняет файл состояний прибора.

MMEMory:STORe:DATA[1|2] *<filename>* – сохраняет сигнал произвольной формы в файл.

MMEMory:STORe:LIST[1|2] *<filename>* – сохраняет список активных частот в файл.

MMEMory:STORe:STATE *<filename>* – сохраняет состояние прибора в файл.

MMEMory:UPLoad? *<filename>* – выгружает содержимое файла из памяти прибора на хост-компьютер.

Форматы папок и файлов

Большинство команд MMEMory относятся к операциям с папками и файлами. Они имеют определенные структуры, которые описаны далее.

Формат элемента <папка>

- Элемент <папка> имеет формат "<диск>:<путь>", где для элемента <диск> может быть задано значение INTernal или USB, а для элемента <путь> указывается абсолютный путь папки.
 - Команда INTernal позволяет установить внутреннюю файловую систему флэш-памяти. USB обозначает накопитель USB на лицевой панели.
 - Абсолютный путь начинается с символа "\" или "/" и указания диска <drive> в качестве корневой папки.
 - Имя папки, заданное в элементе <путь>, не может превышать 240 символов.
 - Указанная папка должна существовать и не должна быть отмечена как скрытая или системная.
 - Если настройки параметра <drive>:<path> не выполнены, будет использоваться папка, заданная с помощью команды **MMEMory:CDIRectory**.
 - Если значение параметра <drive> не установлено:
 - Путь рассматривается как относительный и добавляется к папке, указанной с помощью команды **MMEMory:CDIRectory**.
 - Абсолютный путь НЕДОПУСТИМ.

Формат элемента <файл>

- Элементы <файл1> и <файл2> имеют формат "[<диск>:<путь>]<имя_файла>", где для элемента <диск> может быть задано значение INTERNAL или USB, а для элемента <путь> необходимо указать абсолютный путь папки.
 - Команда INTERNAL позволяет установить внутреннюю файловую систему флэш-памяти. USB обозначает накопитель USB на лицевой панели.
 - Если настройки параметра <drive>:<path> не выполнены, будет использоваться папка, заданная с помощью команды **MMEMory:CDIRectory**.
 - Абсолютный путь начинается с символа "\" или "/" и указания диска <drive> в качестве корневой папки.
 - Имена папок и файлов не могут содержать следующие символы: \ / : * ? " < > |
 - Сочетание имени папки и имени файла не должно превышать 240 символов.
 - Исходные файл и папка, а также целевая папка должны существовать и не должны быть отмечены как скрытые или системные.
 - Если целевой файл уже существует, он будет заменен, если он не отмечен как скрытый или системный.
 - Если значение параметра <drive> не установлено:
 - Путь рассматривается как относительный и добавляется к папке, указанной с помощью команды **MMEMory:CDIRectory**.
 - Абсолютный путь НЕДОПУСТИМ.

Запоминающее устройство (MMEemory) и хранение состояний

При работе с элементами управления передней панели для сохранения состояний используется подсистема MMEM, а не подсистема MEM. Если состояние прибора сохраняется с использованием передней панели, к нему можно получить доступ с помощью команд SCPI. Однако состояние прибора, сохраненное в подсистеме MEM с помощью команды SCPI *SAV, невозможно восстановить с помощью элементов управления передней панели.

Например, сконфигурируйте прибор в соответствии с требованиями и подключите носитель USB к порту на передней панели. Затем введите следующие команды. Если носитель USB отсутствует, укажите вместо пути "USB:\" путь "INT:\", чтобы использовать внутреннюю флеш-память прибора.

```
MMEemory:CDIRectory "USB:\"  
MMEemory:MDIRerctory "States"  
MMEemory:STORe:STATE "USB:\States\State1"
```

Чтобы вернуться в это состояние в любое время:

```
MMEemory:LOAD:STATE "USB:\States\State1"
```

Также можно восстановить файл состояния с использованием передней панели, нажав кнопку **[System] > Store/Recall**.

MMEMory:CATalog[:ALL]? [<folder>]

Возвращает список всех файлов в текущем каталоге памяти, включая внутреннюю память и носитель USB.

Параметр	Обычный результат
Любое допустимое имя папки. По умолчанию используется папка, выбранная с помощью MMEMory:CDIRectory	+10000000000,+327168572, "command.exe,,375808", "MySetup.sta,STAT,8192", "MyWave.csv,ASC,11265"
Получение списка всех файлов папки MyData накопителя USB, подключенного к передней панели: MMEM:CAT? "USB:\MyData"	

- Каталог будет иметь следующий формат:

<использованная_память>,<свободная_память>{"<список_файлов>"}

Для каждого файла в папке прибор возвращает два числовых значения и строку. Первое числовое значение обозначает используемое количество байтов памяти жесткого диска. Второе значение обозначает число байтов свободной памяти. Каждый элемент *<список_файлов>* имеет формат "*<имя_файла>,<тип_файла>,<размер_файла>*" (включая кавычки), где *<имя_файла>* представляет собой имя файла, включая расширение, если оно есть; элемент *<тип_файла>* содержит запись STAT для файлов STATE (.sta), ASC для файлов DATA (.csv), FOLD для папок или ноль для всех остальных расширений файлов; *<размер_файла>* представляет собой размер файла в байтах.

- Если файлы отсутствуют, возвращается только элемент *<использованная_память>,<свободная_память>*.
- Поскольку прибору необходим небольшой объем в файловой системе флэш-памяти для внутреннего использования, значение *<mem_used>* не будет равно нулю, даже если на диске нет ни одного пользовательского файла.

MMEMory:CATalog:DATA:ARBitrary? [<folder>]

Возвращает список всех файлов и папок последовательностей сигналов произвольной формы (.seq), а также файлов сигналов произвольной формы (.arb/.barb) в папке.

Параметр	Обычный результат
Любое допустимое имя папки. По умолчанию используется папка, выбранная с помощью MMEMory:CDIRectory	(см. ниже)
<p>В результате выполнения следующего запроса перечисляются все файлы сигналов произвольной формы и последовательностей, которые располагаются в папке BuiltIn во внутренней памяти.</p> <p>MMEM:CAT:DATA:ARBitrary? "INT:\BuiltIn"</p> <p>Обычный результат: 96256,1019770880,"EXP_RISE.arb,ARB,1868","EXP_FALL.arb,ARB,2064", "SINC.arb,ARB,1897","CARDIAC.arb,ARB,2410","NEG_RAMP.arb,ARB,1908", "HAVERSINE.arb,ARB,374","GAUSSIAN.arb,ARB,587","LORENTZ.arb,ARB,1254", "D_LORENTZ.arb,ARB,1373"</p>	

- Прибор возвращает два числовых значения и строку для каждого файла .seq и .arb/.barb в выбранной папке. Первое числовое значение обозначает используемое количество байтов памяти жесткого диска. Второе значение обозначает число байтов свободной памяти. Каждый элемент <список файлов> имеет формат "<имя_файла>,<тип_файла>,<размер_файла>" (включая кавычки), где <имя_файла> представляет собой имя файла, включая расширение, если оно есть; <тип_файла> – это FOLD для папок, ARB для сегментов произвольной формы или SEQUENCE для файлов последовательностей сигналов произвольной формы; <размер_файла> – размер файла в байтах.
- Если файлов с расширением .seq, .arb или .barb не существует, возвращается только строка <использованная_память>,<свободная_память>.
- Поскольку прибору необходим небольшой объем в файловой системе флэш-памяти для внутреннего использования, значение <mem_used> не будет равно нулю, даже если на диске нет ни одного пользовательского файла.

MMEMory:CATalog:STATe? [<folder>]

Перечисляет все файлы состояний (с расширением .sta) в папке.

Параметр	Обычный результат
Любое допустимое имя папки. По умолчанию используется папка, выбранная с помощью MMEMory:CDIRectory	+10000000000,+327168572,"MySetup.sta,STAT,8192"
Получение списка всех файлов состояний в папке MyData на носителе USB, подключенном к разъему на передней панели. MMEM:CAT:STAT? "USB:\MyData"	

- Формат возвращаемых данных о каталоге:

<использованная_память>,<свободная_память>{"<список_файлов>"}

- Прибор возвращает два числовых значения и строку для каждого файла состояния в выбранной папке. Первое числовое значение обозначает используемое количество байтов памяти жесткого диска. Второе значение обозначает число байтов свободной памяти. Каждый элемент *<список_файлов>* имеет формат "*<имя_файла>,<тип_файла>,<размер_файла>*" (включая кавычки), где *<имя_файла>* – имя файла, включая расширение, если оно есть; *<тип_файла>* – STAT для файлов STATe (.sta); *<размер_файла>* – размер файла в байтах.
- Если файлы с состояниями отсутствуют, возвращается только элемент *<использованная_память>,<свободная_память>*.
- Поскольку прибору необходим небольшой объем в файловой системе флэш-памяти для внутреннего использования, значение *<mem_used>* не будет равно нулю, даже если на диске нет ни одного пользовательского файла.

MMEMory:CDIRectory <folder>
MMEMory:CDIRectory?
MMEMory:MDIRectory <folder>
MMEMory:RDIRectory <folder>

С помощью команды MMEMory:CDIRectory можно выбрать папку по умолчанию для команд подсистемы MMEMory. Эта папка должна существовать и использоваться, когда в именах папок или файлов не содержится информация о диске и имени папки.

С помощью команды MMEMory:MDIRectory создается новый каталог (папка) на носителе памяти.

С помощью команды MMEMory:RDIRectory удаляется каталог (папка) на носителе памяти.

Параметр	Обычный результат
Имя любого каталога, включая идентификатор устройства памяти, по умолчанию INT:\	"INT:\"
Создание и удаление нового каталога с именем test на внутреннем носителе памяти: MMEM:MDIR "test" MMEM:RDIR "test" Возвращение папки по умолчанию для команд подсистемы MMEMory. MMEM:CDIR?	

- Прибор выполняет сброс папки по умолчанию на корневой каталог файловой системы внутренней флеш-памяти ("INT:\") после использования команды ***RST**.
- Можно удалить только пустую папку (не содержащую файлы). В противном случае прибор сгенерирует ошибку "Directory not empty".

MMEMory:COPY <file1>,<file2>

Копирует <файл1> в <файл2>. Имена файлов могут включать любые расширения файлов.

Параметр	Обычный результат
Оба файла могут иметь любые допустимые имена файлов.	(нет)
Скопируйте файл состояния MyFreqMeas.sta из корневого каталога в папку Backup в файловой системе внутренней флеш-памяти. MMEM:COPY "INT:\MySetup.sta","INT:\Backup"	

- Чтобы скопировать файл в файл с таким же именем в другой папке, можно указать только <диск> и/или <путь> для элемента <назначение>.

MMEMory:CoPY:SeQuence <source>,<destination>

Копирует последовательность из места хранения <источник> в место хранения <назначение>. Имена файлов могут включать любые расширения файлов. Для файлов текстового формата используется расширение .seq.

Параметр	Обычный результат
<источник> и <назначение> могут быть любыми допустимыми именами файлов последовательностей.	(нет)
Копирование файла последовательности MySequence.seq и всех связанных файлов сегментов, заданных в файле последовательности, из внутренней памяти в папку Backup на внутреннем носителе. MMEM:CoPY:SeQ "INT:\MySequence.seq","INT:\Backup"	

- Элементы <источник> и <назначение> имеют формат "[<диск>:]<путь>]<имя_файла>", где для элемента <диск> можно выбрать INTernal или USB, а для элемента <путь> необходимо указать путь к файлу.
 - Команда INTernal позволяет установить внутреннюю файловую систему флэш-памяти. USB обозначает накопитель USB на лицевой панели.
 - Если значение элемента <диск> указано, значение элемента <путь> рассматривается как абсолютный путь. Абсолютный путь начинается с символа "\" или "/" и указания диска <drive> в качестве корневой папки.
 - Если элемент <диск> не указан, элемент <путь> относится к папке, заданной командой MMEMory:CDIRectory. Запись относительного пути не может начинаться со знака "\" или "/".
 - Имена папок и файлов не могут содержать следующие символы: \ / : * ? " < > |
 - Сочетание имени папки и имени файла не должно превышать 240 символов.
 - Исходные файл и папка, а также целевая папка должны существовать и не должны быть отмечены как скрытые или системные.
 - Если целевой файл уже существует, он будет заменен, если он не отмечен как скрытый или системный.
 - Чтобы скопировать файл последовательности в файл последовательности с таким же именем в другой папке, можно задать только <диск> и/или <путь> для элемента <назначение>.

MMEMory:DELeTe <file>

Удаляет файл. Чтобы удалить папку, используйте команду MMEMory:RDIRECTory.

Параметр	Обычный результат
Любое допустимое имя файла, включая расширение файла.	(нет)
Удаление указанного файла из корневого каталога в файловой системе внутренней флеш-памяти: MMEM:DEL "INT:\MySetup.sta"	

- С этой командой можно также использовать символы подстановки. Например, команда MMEM:DEL "INT:\MYDATA*.csv" позволяет удалить все файлы CSV в указанном каталоге.

MMEMory:DOWNload:DATA <binary_block>

Загружает данные с хост-компьютера в файл в памяти прибора. Имя файла необходимо установить заранее с помощью команды MMEMory:DOWNload:FNAME.

Данные в элементе <двоичный_блок> записываются в выбранный файл, при этом данные, ранее сохраненные в этом файле, удаляются.

Параметр	Обычный результат
Любой определенный или неопределенный блок стандарта IEEE-488.	(нет)
Запись слова "Hello" в файл "\Myfile" на внутреннем накопителе. MMEM:DOWN:FNAME "INT:\Myfile" MMEM:DOWN:DATA #15Hello	

MMEMory:DOWNload:FNAME <filename>

Создает или открывает указанный файл перед записью данных в этот файл с помощью команды MMEMory:DOWNload:DATA.

Параметр	Обычный результат
Любое допустимое имя файла	(нет)
Запись слова "Hello" в файл "\Myfile" файловой системы на внутреннем накопителе. MMEM:DOWN:FNAME "INT:\Myfile"MMEM:DOWN:DATA #15Hello	

MMEMory:LOAD:ALL <filename>

MMEMory:STORe:ALL <filename>

Загружает или сохраняет полную настройку прибора, используя именованный файл на устройстве памяти.

Параметр	Обычный результат
Любое допустимое имя файла в текущем каталоге устройства памяти.	(нет)
Сохранение настройки прибора в файл с именем "completeSetup.all" во внутренней памяти: MMEM:STOR:ALL "INT:\completeSetup.all" Загрузка полной настройки прибора из файла во внутренней памяти. MMEM:LOAD:ALL "INT:\completeSetup.all"	

- Эти команды позволяют воспроизводить условия работы прибора, использовавшиеся ранее.
- Эта команда загружает текущую настройку прибора (аналогично использованию команд ***SAV** и ***RCL**).
- Файлы настройки прибора, используемые этими командами, содержат больше данных, чем файлы, используемые командами ***SAV** и ***RCL**. Они также содержат сохраненные состояния и сигналы произвольной формы, параметры GPIB и параметры локальной сети, формат чисел, информацию о включении/отключении звукового сигнала, параметры отображения и данные о языке справки.
- Если целевой файл уже существует, он будет заменен, если он не отмечен как скрытый или системный.

MMEMory:LOAD:DATA[1|2] <filename>

Загружает заданный файл сегмента сигнала произвольной формы (.arb/.barb) или последовательности сигналов произвольной формы (.seq) во внутренней памяти или на накопителе USB в энергозависимую память для заданного канала.

Параметр	Обычный результат
Любое допустимое имя файла, как описано ниже.	(нет)
Загрузка сегмента сигнала произвольной формы из внутренней памяти в энергозависимую память для канала 1 и выбор этого сегмента для использования. MMEM:LOAD:DATA "Int:\Builtin\HAVERSINE.arb" FUNC:ARB "Int:\Builtin\HAVERSINE.ARB"	

- Если задан файл последовательности (.seq), загружаются все сигналы произвольной формы, заданные в файле.
- Если сигнал, на который ссылается элемент <имя_файла>, уже загружен, прибор сгенерирует ошибку с номером +786: "Specified arb waveform already exists". Для удаления существующего сигнала требуется очистка энергонезависимой памяти для хранения сигналов с помощью команды **DATA:VOLatile:CLEar**.

MMEMory:LOAD:LIST[1|2] <filename>

MMEMory:STORE:LIST[1|2] <filename>

Загружает и сохраняет файл списка частот (.lst).

Параметр	Обычный результат
Любое допустимое имя файла на устройстве памяти	(нет)
Сохранение текущего списка частот в файл LIST во внутренней памяти: MMEM:STORE:LIST "INT:\FreqList.lst" Загрузка файла LIST в систему во внутренней памяти (файл с именем FreqList.lst). MMEM:LOAD:LIST "INT:\FreqList.lst"	

- С помощью списка частот регулируется частота в **FREQ:MODE LIST**, которая быстро изменяется и переходит к следующему значению частоты в списке при возникновении события сигнала запуска.
- Файл списка частот содержит последовательность чисел ASCII, разделенных запятыми, где первый номер обозначает количество частот в списке.
3, 100.000000, 1000.000000, 550.000000
- Если целевой файл уже существует, он будет заменен, если он не отмечен как скрытый или системный.

MMEMory:LOAD:STATe <filename>

MMEMory:STORe:STATe <filename>

Сохраняет текущее состояние прибора в файле состояния. Имя файла дополнительно включает имя папки и расширение файла .sta.

Параметр	Обычный результат
Любое допустимое имя файла в текущем каталоге.	(нет)
Сохранение текущего состояния прибора в файл состояний MyFreqMeas.sta в корневом каталоге файловой системы во внутренней флеш-памяти. MMEM:STOR:STAT "INT:\MySetup"	
Загрузка состояния прибора из файла MySetup.sta в корневом каталоге во внутренней памяти. MMEM:LOAD:STAT "INT:\MySetup.sta"	

MMEMory:MOVE <file1>,<file2>

Перемещает и/или переименовывает <файл1> в <файл2>. Имя файла должно содержать расширение.

Параметр	Обычный результат
Оба файла могут иметь любые допустимые имена файлов.	(нет)
Перемещение файла состояния MySetup.sta из выбранного каталога по умолчанию в папку Backup в файловой системе внутренней флеш-памяти. MMEM:MOVE "MySetup.sta", "INT:\Backup"	
Переименование сигнала произвольной формы arbMonday на носителе USB и присвоение ему имени arbTuesday. MMEM:MOVE "USB:\arbMonday", "USB:\arbTuesday"	

- Чтобы переименовать файл, укажите одну папку для элементов <файл1> и <файл2>.
- Чтобы переместить файл в файл с таким же именем в другой папке, можно просто указать <диск>:<путь> для элемента <файл2>.

MMEMory:STOR:DATA[1|2] <filename>

Сохраняет данные заданного сегмента сигнала произвольной формы (.arb/.barb) или последовательности сигналов произвольной формы (.seq) для канала, указанного в энергозависимой памяти (по умолчанию канал 1) во внутренней памяти или на носителе USB.

Параметр	Обычный результат
Любое допустимое имя файла	(нет)
Сохранение последовательности сигналов произвольной формы в энергозависимой памяти для канала 1 на внутренний диск: MMEM:STOR:DATA "INT:\Sequence1.seq"	

- При сохранении сегмента или последовательности произвольных сигналов (MMEMory:STOR:DATA[1|2]) текущие настройки инструмента (значения напряжения, частота дискретизации, тип фильтра и т. д.) сохраняются в файле сегмента или последовательности. При воспроизведении файла в первый раз с помощью команды FUNCtion:ARbitrary эти настройки загружаются и заменяют текущие настройки прибора. Если при редактировании файла сегмента или последовательности вручную были удалены настройки прибора, при выполнении команды FUNCtion:ARbitrary настройки прибора изменены не будут.
- Если целевой файл уже существует, он будет заменен, если он не отмечен как скрытый или системный.
- Если задан файл последовательности сигналов произвольной формы (.seq), в файле будут сохранены имена всех файлов сегментов сигналов произвольной формы, связанных с этой последовательностью.
- В результате выполнения команды возникнет ошибка, если в энергозависимой памяти не будет обнаружен заданный сегмент сигнала произвольной формы или последовательность сигналов произвольной формы.

MMEMory:UPLoad? <filename>

Загружает содержимое файла из памяти прибора на хост-компьютер.

Параметр	Обычный результат
Любое допустимое имя файла	Блок определенной длины IEEE 488.2
Следующая команда используется для загрузки содержимого файла состояния Myfile.sta из корневого каталога файловой системы внутренней флеш-памяти на хост-компьютер: MMEM:UPL? "INT:\Myfile.sta"	

Подсистема OUTPut

Подсистема OUTPut управляет выходными сигналами каналов на передней панели и сигналами на разъемах Sync и на разъеме Ext Trig на задней панели.

- **OUTPut[1|2]{ON|1|OFF|0}** – состояние выходного разъема канала на передней панели.
- **OUTPut[1|2]:LOAD {<ohms>|INFinity|MINimum|MAXimum|DEFault}** – выходное сопротивление.
- **OUTPut[1|2]:MODE {NORMal|GATed}** – режим вывода для канала.
- **OUTPut[1|2]:POLarity {NORMal|INVerted}** – полярность выходного сигнала.
- **OUTPut:SYNC {ON|1|OFF|0}** – состояние разъема **Sync** на передней панели.
- **OUTPut[1|2]:SYNC:MODE?** – режим сигнала синхронизации.
- **OUTPut[1|2]:SYNC:POLarity {NORMal|INVerted}** – полярность сигнала синхронизации.
- **OUTPut:SYNC:SOURce {CH1|CH2}** – канал, используемый для передачи сигнала синхронизации.
- **OUTPut:TRIGger {ON|1|OFF|0}** – состояние разъема **Ext Trig** на задней панели.
- **OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}** – полярность выходного сигнала запуска.
- **OUTPut:TRIGger:SOURce {CH1|CH2}** – канал для передачи выходного сигнала запуска.

OUTPut[1|2]{ON|1|OFF|0}

OUTPut[1|2]?

Включает и отключает выходной разъем на передней панели.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию: OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
Включение выходного разъема для канала 1: OUTP ON	

- Когда вывод сигнала включен, кнопка вывода канала на передней панели под-свечивается.
- При использовании команд **APPLY** отменяется текущая настройка **OUTPut** и включается выходной разъем канала.
- Если на выходной разъем канала на передней панели поступает избыточное внешнее напряжение, отображается сообщение об ошибке и вывод сигнала отключается. Чтобы снова включить вывод, устраните перегрузку выходного разъема и отправьте команду **OUTPut ON**.
- Команда **OUTPut** изменяет состояние выходного разъема канала с помощью переключения выходного реле без обнуления выходного напряжения. Поэтому в выходном сигнале в течение приблизительно одной миллисекунды до стабилизации сигнала могут присутствовать импульсные помехи. Можно снизить импульсные помехи, уменьшив амплитуду (**VOLTage MIN**) и установив для смещения значение 0 (**VOLTage:OFFSet 0**) перед изменением состояния выходного сигнала.
- Также эта команда позволяет переключать выходное сопротивление между 50 Ω (ON) и высоким сопротивлением (>1 МОм) (OFF).

OUTPut[1|2]:LOAD {<ohms>|INFinity|MINimum|MAXimum|DEFault}
 OUTPut[1|2]:LOAD? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт ожидаемую выходную нагрузку. Она должна быть равна сопротивлению нагрузки, применяемому к выходному сигналу.

Параметр	Обычный результат
1 Ом – 10 кОм, по умолчанию 50 Ω	+5.000000000000000E+02
Установка сопротивления выходного сигнала, равного 300 Ом: OUTP:LOAD 300 Установка высокого сопротивления для выходного сигнала: OUTP:LOAD INF	

- Заданное значение используется для настройки амплитуды, смещения, максимального/минимального уровня.
- Разъемы каналов лицевой панели прибора имеют фиксированное значение выходного импеданса в серии, равное 50 Ом. Если фактический импеданс нагрузки отличается от установленного значения, будут указаны неверные значения амплитуды и уровней смещения. Настройка нагрузки импеданса предназначена для удобства работы и позволяет убедиться в том, что отображаемое значение напряжения соответствует ожидаемой нагрузке.
- При изменении настройки выходной нагрузки регулируется выходная амплитуда, смещение, максимальный/минимальный уровень (ошибка не генерируется). Если амплитуда составляет 10 В между пиками, при изменении значения выходной нагрузки с 50 Ом на значение высокого импеданса (OUTPut[1|2]:LOAD INF) отображаемое значение амплитуды будет увеличено вдвое и составит 20 В между пиками. При изменении значения нагрузки с высокого импеданса на 50 Ом отображаемое значение амплитуды будет уменьшено в два раза. Настройка выходной нагрузки не влияет на фактическое выходное напряжение; при этом изменяются только значения, отображаемые на дисплее и запрашиваемые с помощью интерфейса дистанционного управления. Фактическое выходное напряжение зависит от подключенной нагрузки.
- Указать выходную амплитуду в дБм нельзя, если для выходной нагрузки установлен высокий импеданс. Единицы измерения автоматически преобразуются в В между пиками. Для получения подробной информации см. VOLT:UNIT.
- Невозможно изменить настройку выходной нагрузки с включенным ограничением напряжения; прибор не может определить, к каким настройкам выходной нагрузки необходимо применить ограничения напряжения. Чтобы изменить настройку выходной нагрузки, отключите ограничение напряжения, задайте новое значение нагрузки, отрегулируйте ограничения напряжения и повторно включите их.
- Если выбрана команда INF (высокое сопротивление), при запросе возвращается строка 9.9E+37.

OUTPut[1|2]:MODE {NORMal|GATed}

OUTPut[1|2]:MODE?

Включает (GATed) или отключает (NORMal) стробирование выходного сигнала с использованием входного сигнала запуска.

Параметр	Обычный результат
{ NORMal GATed}, по умолчанию NORMal	GAT или NORM
Включение стробированного выходного сигнала: OUTP:MODE GAT	

- Эффект стробирования не зависит от фазы сигнала или времени. Когда запущен входной сигнал запуска, генерируется выходной сигнал. Когда сигнал запуска не поступает, продолжается генерирование внутреннего сигнала, но он не выводится на выходной разъем канала.
- Стробирование не изменяет выходную нагрузку канала (не управляет реле включения/выключения выходного сигнала).

OUTPut[1|2]:POLarity {NORMal|INVerted}

OUTPut[1|2]:POLarity?

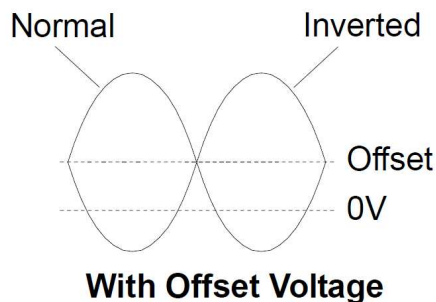
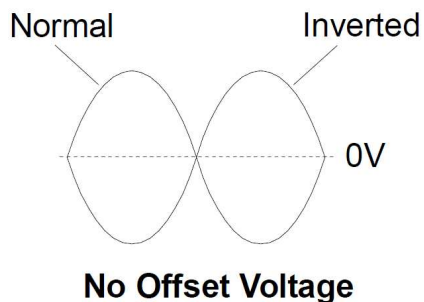
Инвертирует сигнал относительно напряжения смещения.

Параметр	Обычный результат
{ NORMal INVerted}, по умолчанию NORMal	NORM или INV
Установка полярности INVerted для выходного сигнала: OUTP:POL INV	

- **NORMal**: сигнал идет в одном направлении в начале цикла;

INVerted: сигнал идет в другом направлении.

- Как показано далее, сигнал инвертируется в соответствии с напряжением смещения. Напряжение смещения при инвертировании сигнала остается неизменным.



- Сигнал **Sync**, ассоциированный с инвертированным сигналом, не инвертирован.

OUTPut:SYNC {ON|1|OFF|0}

OUTPut:SYNC?

Отключает или включает разъем **Sync** на передней панели.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию ON	0 (OFF) или 1 (ON)
Отключение разъема Sync на передней панели: OUTPut:SYNC OFF	

- При отключении сигнала **Sync** снижается уровень искажения выходного сигнала при низких значениях амплитуды.
- Для получения подробной информации о сигнале **Sync** для каждой функции сигналов см. раздел **Выходной синхроимпульс**.
- Когда разъем **Sync** отключен, для выходного сигнала на разъеме **Sync** устанавливается низкий уровень логического сигнала.
- При инвертировании сигнала (OUTPut[1|2]:POLarity INV) сигнал **Sync** не инвертируется.

OUTPut[1|2]:SYNC:MODE {NORMal|CARRier|MARKer}

OUTPut[1|2]:SYNC:MODE?

Задаёт нормальное поведение сигнала **Sync** (NORMal), обеспечивает следование сигнала **Sync** за сигналом несущей (CARRier) или указывает расположение маркера (MARKer).

Параметр	Обычный результат
{ NORMal CARRier MARKer }, по умолчанию NORMal	NORM, CARR или MARK
Установка режима CARRier для выходного синхроимпульса: OUTPut:SYNC:MODE CARR	

- В таблице ниже описывается использование команд.

<режим>	Поведение Sync	Условия
NORMal	Сигнал Sync следует за конвертом пакетного сигнала.	Если включен режим BURSt
	Сигнал Sync следует за конвертом сигнала развертки.	Если включен режим SWEep
	Сигнал Sync следует за модулирующим сигналом.	Когда используется внутренний источник модуляции и модулирующего сигнала
	Сигнал Sync повторяет форму сигнала FUNC.	Все остальные условия
CARRier	Сигнал Sync соответствует текущей настройке SOURce:MARKer:POINT.	Когда для команды BURSt или SWEep задано включение, а для команды FUNC – значение ARB
	Сигнал Sync повторяет форму сигнала FUNC, когда включен пакетный режим.	Когда включен режим BURSt, а для команды FUNC задано любое значение, кроме ARB
	Сигнал Sync повторяет форму сигнала FUNC.	Все остальные условия

<режим>	Поведение Sync	Условия
MARKer	Сигнал Sync соответствует текущей настройке SOURce:MARKer:POINt.	<p>Когда используется режим CW, а для команды FUNC задано значение ARB</p> <p>Когда используется внутренний источник модуляции и модулирующего сигнала, для команды FUNC задано значение ARB или для параметра <модуляция>:INT:FUNC задано значение ARB</p> <p>Когда используется внешний источник модуляции и модулирующего сигнала, а для команды FUNC задано значение ARB</p>
	Сигнал Sync соответствует текущей настройке SOURce:MARKer:CYCLe.	Если включен режим BURST
	Сигнал Sync соответствует текущей настройке SOURce:MARKer:FREQuency.	Если включен режим SWEEP
	Сигнал Sync следует за модулирующим сигналом.	Когда используемый источник модуляции и модулирующего сигнала не является внешним, для команды FUNC задано любое значение, кроме ARB, и для команды INT:FUNC также задано любое значение, кроме ARB
	Сигнал Sync повторяет форму сигнала FUNC.	Все остальные условия

OUTPut[1|2]:SYNC:POLarity {NORMal|INVerted}

OUTPut[1|2]:SYNC:POLarity?

Задаёт необходимую полярность выходного сигнала **Sync** для запуска внешнего оборудования, для которого может потребоваться сигнал запуска по переднему или заднему фронту.

Параметр	Обычный результат
{ NORMal INVerted }, по умолчанию NORMal	NORM или INV
Установка стандартного поведения для выходного разъёма сигнала синхронизации прибора: OUTP:SYNC:POL NORM	

- **NORMal**: уровень напряжения на выходном разъёме **Sync** близок к нулю и повышается при возникновении события **Sync**. Напряжение остается высоким (приблизительно 3,3 В в соединении с высоким сопротивлением), пока сигнал **Sync** не будет повторно запущен после приближения к нулю.
- **INVerted**: наблюдается ситуация, обратная ситуации при использовании режима NORMal.
- Сигнал **Sync** может быть выделен из любого канала в двухканальном приборе (OUTPut:SYNC:SOURce) и при использовании разных режимов сигнала **Sync** (OUTPut:SYNC:MODE).

OUTPut:SYNC:SOURce {CH1|CH2}

OUTPut:SYNC:SOURce?

Задаёт источник для выходного разъёма **Sync**.

Параметр	Обычный результат
{ CH1 CH2 }, по умолчанию CH1	CH1 или CH2
Установка канала 2 в качестве источника сигнала синхронизации: OUTP :SYNC:SOUR CH2	

OUTPut:TRIGger {ON|1|OFF|0}

OUTPut:TRIGger?

Отключает или включает выходной сигнал запуска для режима развертки и пакетного режима.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию: OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
Включение выходного сигнала запуска: OUTP:TRIG ON	

- Когда включено, импульс с заданным направлением фронта (**OUTPut:TRIGger:SLOPe**) выводится на разъем **Ext Trig** на задней панели в начале пакетного сигнала или развертки.
- В пакетном режиме с запуском:
 - При использовании команды **TRIGger[1|2]:SOURce IMMEDIATE** прибор выводит сигнал прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50 % на разъем **Ext Trig**. Период сигнала равен периоду пакетного сигнала (**BURSt:INTernal:PERiod**).
 - При использовании команды **TRIGger[1|2]:SOURce EXTernal** или **BURSt:MODE GAT** прибор отключает выходной сигнал запуска. Нельзя использовать разъем **Ext Trig** на задней панели для выполнения обеих операций одновременно (один разъем используется для сигнала, запускаемого внешним прибором, и запуска развертки или пакетного сигнала).
 - При использовании **TRIGger[1|2]:SOURce BUS** прибор генерирует импульс (длительность импульса – >1 мкс для серии 33500 и 100 нс – для серии 33600) из разъема **Ext Trig** в начале каждой развертки или пакета.
- В режиме развертки частоты:
 - При использовании команды **TRIGger[1|2]:SOURce IMMEDIATE** прибор выводит сигнал прямоугольной формы с коэффициентом заполнения 50 % (передний фронт сигнала используется для запуска развертки) на разъем **Ext Trig**. Период сигнала равен времени развертки (**SWEEP:TIME**).
 - При использовании команды **TRIGger[1|2]:SOURce EXTernal** прибор отключает выходной сигнал запуска. Разъем **Ext Trig** на задней панели нельзя использовать одновременно для обеих операций (для развертки с внешним запуском используется разъем, который также используется для запуска развертки).
 - При использовании **TRIGger[1|2]:SOURce BUS** прибор генерирует импульс (длительность импульса – >1 мкс для серии 33500 и 100 нс – для серии 33600) из разъема **Ext Trig** в начале каждой развертки или пакета.

OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}

OUTPut:TRIGger:SLOPe?

Выбирает использование прибором переднего или заднего фронта для выходного сигнала запуска.

Параметр	Обычный результат
{ POSitive NEGative }, по умолчанию POSitive	POS или NEG
Установка значения NEGative для наклона запуска (задний фронт): OUTP:TRIG:SLOP NEG	

- При использовании значения POSitive импульс выводится по переднему фронту; при использовании значения NEGative импульс выводится по заднему фронту.
- При включении с помощью команды OUTPut:TRIGger импульс с заданным направлением фронта выводится на разъем **Trig Out** на задней панели в начале пакетного сигнала или развертки.

OUTPut:TRIGger:SOURce {CH1|CH2}

OUTPut:TRIGger:SOURce?

Выбирает канал источника, используемый для вывода сигнала запуска на двухканальном приборе. Канал источника определяет, какой выходной сигнал должен быть сгенерирован на разъеме выходного сигнала запуска.

Параметр	Обычный результат
{ CH1 CH2 }, по умолчанию CH1	CH1 или CH2
Установка CH2 в качестве источника выходного сигнала: OUTP:TRIG:SOUR CH2	

- При использовании двухканального прибора любой канал может быть каналом источника для выходного сигнала запуска, но канал 2 нельзя использовать для двоичных сигналов произвольной формы (IQ).

Подсистема PHASe

Подсистема PHASe позволяет регулировать фазу сигнала; она эффективно работает в приложениях канал-канал и канал-Sync. Эта подсистема также позволяет использовать разъемы **10 МГц Out** и **10 МГц In** на задней панели для синхронизации нескольких приборов.

- **[SOURce[1|2]:]PHASe {<angle>|MINimum|MAXimum|DEFault}** задает сдвиг фазы выходного сигнала (команда недоступна для сигналов произвольной формы и сигнала шума)
- **[SOURce[1|2]:]PHASe:ARBitrary {<angle>|MINimum|MAXimum}** – задает смещение для выбранного сигнала произвольной формы

- **[SOURce[1|2]:]PHASe:MODulation {<angle>|MINimum|MAXimum}** – задает фазу внутреннего источника модуляции при модулировании с помощью внутреннего источника
- **[SOURce[1|2]:]PHASe:REFeRence** – задает новую опорную точку нулевой фазы без изменения выходных настроек прибора
- **[SOURce[1|2]:]PHASe:SYNChronize** – синхронизирует фазы обоих внутренних каналов при использовании двухканального прибора
- **[SOURce[1|2]:]PHASe:UNLock:ERRor:STATe {ON|1|OFF|0}** – определяет генерирование ошибки прибора при потере синхронизации по фазе

[SOURce[1|2]:]PHASe {<angle>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]PHASe? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт угол сдвига фазы сигнала.

Параметр	Обычный результат
От -360 до +360 градусов, от -2π до +2π радиан или от -(период) до +(период) в зависимости от установки команды UNIT:ANGLE . По умолчанию 0.	+1.50000000000000E+01
Установка сдвига фазы на канале 1 на 15 градусов: UNIT:ANGL DEG PHAS 15	

- Сдвиг фазы не зависит от фазы пакетного сигнала (**BURSt:PHASe**).
- Эта команда не изменяет первичный генератор фазы канала, просто добавляется сдвиг фазы.
- Данная команда также используется для изменения фазового соотношения между каналами в двухканальном приборе и между каналом и соответствующим сигналом **sync**.
- В двухканальном приборе используйте команду **PHASe:SYNChronize**, чтобы синхронизировать фазы двух внутренних каналов. Для каждого канала сохраняется текущий сдвиг фазы, но два канала будут иметь общую опорную точку, чтобы была известна разность фаз между каналами.
- При синхронизации фазы нескольких приборов (**Команды ROSC**) команда фазы позволяет регулировать фазовое соотношение между приборами.

[SOURce[1|2]:]PHASe:ARBitrary {<angle>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]PHASe:ARBitrary?

Установка смещения для выбранного сигнала произвольной формы в градусах, радианах, секундах или выборках. Для параметра <угол> по умолчанию используются единицы, установленные с помощью команды UNIT:ARBitrary:ANGLE.

Примечание Эта команда доступна только в моделях серии 33600 и для сигналов произвольной формы, включающих не менее 64 выборок.

Параметр	Обычный результат
От -360 до 360 (DEGree) От -2π до 2π (RADian) От отриц. значения периода сигнала произвольной формы до полож. значения периода сигнала произвольной формы (SECond) От - (число выборок - 1) до + (число выборок - 1) (SAMPlе)	+3,000000000000000E+01
UNIT:ARB:ANGL DEG PHAS:ARB 30	

- Этот параметр влияет только на фазу выбранного сигнала произвольной формы. Для получения информации о других функциях см. [SOURce[1|2]:]PHASe.
- Этот параметр влияет на фазу сигнала произвольной формы в нормальном режиме непрерывной работы, в режиме модуляции и в режиме развертки. В пакетном режиме управление фазой сигнала произвольной формы осуществляется с помощью команды [SOURce[1|2]BURSt:PHASe.
- Когда сигнал произвольной формы загружен в память, в качестве начальной фазы используется нулевая фаза, для нее не будет использоваться фаза выбранного в данный момент сигнала произвольной формы. Пока сигнал произвольной формы загружен в память, для него будет использоваться собственное значение фазы.
- Фаза сигнала произвольной формы определяется в соответствии со всеми точками в сохраненном сигнале произвольной формы. Например, при установке фазы, равной 180 градусов, для сигнала произвольной формы, включающего 64 выборки, воспроизведение сигнала будет выполняться так, будто он начинается (как указывает сигнал sync) на 33^й выборке, а заканчивается на 32^й.

[SOURce[1|2]:]PHASe:MODulation {<angle>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]PHASe:MODulation?

Установка фазы внутреннего источника модуляции при выполнении модулирования с помощью внутреннего источника с использованием формы SIN, SQU, RAMP, NRAMp или TRI. Эта команда доступна только на моделях серии 33600.

Примечание Эта команда доступна только в моделях серии 33600 и для сигналов произвольной формы, включающих не менее 64 выборок.

Параметр	Обычный результат
От -360 до 360 (DEGree) От -2п до 2п (DEGree) От отриц. значения периода сигнала произвольной формы до полож. значения периода сигнала произвольной формы (SECond)	+3,000000000000000E+01
Установка фазы модуляции, равной 30 градусам: UNIT:ANGL DEG PHAS:MOD 30	

- Для параметра <угол> по умолчанию используются единицы, установленные с помощью команды UNIT:ANGLE.

[SOURce[1|2]:]PHASe:REFerence

Одновременно удаляет смещение, заданное командой PHASe, и регулирует первичный генератор фазы в соответствии с настройкой PHASe. При этом сохраняется фазовое соотношение, заданное при использовании другого прибора, во время повторного регулирования сигнала сунс и выходного сигнала.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Сброс опорной точки нулевой фазы для канала 1: PHAS:REF	

- Основным назначением данной команды является установка нулевой точки между двумя подключенными приборами. Для работы в режиме "канал-канал" в двух-канальном приборе используйте команду PHASe:SYNChronize.
- Установка новой опорной точки нулевой фазы означает, что значение, возвращаемое в результате командного запроса PHASe?, сбрасывается до значения "0", но сам выходной сигнал не изменяется.

[SOURce[1|2]:]PHASe:SYNChronize

Одновременно выполняется сброс настроек всех генераторов фазы прибора, включая генераторы фазы модуляции, для установки общей внутренней опорной точки нулевой фазы. Использование этой команды не влияет на настройку PHASe каналов, просто устанавливается разница фаз между каналами в виде суммы команд SOUR1:PHAS и SOUR2:PHAS вместо произвольного количества.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Сброс настроек всех генераторов фазы: PHAS:SYNC	

- Параметры SOURce1 и SOURce2 не актуальны для данной команды.
- Эта команда разрывает связь фазы с другим прибором, поскольку выполняется сброс настроек генераторов фазы.
- При использовании одноканального прибора команда выполняет синхронизацию основного канала с внутренним генератором модуляции.
- Можно синхронизировать фазу между первичным сигналом и сигналом SUM путем отправки команды [SOURce[1|2]:]PHASe:SYNChronize после установки функций первичного сигнала и сигнала SUM. В противном случае фаза между двумя сигналами будет произвольной.

[SOURce[1|2]:]PHASe:UNLock:ERRor:STATe {ON|1|OFF|0}

[SOURce[1|2]:]PHASe:UNLock:ERRor:STATe?

Включает и отключает генерирование ошибки, если синхронизация по фазе для временной развертки прибора утеряна. Прибор использует одну временную развертку для обоих каналов.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию используется значение OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
Включение генерирования ошибок синхронизации по фазе: PHASe:UNLock:ERRor:STATe ON	

- Параметры SOURce1 и SOURce2 не актуальны для данной команды.
- Если синхронизация по фазе утеряна, и включено генерирование ошибок, отображается ошибка "Reference phase-locked loop is unlocked".
- Энергозависимая настройка, данные удаляются при выключении и повторном включении питания.
- В результате поступления на разъем 10 МГц In дефектного опорного сигнала генерируется множество сообщений об ошибках.

Подсистема PM

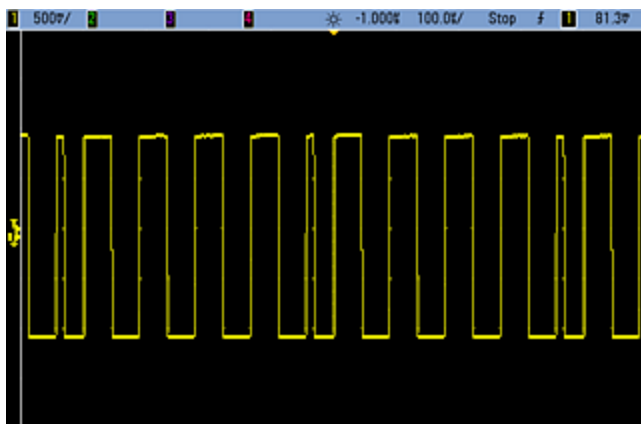
Подсистема PM позволяет использовать фазовую модуляцию для сигнала.

Здесь кратко описаны действия, необходимые для генерирования модулированный по фазе сигнал.

1. **Выполните настройку несущего сигнала:** с помощью команд **FUNCtion**, **FREQuency**, **VOLTage** и **VOLTage:OFFSet** установите функцию, частоту, амплитуду и смещение несущего сигнала.
2. **Выберите источник модуляции (внутренний, внешний, CH1 или CH2):** **PM:SOURce**. При использовании внешнего источника модуляции пропустите шаги 3 и 4.
3. **Задайте модулирующий сигнал:** **PM:INTernal:FUNCtion**
4. **Задайте модулирующую частоту:** **PM:INTernal:FREQuency**
5. **Задайте девиацию фазы:** **PM:DEViation**
6. **Включите фазовую модуляцию:** **PM:STATe:ON**

С помощью приведенного далее кода будет создано изображение экрана осциллографа, показанное ниже.

```
FUNCtion SQU
FREQuency +1.0E+04
VOLTage +1.0
VOLTage:OFFSet 0.0
PM:SOURce INT
PM:DEViation +90
PM:INTernal:FREQuency +2500
PM:INTernal:FUNCtion RAMP
PM:STATe 1
OUTPut1 1
```



[SOURce[1|2]:]PM:DEVIation {<deviation in degrees>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]PM:DEVIation? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт девиацию фазы в градусах. Это значение представляет пиковое отклонение фазы модулированного сигнала от сигнала несущей.

Параметр	Обычный результат
0 – 360, по умолчанию 180	+9.000000000000000E+01
Задайте отклонение фазы, равное ± 90 градусам: PM:DEV 90	

- При использовании внешнего модулирующего источника отклонение будет контролироваться с помощью уровня сигнала ± 5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если в качестве девиации частоты установлено значение 180 градусов, уровень сигнала +5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) соответствует девиации фазы +180 градусов. Более низкие уровни внешних сигналов имеют меньшую девиацию, а отрицательные уровни сигналов имеют отрицательную девиацию.

[SOURce[1|2]:]PM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]PM:INTernal:FREQuency? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт частоту модулирующего сигнала. Сигнал, выбранный в качестве источника модулирующего сигнала, будет выводиться с этой частотой в пределах диапазона частот соответствующего сигнала.

Параметр	Обычный результат
От 1 мГц до максимально допустимого значения для внутренней функции. По умолчанию 10 Гц.	+1,0000000000000000E-06
Установите частоту модуляции, равную 10 кГц: PM:INT:FREQ 10000 Установите частоту модуляции, равную 1 мГц: PM:INT:FREQ MIN	

- При выборе произвольного сигнала в качестве модулирующего источника в качестве частоты будет использоваться частота произвольного сигнала, которая определяется частотой дискретизации и числом точек в сигнале произвольной формы.
- При использовании произвольного сигнала для модулирующего источника изменение этого параметра приводит к изменению кэшированных метаданных, представляющих частоту дискретизации произвольного сигнала. Также частоту модуляции произвольного сигнала можно изменить с помощью команд **FUNCTION:ARbitrary:FREQuency**, **FUNCTION:ARbitrary:PERiod** и **FUNCTION:ARbitrary:SRATe**. Эти команды имеют непосредственную связь с командой частоты модуляции, что позволяет сохранять настройки произвольного сигнала такими, какими они были при последнем воспроизведении. При последующем выключении модуляции и выборе произвольного сигнала, который был выбран в качестве текущей функции, его частота дискретизации (и соответствующая частота в зависимости от числа точек) будет такой же, как при последнем воспроизведении сигнала в качестве источника модуляции.
- Если внутренней функцией является TRiangle, UpRamp или DnRamp, максимальная частота ограничивается 200 кГц на приборах серии 33500 или 800 кГц – на приборах серии 33600. Если в качестве внутренней функции установлено значение PRBS, частота зависит от скорости передачи в битах и ограничена, **как указано здесь**.
- Эта команда предназначена только для использования с внутренним источником модуляции (**PM:SOURce INTernal**).

[SOURce[1|2]:]PM:INTernal:FUNCtion <function>
[SOURce[1|2]:]PM:INTernal:FUNCtion?

Выбирает форму модулирующего сигнала.

Параметр	Обычный результат
{SINusoid SQUare RAMP NRAmp TRIangle NOISe PRBS ARB}, по умолчанию используется параметр SINusoid Просмотрите сигналы внутренних функций.	SIN, SQU, RAMP, NRAM, TRI, NOIS, PRBS или ARB
Выберите синусоидальный сигнал в качестве модулирующего сигнала: PM:INT:FUNC SIN	

- Эта команда предназначена только для использования с внутренним источником модуляции (**PM:SOURce INTernal**).
- Можно использовать шум в качестве модулирующего сигнала, но нельзя использовать шум, импульс или постоянный ток в качестве несущего сигнала.

[SOURce[1|2]:]AM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]AM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]BPSK:SOURce {INTernal|EXTernal}
[SOURce[1|2]:]BPSK:SOURce?

[SOURce[1|2]:]FM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]FM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]FSKey:SOURce {INTernal|EXTernal}
[SOURce[1|2]:]FSKey:SOURce?

[SOURce[1|2]:]PM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]PM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]PWM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]PWM:SOURce?

Выбор источника модулирующего сигнала.

Параметр	Обычный результат
{INTernal EXTernal CH1 CH2}, по умолчанию INTernal. BPSK и FSKey не могут принимать значение CH1 или CH2	INT, EXT, CH1 или CH2
Выбор внешнего источника модуляции: AM:SOUR EXT (также можно использовать FM, BPSK, FSK, PM или PWM на AM)	

- При выборе источника EXternal сигнал несущей модулируется с использованием внешнего сигнала. В частности происходит следующее.
 - **AM:** Управление глубиной модуляции осуществляется с помощью сигнала на уровне ± 5 В (или, дополнительно, с помощью сигнала на уровне ± 1 В для серии 33600) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если глубина модуляции (AM[:DEPT_h]) составляет 100%, то при сигнале модуляции +5 В (или, дополнительно, +1 В для серии 33600) выходная амплитуда будет максимальной. Таким же образом, при использовании сигнала модуляции -5 В (или, дополнительно, -1 В для серии 33600) выходная амплитуда будет минимальной.
 - **FM:** При выборе модулирующего источника *External* отклонение будет контролироваться с помощью уровня сигнала ± 5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если девиация частоты составляет 100 кГц, то уровень сигнала +5 В (при необходимости +1 В для серии 33600) будет соответствовать увеличению частоты на 100 кГц. Чем меньше уровни внешних сигналов, тем меньше девиация, а при использовании отрицательных уровней сигналов частота становится меньше частоты несущего сигнала.
 - **PM:** При использовании внешнего модулирующего источника отклонение будет контролироваться с помощью уровня сигнала ± 5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если в качестве девиации частоты установлено значение 180 градусов, уровень сигнала +5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) соответствует девиации фазы +180 градусов. Более низкие уровни внешних сигналов имеют меньшую девиацию, а отрицательные уровни сигналов имеют отрицательную девиацию.
 - **Выбранной функцией является импульс:** ширина импульса или девиация коэффициента заполнения импульса управляется сигналом ± 5 В (дополнительно ± 1 В на моделях серии 33600), который присутствует на разъеме **Modulation In** на задней панели. Например, если для девиации ширины импульса установлено значение 50 мкс с помощью команды PWM:DEVIation, то сигнал +5 В (дополнительно ± 1 В на моделях серии 33600) соответствует увеличению ширины на 50 мкс. Чем ниже уровни внешних сигналов, тем меньше девиация.
- При использовании источника EXternal выходная фаза (ДФМ) или частота (ЧМн) определяется уровнем сигнала на разъеме **Ext Trig** на задней панели. Когда подается логический сигнал низкого уровня, выводится сигнал с фазой несущей или частотой несущей. Когда подается логический сигнал высокого уровня, выводится сигнал со сдвигом фазы или с частотой скачка.
- Максимальная скорость внешнего сигнала ДФМ равна 1 МГц, максимальная скорость сигнала ЧМн равна 1 МГц.
- **Примечание:** разъем, который используется для внешне управляемых сигналов ДФМ и ЧМн (**Trig In**), не является разъемом, который используется для внешне модулированных сигналов АМ, ЧМ, ИМ и ШИМ (**Modulation In**). Когда разъем **Trig In** используется для сигналов ДФМ и ЧМн, для него нельзя настроить полярность фронта и нельзя применить команду TRIGger[1|2]:SLOPe.

- При использовании источника INternal скорость, при которой выходная фаза (Д Ф М) или частота (ЧМн) "сдвигается" между фазой несущей или частотой и изменяемой фазой или частотой, определяется скоростью Д Ф М (BPSK:INternal:RATE) или скоростью ЧМн (FSKey:INternal:RATE).
- Канал не может служить источником модуляции для самого себя.

См. также

INPut:ATTenuation[:STATe]

Подсистема АМ

Подсистема BPSK

Подсистема ЧМ

Подсистема FSKey

Подсистема РМ

Подсистема ШИМ

[SOURCE[1|2]:]AM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]AM:STATe?

[SOURCE[1|2]:]BPSK:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]BPSK:STATe?

[SOURCE[1|2]:]FM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]FM:STATe?

[SOURCE[1|2]:]FSKey:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]FSKey:STATe?

[SOURCE[1|2]:]PM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]PM:STATe?

[SOURCE[1|2]:]PWM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]PWM:STATe?

Включает или отключает модуляцию.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию: OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
Включение AM (можно также использовать FM, BPSK, FSK, PM или PWM): AM:STAT ON	

- Во избежание многократного изменения сигнала активируйте модуляцию после настройки остальных параметров модуляции.
- Одновременно можно активировать только один режим модуляции.
- Прибор не запустит модуляцию, пока включена развертка или пакетный режим. При включении модуляции развертка или пакетный режим отключается.
- ШИМ включается, только когда выбрана импульсная функция.

См. также

Подсистема AM

Подсистема BPSK

Подсистема ЧМ

Подсистема FSKey

Подсистема PM

Подсистема ШИМ

Подсистема ШИМ

Подсистема ШИМ позволяет выполнять широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) для импульсного сигнала.

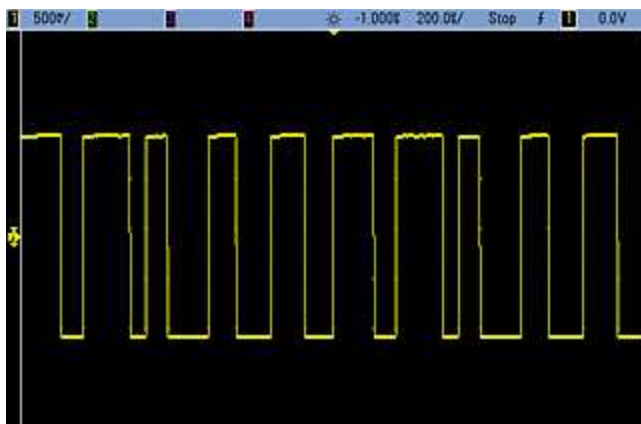
Пример

Здесь кратко описаны действия, необходимые для генерирования сигнала широтно-импульсной модуляции.

1. **Конфигурация импульсного сигнала несущей:** С помощью команд **FUNction**, **FREQuency**, **VOLTage** и **VOLTage:OFFSet** установите функцию, частоту, амплитуду и смещение сигнала несущей.
2. **Выберите источник модуляции (внутренний, внешний, CH1 или CH2):** **PWM:SOURce**. При использовании внешнего источника модуляции пропустите шаги 3 и 4.
3. **Выберите модулирующий сигнал:** **PWM:INTernal:FUNction**
4. **Задайте модулирующую частоту:** **PWM:INTernal:FREQuency**
5. **Установка ширины импульса или девиации коэффициента заполнения:** **PWM:DEViation** или **PWM:DEViation:DCYClе**
6. **Включите широтно-импульсную модуляцию:** **PWM:STATe:ON**

С помощью приведенного далее кода будет создано изображение экрана осциллографа, показанное ниже.

```
FUNCTION PULS
FREQuency +5000.0
VOLTage +1.0
VOLTage:OFFS +0.0
PWM:DEViation +5.0E-05
PWM:DEViation:DCYClе +25.0
PWM:INTernal:FREQuency +1000.0
PWM:INTernal:FUNction RAMP
PWM:STATe 1
OUTPut1 1
```



[SOURce[1|2]:]PWM:DEViation {<deviation>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]PWM:DEViation? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт девиацию ширины импульса; отклонение ширины \pm (в секундах) от ширины импульса импульсного сигнала несущей.

Параметр	Обычный результат
0 – 500 000 (секунды); по умолчанию 10 мкс	+1.0000000000000000E+00
Установка для девиации ширины импульса значения, равного 1 с: PWM:DEV 1 Установка для девиации ширины импульса значения, равного 0 с: PWM:DEV MIN	

- Значение девиации подразумевает знак " \pm ", поэтому если ширина импульса равна 10 мс и девиация равна 4 мс, ширина может быть от 6 до 14 мс.
- Девиация ширины импульса не может превышать текущую ширину импульса и также ограничивается минимальной шириной импульса.

Девиация ширины < ширина импульса – минимальная ширина импульса

и

Девиация ширины < период – ширина импульса – минимальная ширина импульса

- Девиация ширины импульса ограничивается текущей настройкой времени фронта.

Девиация ширины < ширина импульса – (0,8 х время переднего фронта) – (0,8 х время заднего фронта)

и

Девиация ширины < период – ширина импульса – (0,8 х время переднего фронта) – (0,8 х время заднего фронта)

- Если выбрать внешний источник модулирующего сигнала (**PWM:SOURce EXTernal**), уровень девиации контролируется уровнем сигнала ± 5 В (дополнительно ± 1 В для серии 33600), присутствующим на разъёме **Modulation In** на задней панели. Например, если задать девиацию ширины 10 мкс, то уровень сигнала +5 В (дополнительно +1 В на моделях серии 33600) будет соответствовать девиации 10 мкс. Чем ниже уровни внешних сигналов, тем меньше девиация. Отрицательные уровни сигнала обеспечивают отрицательное значение девиации.

[SOURce[1|2]:]PWM:DEViation:DCYClе {<deviation_in_pct>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]PWM:DEViation:DCYClе? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт девиацию коэффициента заполнения в процентах от периода. Это пиковое отклонение значения коэффициента заполнения от основного импульсного сигнала. Например, если коэффициент заполнения равен 10 % и девиация коэффициента заполнения составляет 5 %, коэффициент заполнения модулированного сигнала будет изменяться от 5 % до 15 %.

Параметр	Обычный результат
Коэффициент заполнения в процентах от периода, от 0 до 50; по умолчанию – 1	+5.000000000000000E+00
Установка значения девиации ширины импульса, равного 5 %: PWM:DEV:DCYC 5	

- Девиация коэффициента заполнения не может превышать коэффициент заполнения импульсного сигнала.
- Девиация коэффициента заполнения также ограничена минимальной шириной импульса.

девиация коэффициента заполнения < коэффициент заполнения – 100 х минимальная ширина импульса ÷ период

и

девиация коэффициента заполнения < 100 – коэффициент заполнения – 100 х минимальная ширина импульса ÷ период

где минимальная ширина импульса = 16 нс на моделях серии 33500 и 5 нс (до 4 В между пиками)/8 нс (до 10 В между пиками) на моделях серии 33600.

- Девиация коэффициента заполнения ограничивается временем фронта.

девиация коэффициента заполнения < коэффициент заполнения – (80 х время переднего фронта) ÷ период – (80 х время заднего фронта) ÷ период

и

девиация коэффициента заполнения < 100 – коэффициент заполнения – (80 х время переднего фронта) ÷ период – (80 х время заднего фронта) ÷ период

- При использовании команды **PWM:SOURce EXTERNAL** для управления девиацией используется сигнал ± 5 В (дополнительно ±1 В для серии 33600) на разъеме **Modulation In** на задней панели. Например, при девиации коэффициента заполнения в 5 процентов уровень сигнала +5 В (дополнительно + 1 В для моделей серии 33600) соответствует девиации 5 %, дополнительным 5 % периода, добавленным к коэффициенту заполнения импульсного сигнала. При более низких уровнях внешнего сигнала девиация уменьшается, при отрицательных уровнях сигнала уменьшается значение коэффициента заполнения.

[SOURce[1|2]:]PWM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]PWM:INTernal:FREQuency? [{MINimum|MAXimum}]

Выбирает частоту, с которой ширина выходного импульсного сигнала смещается по девиации ширины импульса. Сигнал, используемый в качестве источника модулирующего сигнала, будет выводиться с этой частотой в пределах диапазона частот соответствующего сигнала.

Параметр	Обычный результат
от 1 мкГц до максимального значения, разрешенного для внутренней функции . По умолчанию 10 Гц	+1,000000000000000E+02
Установка значения внутренней частоты ШИМ, равной 100 Гц: PWM:INT:FREQ 100	

- При выборе произвольного сигнала в качестве модулирующего источника в качестве частоты будет использоваться частота произвольного сигнала, которая определяется частотой дискретизации и числом точек в сигнале произвольной формы.
- При использовании произвольного сигнала для модулирующего источника изменение этого параметра приводит к изменению кэшированных метаданных, представляющих частоту дискретизации произвольного сигнала. Также частоту модуляции произвольного сигнала можно изменить с помощью команд **FUNCTION:ARbitrary:FREQuency**, **FUNCTION:ARbitrary:PERiod** и **FUNCTION:ARbitrary:SRATe**. Эти команды имеют непосредственную связь с командой частоты модуляции, что позволяет сохранять настройки произвольного сигнала такими, какими они были при последнем воспроизведении. При последующем выключении модуляции и выборе произвольного сигнала, который был выбран в качестве текущей функции, его частота дискретизации (и соответствующая частота в зависимости от числа точек) будет такой же, как при последнем воспроизведении сигнала в качестве источника модуляции.
- Если внутренней функцией является TRiangle, UpRamp или DnRamp, максимальная частота ограничивается 200 кГц на приборах серии 33500 или 800 кГц – на приборах серии 33600. Если в качестве внутренней функции установлено значение PRBS, частота зависит от скорости передачи в битах и ограничена, **как указано здесь**.
- Эта команда предназначена только для использования с внутренним источником модуляции (**PWM:SOURce INTernal**).

[SOURce[1|2]:]PWM:INTernal:FUNCtion <function>
[SOURce[1|2]:]PWM:INTernal:FUNCtion?

Выбирает форму внутреннего модулирующего сигнала.

Параметр	Обычный результат
{SINusoid SQUare RAMP NRAmp TRIangle NOISe PRBS ARB}, по умолчанию используется параметр SINusoid Просмотрите сигналы внутренних функций.	SIN, SQU, RAMP, NRAM, TRI, NOIS, PRBS или ARB
Выберите синусоидальный сигнал в качестве формы модулирующего сигнала: PWM:INT:FUNC SIN	

- Эта команда предназначена только для использования с внутренним источником модуляции (**PWM:SOURce INTernal**).

[SOURce[1|2]:]AM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]AM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]BPSK:SOURce {INTernal|EXTernal}
[SOURce[1|2]:]BPSK:SOURce?

[SOURce[1|2]:]FM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]FM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]FSKey:SOURce {INTernal|EXTernal}
[SOURce[1|2]:]FSKey:SOURce?

[SOURce[1|2]:]PM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]PM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]PWM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]PWM:SOURce?

Выбор источника модулирующего сигнала.

Параметр	Обычный результат
{INTernal EXTernal CH1 CH2}, по умолчанию INTernal. BPSK и FSKey не могут принимать значение CH1 или CH2	INT, EXT, CH1 или CH2
Выбор внешнего источника модуляции: AM:SOUR EXT (также можно использовать FM, BPSK, FSK, PM или PWM на AM)	

- При выборе источника EXternal сигнал несущей модулируется с использованием внешнего сигнала. В частности происходит следующее.
 - **AM:** Управление глубиной модуляции осуществляется с помощью сигнала на уровне ± 5 В (или, дополнительно, с помощью сигнала на уровне ± 1 В для серии 33600) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если глубина модуляции (AM[:DEPT_h]) составляет 100%, то при сигнале модуляции +5 В (или, дополнительно, +1 В для серии 33600) выходная амплитуда будет максимальной. Таким же образом, при использовании сигнала модуляции -5 В (или, дополнительно, -1 В для серии 33600) выходная амплитуда будет минимальной.
 - **FM:** При выборе модулирующего источника *External* отклонение будет контролироваться с помощью уровня сигнала ± 5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если девиация частоты составляет 100 кГц, то уровень сигнала +5 В (при необходимости +1 В для серии 33600) будет соответствовать увеличению частоты на 100 кГц. Чем меньше уровни внешних сигналов, тем меньше девиация, а при использовании отрицательных уровней сигналов частота становится меньше частоты несущего сигнала.
 - **PM:** При использовании внешнего модулирующего источника отклонение будет контролироваться с помощью уровня сигнала ± 5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) на разъеме задней панели **Modulation In**. Например, если в качестве девиации частоты установлено значение 180 градусов, уровень сигнала +5 В (дополнительно для серии 33600 ± 1 В) соответствует девиации фазы +180 градусов. Более низкие уровни внешних сигналов имеют меньшую девиацию, а отрицательные уровни сигналов имеют отрицательную девиацию.
 - **Выбранной функцией является импульс:** ширина импульса или девиация коэффициента заполнения импульса управляется сигналом ± 5 В (дополнительно ± 1 В на моделях серии 33600), который присутствует на разъеме **Modulation In** на задней панели. Например, если для девиации ширины импульса установлено значение 50 мкс с помощью команды PWM:DEVIation, то сигнал +5 В (дополнительно ± 1 В на моделях серии 33600) соответствует увеличению ширины на 50 мкс. Чем ниже уровни внешних сигналов, тем меньше девиация.
- При использовании источника EXternal выходная фаза (ДФМ) или частота (ЧМн) определяется уровнем сигнала на разъеме **Ext Trig** на задней панели. Когда подается логический сигнал низкого уровня, выводится сигнал с фазой несущей или частотой несущей. Когда подается логический сигнал высокого уровня, выводится сигнал со сдвигом фазы или с частотой скачка.
- Максимальная скорость внешнего сигнала ДФМ равна 1 МГц, максимальная скорость сигнала ЧМн равна 1 МГц.
- **Примечание:** разъем, который используется для внешне управляемых сигналов ДФМ и ЧМн (**Trig In**), не является разъемом, который используется для внешне модулированных сигналов АМ, ЧМ, ИМ и ШИМ (**Modulation In**). Когда разъем **Trig In** используется для сигналов ДФМ и ЧМн, для него нельзя настроить полярность фронта и нельзя применить команду TRIGger[1|2]:SLOPe.

- При использовании источника INternal скорость, при которой выходная фаза (Д Ф М) или частота (ЧМн) "сдвигается" между фазой несущей или частотой и изменяемой фазой или частотой, определяется скоростью Д Ф М (BPSK:INternal:RATE) или скоростью ЧМн (FSKey:INternal:RATE).
- Канал не может служить источником модуляции для самого себя.

См. также

INPut:ATTenuation[:STATe]

Подсистема АМ

Подсистема BPSK

Подсистема ЧМ

Подсистема FSKey

Подсистема РМ

Подсистема ШИМ

[SOURCE[1|2]:]AM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]AM:STATe?

[SOURCE[1|2]:]BPSK:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]BPSK:STATe?

[SOURCE[1|2]:]FM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]FM:STATe?

[SOURCE[1|2]:]FSKey:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]FSKey:STATe?

[SOURCE[1|2]:]PM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]PM:STATe?

[SOURCE[1|2]:]PWM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURCE[1|2]:]PWM:STATe?

Включает или отключает модуляцию.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию: OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
Включение AM (можно также использовать FM, BPSK, FSK, PM или PWM): AM:STAT ON	

- Во избежание многократного изменения сигнала активируйте модуляцию после настройки остальных параметров модуляции.
- Одновременно можно активировать только один режим модуляции.
- Прибор не запустит модуляцию, пока включена развертка или пакетный режим. При включении модуляции развертка или пакетный режим отключается.
- ШИМ включается, только когда выбрана импульсная функция.

См. также

Подсистема AM

Подсистема BPSK

Подсистема ЧМ

Подсистема FSKey

Подсистема PM

Подсистема ШИМ

Подсистема RATE

Подсистема RATE позволяет объединять частоты дискретизации выходных сигналов на двухканальном приборе с помощью установки следующих элементов.

- `[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle[:STATe] {ON|1|OFF|0}`
- `[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle:MODE {OFFSet|RATio}`
- `[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle:OFFSet {<sample_rate>|MINimum|MAXimum|DEFault}`
- `[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle:RATio {<ratio>|MINimum|MAXimum}`

`[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle[:STATe] {ON|1|OFF|0}`

`[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle[:STATe]?`

Включает или отключает объединение частот дискретизации каналов или позволяет однократное копирование частоты дискретизации с одного канала на другой.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию: OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
Включение состояния объединения частот дискретизации: RATE:COUP ON	

- При использовании значения ON начинается объединение частот дискретизации в режиме, заданном командой `RATE:COUPle:MODE`.
- Если текущее смещение или соотношение при объединении с текущими настройками частоты дискретизации приведет к тому, что одно из значений частоты дискретизации превысит диапазон характеристик прибора, прибор сгенерирует ошибку, и значение частоты дискретизации, которое вышло за пределы диапазона, будет закреплено на максимальном или минимальном значении.
- Если установлен режим `RATIO` и значение параметра `RATIO 1,0` все еще превышает диапазон характеристик прибора для любого канала, будет сгенерировано сообщение об ошибке, и для команды `RATE:COUPle[:STATe]` не будет устанавливаться значение ON.
- Для обоих каналов должна быть выполнена конфигурация `FUNCTion ARB`, чтобы было возможно включение объединения частоты дискретизации.

[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle:MODE {OFFSet|RATio}
[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle:MODE?

Задаёт для типа объединения частоты дискретизации постоянное смещение частоты дискретизации (OFFSet) или постоянное соотношение (RATio) между частотами дискретизации каналов.

Параметр	Обычный результат
{OFFSet RATio}, по умолчанию RATio	OFFS или RAT
Установите для режима объединения частот дискретизации значение OFFSet. RATE:COUP:MODE OFFSet	

- По умолчанию для RATio задано значение 1.
- По умолчанию для объединения частот каналов задано значение OFF.
- Ключевое слово SOURce[1|2] игнорируется; настройка применяется к обоим каналам.

[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle:OFFSet {<sample_rate>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle:OFFSet?

Задаёт смещение частоты дискретизации, когда на двухканальном приборе для режима объединения частот дискретизации установлено значение OFFSet.

Параметр	Обычный результат
Диапазон допустимых значений зависит от настройки FUNCTION:ARbitrary:FILTER . Для NORMal и STEP диапазон составляет ± 250 Мвыб./с (серия 33500) или ± 1 Гвыб./с (серия 33600). Для OFF диапазон составляет $\pm 62,5$ Мвыб./с (серия 33500) или ± 250 Мвыб./с (серия 33600). В обоих случаях по умолчанию используется значение "0".	+8.000000000000000E+02
Установка смещения частоты дискретизации канала 2 значения, которое на 10,3 квыб./с выше частоты дискретизации канала 1. RATE:COUPle:OFFSet 10300 Установка смещения частоты дискретизации канала 1 значения, которое на 45 квыб./с ниже частоты дискретизации канала 2. SOUR2:RATE:COUP:OFFS -45000	

- При установке значений OFFSet или RATio канал SOURce (SOURce1 или SOURce2) будет использоваться в качестве опорного канала, а смещение или соотношение будет применяться к другому каналу. Например, предположим, что для параметра **RATE:COUPle[:STATe]** установлено значение ON, а для **RATE:COUPle:MODE** – OFFSet. Также предположим, что канал 1 работает при 2 квыб./с, а канал 2 – при 10 квыб./с. При использовании команды **SOUR1:RATE:COUP:OFFS 2.5** на канале 1 будет по-прежнему использоваться значение 2 выб./с, а на канале 2 будет установлено значение 4,5 выб./с. При изменении частоты дискретизации одного из каналов частота дискретизации другого канала изменится для сохранения установленной связи.
- Если связь по частоте дискретизации приведет к превышению установленных технических характеристик частоты дискретизации на канале для текущих функций, будет зафиксирована ошибка команды, а для частоты дискретизации будет установлено ее максимальное или минимальное допустимое значение для данного канала.

[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle:RATio {<ratio>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle:RATio? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт соотношение смещения между частотами дискретизации каналов, когда для двух-канального прибора задан режим объединения частот дискретизации RATio.

Параметр	Обычный результат
0,001 – 1000, по умолчанию 1	+7.500000000000000E-1
Установка значения частоты дискретизации канала 2, которое будет в два раза больше частоты дискретизации канала 1. SOUR1:RATE:COUP:RATio 2 Установка значения частоты дискретизации канала 1, которое будет в 3,14 раза больше частоты дискретизации канала 2. SOUR2:RATE:COUPle:RAT 3.14	

- При установке значений OFFSet или RATio канал SOURce (SOURce1 или SOURce2) будет использоваться в качестве опорного канала, а смещение или соотношение будет применяться к другому каналу. Например, предположим, что на приборе используется режим объединения RATio. Также предположим, что канал 1 работает при 2 квыб./с, а канал 2 – при 10 квыб./с. При выполнении команды **SOUR1:RAT:COUP:RAT 2.5** на канале 1 будет по-прежнему использоваться значение 2 квыб./с, а на канале 2 будет установлено значение 5 квыб./с. При изменении частоты дискретизации одного из каналов частота дискретизации другого канала изменяется для сохранения установленной связи.
- Если связь по частоте дискретизации приведет к превышению установленных технических характеристик частоты дискретизации на канале для текущих функций, будет зафиксирована ошибка команды, а для частоты дискретизации будет установлено ее максимальное или минимальное допустимое значение для данного канала.

Подсистема ROSCillator

ОСТОРОЖНО

Входной BNC-коннектор внешнего опорного сигнала 10 МГц (центральный и боковой контакты) на задней панели прибора изолированы от корпуса до напряжения ± 42 В (макс.). Боковой контакт BNC-коннектора изолирован от остальных компонентов прибора. Внутренняя электрическая цепь стремится сохранять изоляцию от корпуса в пределах ± 42 В (макс.). Попытки увеличения напряжения между этим входом и корпусом до величины более ± 42 В могут привести к поломке прибора, получению травмы и нести угрозу для жизни.

Примечание

Выходной сигнал 10 МГц прибора связан с заземлением корпуса.

Подсистема ROSCillator управляет использованием генератора опорной частоты 10 МГц и внешнего входного сигнала генератора опорной частоты. Генератор опорной частоты является первичным тактовым генератором для создания всех сигналов. Все сигналы синхронизированы по фазе для генератора опорной частоты, поэтому он управляет выходной частотой сигнала и фазой.

- **ROSCillator:SOURce {INTernal|EXTernal}** – выбирает внутренний или внешний источник сигнала для генератора опорной частоты
- **ROSCillator:SOURce:AUTO {ON|OFF}** – отключает и включает автоматический выбор источника сигнала для генератора опорной частоты
- **ROSCillator:SOURce:CURRent?** – возвращает INT или EXT для определения текущего источника сигнала для генератора опорной частоты

ROSC:SOURce задает для команды ROSCillator:SOURce:AUTO значение OFF; при использовании команды ROSCillator:SOURce:AUTO ON отменяется ROSC:SOURce. Приоритет имеет команда (из этих двух), которая выполнялась последней.

ROSCillator:SOURce INTernal использует внутренний генератор прибора в качестве генератора опорной частоты. Он может быть стандартным кварцевым генератором с температурной компенсацией (TCXO) или **дополнительным термостатированным кварцевым генератором (OCXO)**.

См. ***OPT?** для получения подробной информации о том, как определить, установлен ли модуль OCXO. Если внешний опорный сигнал 10 МГц поступает на разъем **10 MHz In** на задней панели, прибор использует внешний сигнал. Для обозначения изменения источника опорного сигнала в правом верхнем углу дисплея отображается значок.

ROSCillator:SOURce {INTernal|EXTernal} **ROSCillator:SOURce?**

Выбирает источник для генератора опорной частоты, используемого в качестве источника опорной частоты/фазы для сигналов, генерируемых прибором.

Параметр	Обычный результат
{INTernal EXTernal}, по умолчанию INT	INT или EXT
Использование внешнего источника для генератора опорной частоты: ROSC:SOUR EXT	

- **EXTernal:** прибор использует сигнал на разъеме **10 МГц In** на задней панели в качестве опорного и генерирует ошибку, если этот сигнал отсутствует или прибор не может выполнить его синхронизацию. В подобных случаях прибор продолжает выводить сигнал, но частота будет нестабильной.
- **INTernal:** прибор использует внутренний генератор опорной частоты и игнорирует сигнал на разъеме **10 МГц In**.

ROSCillator:SOURce:AUTO {ON|OFF}

ROSCillator:SOURce:AUTO?

Отключает или включает автоматический выбор генератора опорной частоты.

Параметр	Обычный результат
{ON OFF}, по умолчанию ON	ON или OFF
Автоматический выбор источника опорного сигнала: ROSC:SOUR:AUTO ON	

- **ON:** прибор в первую очередь выбирает сигнал 10 МГц на разъеме **10 МГц In** на задней панели.
- **OFF:** прибор выбирает генератор опорной частоты в соответствии с настройкой **ROSC:SOURce**.

ROSCillator:SOURce:CURREnt?

Указывает, какой сигнал генератора опорной частоты используется, когда для команды **ROSC:SOURce:AUTO** задано значение ON.

Параметр	Обычный результат
(нет)	INT (внутренний) или EXT (разъем 10 МГц на задней панели)
Определение источника опорного сигнала: ROSC:SOUR:CURREnt?	

- INT относится к основному внутреннему генератору TCXO или к **дополнительному термостатированному кварцевому генератору** в зависимости от того, какой генератор установлен.

Подсистема SOURce

Ключевое слово SOURce является необязательным во многих командах, с помощью которых задаются параметры источника или выходного канала.

Пример

Ключевое слово SOURce и номер канала являются необязательными в запросе [SOURce[1|2]:] AM[:DEPT]h? и, если не указано, по умолчанию в качестве источника используется канал 1. В следующей таблице показано, как интерпретируются разные формы запроса.

Параметр	Обычный результат
AM:DEPT]h?	возвращает коэффициент модуляции канала 1
SOUR1:AM:DEPT]h?	возвращает коэффициент модуляции канала 1
SOUR2:AM:DEPT]h?	возвращает коэффициент модуляции канала 2 (только для двухканальных приборов)

Подсистемы, использующие необязательное ключевое слово SOURce

Поскольку команды подсистемы SOURce часто используются без ключевого слова SOURce, эти команды перечислены по отдельным подсистемам ниже.

AM

APPLy

BPSK

BURSt

DATA

FM

FREQuency

FSKey

FUNCTion

LIST

MARKer

PHASe

PM

PWM

ROSCillator

SUM

SWEep

VOLTage

Команды, использующие необязательное ключевое слово SOURce

Следующие команды, которые не принадлежат ни одной подсистеме, также используют необязательное ключевое слово SOURce.

COMBine:FEED

TRACK

Знакомство с подсистемой STATus

Система состояний SCPI прибора записывает разные условия работы прибора и состояния в нескольких группах регистров.

В этой системе событием является любая возникшая ситуация, даже если она может не повториться снова. Условием является текущая присутствующая совокупность данных. Условие появится в регистре событий, но регистр событий удаляется после прочтения, его настройки сбрасываются на 0.

Команды STATus используются для управления битами в двух регистрах разрешения. Можно выполнить следующее.

- Разрешить биты в регистре **разрешения запрашиваемых данных** (STATus:QUEStionable:ENABle <enable_value>). Запрос: STATus:QUEStionable:ENABle?
- Разрешить биты в регистре **разрешения операций** (STATus:OPERation:ENABle <enable_value>). Запрос: STATus:OPERation:ENABle?
- Удалить все биты в регистре разрешения **запрашиваемых данных** и регистре разрешения стандартных операций (STATus:PRESet).

Запросы STATus обеспечивают доступ к информации о битах состояния в регистрах **запрашиваемых данных**, включая следующее.

- Сумма всех битов, разрешенных в регистре **условий** запрашиваемых данных, в виде двоичного значения (STATus:QUEStionable:CONDition?)
- Сумма всех битов, разрешенных в регистре **событий** запрашиваемых данных, в виде двоичного значения (STATus:QUEStionable[:EVENT]?)
- Сумма всех битов, разрешенных в регистре **разрешения** запрашиваемых данных, в виде двоичного значения (STATus:QUEStionable:ENABle <enable_value>).

Запросы STATus также позволяют получить доступ к информации о битах состояния в регистрах **операций** включая следующее.

- Сумма всех битов, разрешенных в регистре **условий** операций, в виде двоичного значения (STATus:OPERation:CONDition?).
- Сумма всех битов, разрешенных в регистре **событий** операций, в виде двоичного значения (STATus:OPERation[:EVENT]?).

Группа регистра стандартных операций

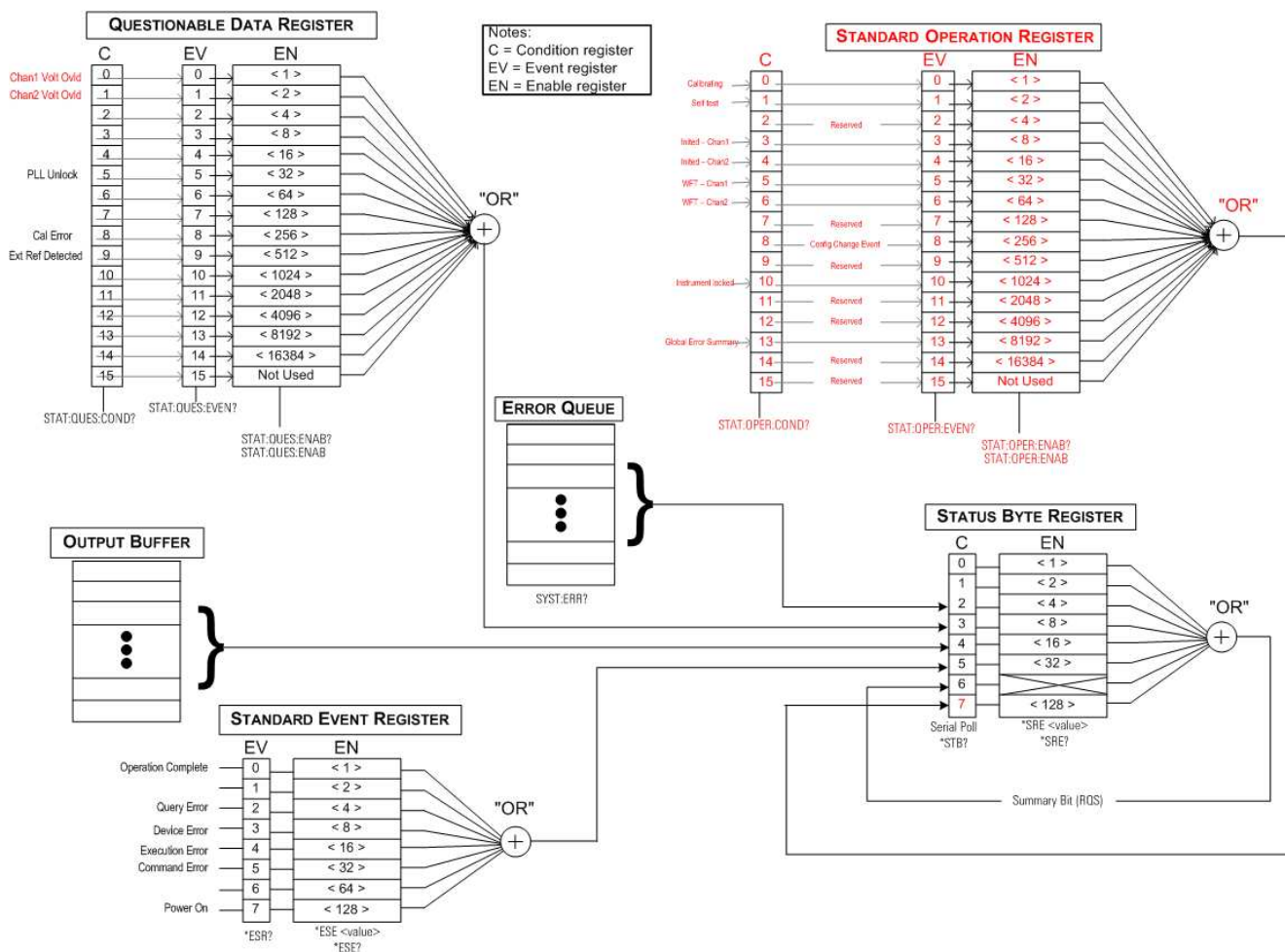
В следующей таблице описана группа регистра стандартных операций.

Номер бита	Имя бита	Десятичное значение	Определение
0	Калибровка	1	Прибор выполняет калибровку.
1	Самодиагностика	2	Запущена самодиагностика.
2	(зарезервировано)	4	(зарезервировано для использования в будущем)
3	Инициирован канал 1	8	Канал инициирован и выводит необходимый сигнал. В режиме INIT[1 2]:CONT OFF этот бит задается после получения команды INIT и не удаляется, пока для канала не будет задан режим IDLE (количество запусков удовлетворяется и канал не занят). Этот бит является битом 0, если канал в режиме INIT [1 2]:CONT ON.
4	Инициирован канал 2	16	
5	Ожидание запуска, канал 1	32	Прибор ожидает запуск. В режиме INIT[1 2]:CONT OFF этот бит задается после получения команды INIT и во время ожидания запуска. Он удаляется после получения сигнала запуска. Этот бит является битом 0, если канал в режиме INIT[1 2]:CONT ON.
6	Ожидание запуска, канал 2	64	
7	(зарезервировано)	128	(зарезервировано для использования в будущем)
8	Событие изменения конфигурации	256	Этот бит всегда является битом 0 в регистре условий и отражает событие, а не условие.
9	(зарезервировано)	512	(зарезервировано для использования в будущем)
10	Блокировка прибора	1024	Если интерфейс дистанционного управления (USB или LAN) заблокирован (SYSTem:LOCK:REQuest?), будет задан этот бит. Когда блокировка снимается с помощью интерфейса дистанционного управления (SYSTem:LOCK:RELease), этот бит удаляется.
11	(зарезервировано)	2048	(зарезервировано для использования в будущем)
12	(зарезервировано)	4096	(зарезервировано для использования в будущем)
13	Глобальная ошибка	8192	Этот бит задается, если на любом интерфейсе дистанционного управления в последовательности ошибок имеется ошибка, и удаляется при других условиях.
14-15	(зарезервировано)	16,384 - 32,768	(зарезервировано для использования в будущем)

Группа регистра запрашиваемых данных

В следующей таблице описана группа регистра запрашиваемых данных.

Номер бита	Имя бита	Десятичное значение	Определение
0	Перенапряжение на канале 1	1	Перенапряжение на выходном разъеме канала 1. Вывод сигнала был отключен.
1	Перенапряжение на канале 2	2	Перенапряжение на выходном разъеме канала 2. Вывод сигнала был отключен.
2	(зарезервировано)	4	(зарезервировано для использования в будущем)
3	(зарезервировано)	8	(зарезервировано для использования в будущем)
4	(зарезервировано)	16	(зарезервировано для использования в будущем)
5	Петля рас-синхронизирована	32	Генератор функций потерял синхронизацию по фазе. Частота будет неточной.
6	(зарезервировано)	64	(зарезервировано для использования в будущем)
7	(зарезервировано)	128	(зарезервировано для использования в будущем)
8	Ошибка калибровки	256	Во время калибровки возникла ошибка, снята защита калибровки или утеряны сохраненные данные калибровки.
9	Внешний опорный сигнал	512	Обнаружена внешняя временная развертка.
10-15	(зарезервировано)	1024 - 32,768	(зарезервировано для использования в будущем)



STATus:OPERation:CONDition?

Запрашивает регистр условий для группы **регистра стандартных операций**. Регистр доступен только для чтения; во время чтения значения битов не удаляются.

Параметр	Обычный результат
(нет)	+32
Считайте регистр условий (задан бит 5): STAT:OPER:COND?	

- Биты регистра условий отражают текущее условие. Если условие проходит, соответствующий бит удаляется.
- При использовании команды ***RST** удаляется содержимое этого регистра, биты, не принадлежащие условию, остаются после использования команды ***RST**.
- При выполнении этой команды выполняется считывание регистра и возвращает десятичное значение, равное сумме двоичных значений всех битов, установленных в регистре. условий. Например, если задан бит 5 (десятичное значение = 32) и бит 9 (десятичное значение = 512), в результате команды будет возвращено значение +544.

STATus:OPERation:ENABle <enable_value>

STATus:OPERation:ENABle?

Активизирует биты в **регистре разрешения** для группы **регистра стандартных операций**. Затем выбранные биты передаются в байт состояния в виде бита сводки стандартной операции.

Параметр	Обычный результат
Сумма десятичных значений битов в регистре.	+256
Разрешение бита 8 (десятичное значение 256) в регистре разрешения: STAT:OPER:ENAB 256	

- С помощью параметра <enable_value> укажите, какие биты будут передаваться в регистр байтов состояния. Указанное значение соответствует двоичной сумме битов регистра, которые необходимо активировать. Например, чтобы активировать бит 5 (значение 32) и бит 9 (значение 512), необходимо указать десятичное значение 544.
- При использовании команды ***CLS** не удаляется содержимое регистра разрешения, но удаляется содержимое регистра событий.
- Содержимое этого регистра удаляется при включении питания, для отмены этой процедуры установите для параметра ***PSC** значение "0".

См. также

***STB?**

STATus:OPERation[:EVENT]?

Запрашивает регистр событий для группы **регистра стандартных операций**. Этот регистр доступен только для чтения; при чтении регистра значения битов будут удалены.

Параметр	Обычный результат
(нет)	+32
Считывание регистра событий: STAT:OPER:EVEN?	

- Заданный бит остается заданным до удаления регистра событий после его считывания или до использования команды ***CLS**.
- ***RST** не изменяет этот регистр.
- В результате запроса выполняется считывание регистра и возвращает десятичное значение, равное сумме двоичных значений всех битов, установленных в регистре. событий. Например, если задан бит 5 (значение 32) и бит 9 (значение 512), в результате выполнения команды возвращается значение +544.

STATus:PRESet

Удаляет содержимое регистра разрешения **запрашиваемых данных** и регистра разрешения **стандартных операций**.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Удалите биты регистра разрешения: STAT:PRES	

STATus:QUEStionable:CONDition?

Запрашивает регистр условий для **группы регистра запрашиваемых данных**.

Параметр	Обычный результат
(нет)	+512
Считайте регистр условий (задан бит 9): STAT:QUES:COND?	

- Группа регистра запрашиваемых данных включает информацию о качестве и целостности прибора.
- Любое или все условия могут передаваться в бит сводки запрашиваемых данных через регистр разрешения.
- Регистр доступен только для чтения; во время чтения значения битов не удаляются.
- Биты регистра условий отражают текущее условие. Если условие проходит, соответствующий бит удаляется.
- При использовании команды ***RST** удаляется содержимое регистра условий.
- В результате запроса считывается регистр и возвращает десятичное значение, равное сумме двоичных значений всех битов, установленных в регистре. условий. Например, если задан бит 12 (десятичное значение = 4096), в результате запроса возвращается значение "+4096".

STATus:QUESTionable:ENABle <enable_value>

STATus:QUESTionable:ENABle?

Активизирует биты в **регистре разрешения** для **группы регистра запрашиваемых данных**. Затем выбранные биты передаются в байт состояния.

Параметр	Обычный результат
Десятичное значение, равное сумме десятичных значений битов в регистре.	+512
Разрешение бита 9 (значение 512) в регистре разрешения: STAT:QUES:ENAB 512	

- С помощью параметра <enable_value> укажите, какие биты будут передаваться в регистр байтов состояния. Указанное значение соответствует двоичной сумме битов регистра, которые необходимо активировать. Например, чтобы активировать бит 5 (значение 32) и бит 9 (значение 512), необходимо указать десятичное значение 544.
- Удаление содержимого регистра разрешения:
 - STATus:Questionable:ENABle 0
 - **STATus:PRESet**
 - Выключение и включение питания (для отключения установите для команды ***PSC** значение "0")
- При использовании команды ***CLS** содержимое регистра разрешения не удаляется, но удаляется содержимое регистра событий.
- ***RST** не изменяет этот регистр.
- Запрос позволяет считать регистр и возвращает десятичное значение, равное сумме двоичных значений всех битов, установленных в регистре. разрешения. Например, если разрешен бит 0 (значение 1) и бит 1 (значение 2), в результате запроса возвращается значение +3.

STATus:QUESTionable[:EVENT]?

Запрос регистра событий для **группы регистра запрашиваемых данных**. Этот регистр доступен только для чтения; при чтении регистра значения битов будут удалены.

Параметр	Обычный результат
(нет)	+512
Считайте регистр событий (задан бит 9): STAT:QUES?	

- После установки значение бита сохраняется, пока оно не будет удалено с помощью этого запроса или команды ***CLS**.
- Использование команд ***RST**, **STATus:PRESet** и ***PSC** не оказывает влияния на этот регистр.
- В результате запроса выполняется считывание регистра и возвращает десятичное значение, равное сумме двоичных значений всех битов, установленных в регистре. событий. Например, если задан бит 1 (значение 2) и бит 9 (значение 512), в результате запроса возвращается значение "+514".

Знакомство с подсистемой SUM

Подсистема SUM используется для добавления сигнала источника модуляции к первичному сигналу канала. Это позволяет генерировать двухтоновый сигнал на одном канале или добавлять шум к первичному сигналу. Функция SUM использует **те же вторичные источники**, которые используются подсистемами модуляции.

Одновременно только одна функция модуляции или функция SUM может быть активной для канала, поэтому невозможно добавить шум к сигналу частотной модуляции, используя только один канал. Для этой операции используйте команду **COMBine:FEED**, с помощью которой комбинируются оба канала двухканального прибора на одном выходном разъеме канала.

Когда к сигналам применяется функция SUM, происходит следующее.

- Пиковое значение амплитуды этих сигналов не может превышать значения выходного диапазона прибора.
- На этом канале невозможно использовать другую внутреннюю или внешнюю модуляцию.

Можно синхронизировать фазу между первичным сигналом и сигналом **SUM** путем отправки команды **[SOURce[1|2]:]PHASe:SYNChronize** после установки функций первичного сигнала и сигнала **SUM**. В противном случае фаза между двумя сигналами будет произвольной.

Примечание

Если в качестве источника используется другой канал, возникает заметная задержка (до 350 нс) относительно несущего сигнала даже после использования команды PHAS:SYNC. При возможности используйте функцию объединения для другого канала.

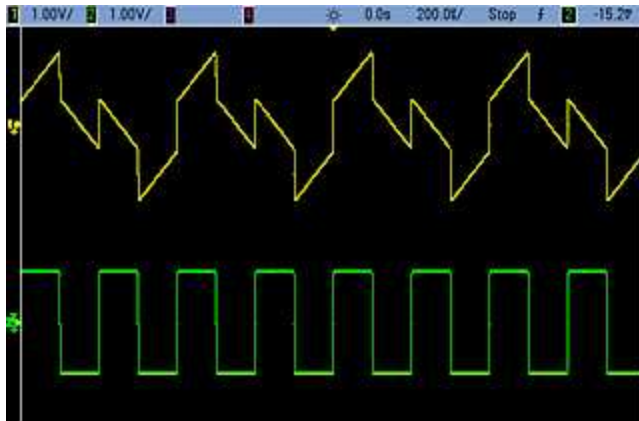
Пример

Чтобы создать сигнал SUM, выполните следующее.

1. **Выполните настройку несущего сигнала:** с помощью команд **FUNCtion**, **FREQuency**, **VOLTage** и **VOLTage:OFFSet** установите функцию, частоту, амплитуду и смещение несущего сигнала.
2. **Выберите источник суммирования:** Прибор принимает внутренний и внешний источник модуляции (EXT, канал 1 или канал 2). Выберите источник модуляции с помощью команды **SUM:SOURce**. *При использовании внешнего источника модуляции пропустите шаги 3 и 4.*
3. **Сконфигурируйте суммирующий сигнал:** Для конфигурирования суммирующего сигнала используйте команды **FUNCtion**, **FREQuency**, **VOLTage** и **VOLTage:OFFSet**.
4. **Задайте значение амплитуды в процентах для суммы:** **SUM:AMPLitude**.
5. **Включите модуляцию суммы:** **SUM:STATe:ON**.
6. **При использовании другого канала двухканального прибора синхронизируйте каналы:** **PHASe:SYNChronize**.

С помощью приведенного далее кода будет создано изображение экрана осциллографа, показанное ниже.

```
SOURce1:FUNCTION RAMP
SOURce1:FREQuency +2000.0
SOURce1:VOLTage +1.0
SOURce1:VOLTage:OFFS +0.0
SOURce1:FUNCTION:RAMP:SYMMetry +50.0
SOURce2:FUNCTION SQU
SOURce2:FREQuency +4000.0
SOURce2:VOLTage +1.0
SOURce2:VOLTage:OFFS +0.0
SOURce1:SUM:AMPLitude +50.0
SOURce1:SUM:SOURce CH2
SOURce1:SUM:STATE 1
SOURce1:PHASe:SYNC
OUTPut1 1
OUTPut2 1
```



[SOURce[1|2]:]SUM:AMPLitude {<amplitude>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]SUM:AMPLitude? [{MINimum|MAXimum}]

Задает коэффициент внутренней модуляции (или "процентной модуляции") в процентах.

Параметр	Обычный результат
Необходимая амплитуда сигнала SUM в процентах от амплитуды несущей, от 0 до 100; по умолчанию 0,1	+3.2000000000000000E+00
<p>Установка значения амплитуды внутреннего сигнала SUM, равного 1,0 % от амплитуды сигнала: SUM:AMPL 1.0 PHAS:SYNC</p> <p>Установка значения амплитуды внутреннего сигнала суммирования на канале 2, равного 0,15 % от амплитуды сигнала: SOUR2:SUM:AMPL 0.15</p>	

- Можно синхронизировать фазу между первичным сигналом и сигналом **SUM** путем отправки команды [SOURce[1|2]:]PHASe:SYNChronize после установки функций первичного сигнала и сигнала **SUM**. В противном случае фаза между двумя сигналами будет произвольной.
- Суммированный выходной сигнал не может превышать выходное пиковое значение ± 5 В (при нагрузке 50 Ω).
- При выборе внешнего источника сигнала SUM (SUM:SOURce EXTernal) сигнал несущей добавляется к внешнему сигналу. Суммирующим сигналом является сигнал с уровнем ± 5 В (дополнительно ± 1 В для серии 33600) на разъеме **Modulation In** на задней панели. Например, если для амплитуды синусоидального сигнала несущей задано значение 4 В между пиками и для амплитуды суммы установлено значение 20 % (достигается максимальная сумма 800 мВ между пиками) с помощью команды SUM:AMPLitude, то когда сигнал EXT достигнет уровня +5 В (дополнительно + 1 В на моделях серии 33600), добавляемый выходной сигнал будет иметь максимальную амплитуду 4,8 В между пиками. Когда модулирующий сигнал находится на уровне -5 В (дополнительно - 1 В на моделях серии 33600), добавляемый сигнал будет иметь минимальную амплитуду -4,8 В между пиками. Входная модуляция 0 В приводит к получению сигнала, соответствующего амплитуде несущей.

[SOURce[1|2]:]SUM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]SUM:INTernal:FREQuency? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт частоту суммирующего сигнала, когда выбран внутренний источник суммирующего сигнала (**SUM:SOURce:INTernal**). Сигнал модулирующего источника использует эту частоту, находящуюся в диапазоне частот этого сигнала.

Параметр	Обычный результат
От 1 мГц до максимального значения, разрешенного для внутренней функции . По умолчанию 100 кГц	+1,0000000000000000E-06
<p>С помощью следующей команды задается суммирующая частота, равная 10 кГц, для канала 2: SOUR2:SUM:INT:FREQ 10000</p> <p>SOUR2:PHAS:SYNC С помощью следующей команды задается суммирующая частота, равная 1 мГц, для канала 1: SUM:INT:FREQ MIN PHAS:SYNC</p>	

- Можно синхронизировать фазу между первичным сигналом и сигналом **SUM** путем отправки команды **[SOURce[1|2]:]PHASe:SYNChronize** после установки функций первичного сигнала и сигнала **SUM**. В противном случае фаза между двумя сигналами будет произвольной.
- При выборе произвольного сигнала в качестве модулирующего источника в качестве частоты будет использоваться частота произвольного сигнала, которая определяется частотой дискретизации и числом точек в сигнале произвольной формы.
- При использовании произвольного сигнала для модулирующего источника изменение этого параметра приводит к изменению кэшированных метаданных, представляющих частоту дискретизации произвольного сигнала. Также частоту модуляции произвольного сигнала можно изменить с помощью команд **FUNCTION:ARbitrary:FREQuency**, **FUNCTION:ARbitrary:PERiod** и **FUNCTION:ARbitrary:SRATe**. Эти команды имеют непосредственную связь с командой частоты модуляции, что позволяет сохранять настройки произвольного сигнала такими, какими они были при последнем воспроизведении. При последующем выключении модуляции и выборе произвольного сигнала, который был выбран в качестве текущей функции, его частота дискретизации (и соответствующая частота в зависимости от числа точек) будет такой же, как при последнем воспроизведении сигнала в качестве источника модуляции.
- Если внутренней функцией является TRlangle, UpRamp или DnRamp, максимальная частота ограничивается 200 кГц на приборах серии 33500 или 800 кГц – на приборах серии 33600. Если в качестве внутренней функции установлено значение PRBS, частота зависит от скорости передачи в битах и ограничена, **как указано здесь**.

[SOURce[1|2]:]SUM:INTernal:FUNCTion <function>

[SOURce[1|2]:]SUM:INTernal:FUNCTion?

Выбирает суммирующий сигнал (сигнал, добавляемый к первичному сигналу).

Параметр	Обычный результат
{SINusoid SQUare RAMP NRAMP TRIangle NOISe PRBS ARB}, по умолчанию используется параметр SINusoid	SIN, SQU, RAMP, NRAMP, TRI, NOIS, PRBS или ARB
<p>Выберите синусоидальный сигнал в качестве формы суммирующего модулирующего сигнала для канала 2:</p> <p>SOUR2:SUM:INT:FUNC SIN</p>	

- Можно синхронизировать фазу между первичным сигналом и сигналом **SUM** путем отправки команды [SOURce[1|2]:]PHASe:SYNChronize после установки функций первичного сигнала и сигнала **SUM**. В противном случае фаза между двумя сигналами будет произвольной.
- Данная команда применяется только при использовании внутреннего источника суммы (SUM:SOURce INTernal).
- Невозможно использовать функцию SUM, когда сигналом несущей является сигнал постоянного тока.
- Сигнал произвольной формы не может быть одновременно несущей и сигналом суммы.

В следующей таблице показаны связи несущих и внутренних функций.

Модулирующий сигнал							
Несущая	Синусоидальный	Прямоугольный	Треугольный/пилообразный	Шум	Псевдослучайная двоичная последовательность (PRBS)	Произвольный	Внешний
Синусоидальный	•	•	•	•	•	•	•
Прямоугольный/импульсный	•	•	•	•	•	•	•
Пилообразный/треугольный	•	•	•	•	•	•	•
Гауссов шум	•	•	•		•	•	•

Модулирующий сигнал							
Несущая	Сину-сои-дальный	Пря-моуголь-ный	Тре-уголь-ный/пилообразный	Ш-у-м	Псев-дослучайная двоичная последовательность (PRBS)	Произ-воль-ный	Вне-шний
Псев-дослучайная двоичная последовательность (PRBS)	•	•	•	•		•	•
Произвольный	•	•	•	•	•		•
Последовательность произвольных	•	•	•	•	•		•

[SOURce[1|2]:]SUM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}

[SOURce[1|2]:]SUM:SOURce?

Выбирает источник суммирующего сигнала.

Параметр	Обычный результат
{INTernal EXTernal CH1 CH2}, по умолчанию INTernal	INT, EXT, CH1 или CH2
Установка значения EXTernal в качестве источника суммы: SUM:SOUR EXT	

- Можно синхронизировать фазу между первичным сигналом и сигналом **SUM** путем отправки команды [SOURce[1|2]:]PHASe:SYNChronize после установки функций первичного сигнала и сигнала **SUM**. В противном случае фаза между двумя сигналами будет произвольной.
- SUM:SOURce EXTernal**: сигнал несущей суммируется с внешним сигналом. Амплитуда и полярность сигнала суммы определяется уровнем сигнала ± 5 В на разъеме **Modulation In** на задней панели (дополнительно ± 1 В для серии 33600). Например, если для амплитуды SUM задано значение 2,0 В между пиками с помощью команды SUM:AMPLitude, то когда сигнал EXT достигнет уровня +5 В, сигнал суммы достигнет уровня 2 В между пиками. Когда модулирующий сигнал находится на уровне -5 В, сигнал суммы будет иметь полную амплитуду и противоположную полярность.

[SOURce[1|2]:]SUM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]SUM:STATe?

Отключает и включает функцию SUM.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию: OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
Включение SUM SUM:STAT ON	

- Можно синхронизировать фазу между первичным сигналом и сигналом **SUM** путем отправки команды [SOURce[1|2]:]PHASe:SYNChronize после установки функций первичного сигнала и сигнала **SUM**. В противном случае фаза между двумя сигналами будет произвольной.
- Чтобы избежать нескольких изменений сигнала, включите функцию SUM после выполнения конфигурации других параметров суммы.
- Одновременно можно активировать только один режим модуляции.
- Прибор не разрешит включение функции SUM, когда включена развертка или пакетный режим. Когда включена функция SUM, развертка или пакетный режим отключаются.
- Когда используется SUM:STATe ON, амплитуда суммы в сумме с амплитудой несущей не может превышать запрограммированные предельные значения или значения выходного диапазона прибора. Если при использовании настройки SUM:STATe ON превышены значения выходного диапазона или предельные значения, для команды SUM:STATe будет задано значение OFF и прибор сгенерирует сообщение о конфликте настроек.

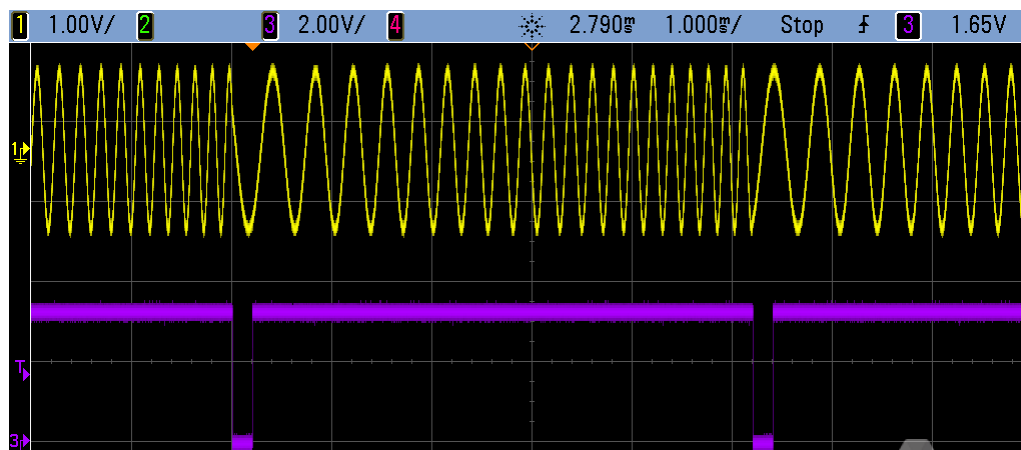
Знакомство с подсистемой SWEep

Генерирование развертки частоты:

1. **Выберите форму, амплитуду и смещение сигнала:** для выбора функции, частоты, амплитуды и смещения используйте команду **APPLY** или команды **FUNCTION**, **FREQUENCY**, **VOLTage** и **VOLTage:OFFSet**. Можно выбрать синусоидальный сигнал, сигнал прямоугольной, пилообразной формы, импульсный сигнал и сигнал произвольной формы (сигналы шума, псевдослучайной двоичной последовательности и постоянного тока не разрешены).
2. **Выберите предельные значения частоты развертки:** **FREQUENCY:START** и **FREQUENCY:STOP** или **FREQUENCY:CENTER** и **FREQUENCY:SPAN**
3. **Выберите линейный или логарифмический режим развертки:** **SWEep:SPACing**
4. **Задайте время развертки:** **SWEep:TIME**
5. **Задайте время удержания и возврата развертки:** **SWEep:HTIME** и **SWEep:RTIME**
6. **Выберите источник запуска развертки:** **TRIGger[1|2]:SOURCE**
7. **Установите частоту маркера (дополнительно):** **MARKer:FREQUENCY**
8. **Включите развертку:** **SWEep:STATE ON**

Следующий код можно использовать для получения сигнала, показанного ниже.

```
SOURce1:FUNCTION SINE
SOURce1:FREQuency +2.0E+03
SOURce1:FREQuency:START +2.0E+03
SOURce1:FREQuency:STOP +6.0E+03
SOURce1:VOLTage +1.0
SOURce1:VOLTage:OFFS +0.0
SOURce1:SWEep:TIME +5.0E-03
TRIGger1:SOURce IMM
SOURce1:FREQuency:MODE SWE
OUTPut1 1
```



[SOURce[1|2]:]SWEep:HTIME {<hold_time>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]SWEep:HTIME? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт время в секундах для удержания (паузы) развертки на конечной частоте перед возвратом к начальной частоте.

Параметр	Обычный результат
0 – 3600, по умолчанию 0	+3.4000000000000000E+00
Установка времени удержания развертки, равного 3,4 с: SWE:HTIM 3.4	

[SOURce[1|2]:]SWEep:RTIME {<return_time>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]SWEep:RTIME? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт время в секундах, в течение которого развертка возвращается от конечной к начальной частоте.

Параметр	Обычный результат
0 – 3600, по умолчанию 0	+5.6000000000000000E+00
Установка времени возврата развертки, равного 5,6 с: SWE:RTIM 5.6	

- Возвращение развертки всегда выполняется в линейном режиме независимо от настройки **SWEep:SPACing**.

[SOURce[1|2]:]SWEep:SPACing {LINear|LOGarithmic}
[SOURce[1|2]:]SWEep:SPACing?

Выбирает линейное или логарифмическое пространство для развертки.

Параметр	Обычный результат
{LINear LOGarithmic}, по умолчанию LIN	LIN или LOG
Установка логарифмического пространства для развертки: SWE:SPAC LIN	

- **LINear**: выходная частота изменяется линейно (от начальной до конечной частоты) во время развертки.
- **LOGarithmic**: выходная частота изменяется логарифмически (от начальной до конечной частоты) во время развертки.

[SOURce[1|2]:]SWEep:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]SWEep:STATe?

Включает или отключает развертку.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию: OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
Включите развертку: SWE:STAT ON	

[SOURce[1|2]:]SWEep:TIME {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]SWEep:TIME? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт время (в секундах) для развертки от начальной до конечной частоты.

Параметр	Обычный результат
1 мс – 250 000 с для линейной развертки, до 500 с для логарифмической развертки; по умолчанию 1 с	+2.500000000000000E+01
Установка времени развертки, равного 25 с: SWE:TIME 25	

- Количество точек частоты дискретного пространства в развертке вычисляется на основе времени развертки.

Знакомство с подсистемой SYSTem

Подсистема SYSTem управляет хранилищем состояний прибора, восстановлением состояния после выключения питания, условиями возникновения ошибок, выполнением само-диагностики, конфигурацией дисплея на передней панели и интерфейса дистанционного управления.

Примечание

Прибор использует порт ЛВС 5024 для сеансов терминала SCPI Telnet, а порт ЛВС 5025 – для сеансов SCPI Socket.

- **SYSTem:BEEPer[:IMMediate]** – включает однократный сигнал
- **SYSTem:BEEPer:STATe {ON|1|OFF|0}** – отключает однократный сигнал
- **SYSTem:CLICk:STATe** – включает или выключает звук нажатия клавиш
- **SYSTem:COMMuNicate:ENABle {ON|1|OFF|0}, <interface>** – отключает или включает интерфейсы GPIB, USB, LAN и удаленные службы
- **SYSTem:COMMuNicate:GPIB:ADDRes <address>** – назначает прибору адрес GPIB (IEEE-488)
- **SYSTem:DATE <yyyy>, <mm>, <dd>** – устанавливает дату для системных часов
- **SYSTem:ERRor?** – выполняет считывание и удаление одной ошибки из последовательности ошибок
- **SYSTem:LIcense:CATalog?** – отображает список установленных лицензируемых модулей

- **SYSTem:LIcense:DELeTe "<option_name>"** – удаляет лицензию
- **SYSTem:LIcense:DELeTe:ALL** – удаляет все лицензии
- **SYSTem:LIcense:DESCription? "<option_name>"** – возвращает описание лицензируемого модуля
- **SYSTem:LIcense:ERRor?** – составляет список ошибок, сгенерированных во время установки лицензии
- **SYSTem:LIcense:ERRor:COUnT?** – возвращает количество ошибок, сгенерированных во время установки лицензии
- **SYSTem:LIcense:INSTall "<file>"** – устанавливает лицензии из файла или папки
SYSTem:LIcense:INSTall? "<option>" – определяет наличие установленной лицензии
- **SYSTem:LOCK:NAME?** – возвращает данные о текущем интерфейсе ввода/вывода
- **SYSTem:LOCK:OWNer?** – возвращает данные об интерфейсе с блокировкой
- **SYSTem:LOCK:RELease** – снимает блокировку и уменьшает количество блокировок на 1
- **SYSTem:LOCK:REQuest?** – запрашивает блокировку текущего интерфейса
- **SYSTem:SECurity:IMMediate** – удаляет все данные из памяти прибора с пользовательским доступом
- **SYSTem:TIME <hh>, <mm>, <ss>** – устанавливает время для системных часов
- **SYSTem:VERSion?** – возвращает данные о версии SCPI, используемой на приборе

SYSTem:BEEPer[:IMMediate]

Включает однократный звуковой сигнал.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Включите однократный звуковой сигнал: SYST:BEEP	

- Отправка запрограммированного звукового сигнала может быть использована для разработки программы и поиска и устранения неисправностей.
- Выполнение этой команды отменяет текущее состояние звукового сигнала (SYSTem:BEEPer:STATe). Это означает, что один звуковой сигнал возможен даже при выключенном источнике звукового сигнала.

SYSTem:BEEPer:STATe {ON|1|OFF|0}

SYSTem:BEEPer:STATe?

Отключает или включает звуковой сигнал, когда генерируется ошибка при использовании передней панели или интерфейса дистанционного управления.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию ON	0 (OFF) или 1 (ON)
Отключите звуковой сигнал: SYST:BEEP:STAT OFF	

- При выключении звукового сигнала звук при нажатии кнопок на передней панели не отключается.
- Звуковой сигнал всегда звучит (даже если для состояния звукового сигнала задано значение OFF) при отправке команды **SYSTem:BEEPer**.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.

SYSTem:CLICk:STATe {ON|1|OFF|0}

SYSTem:CLICk:STATe?

Отключает или включает звук нажатия клавиш при нажатии клавиш на передней панели и программируемых кнопок.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию ON	0 (OFF) или 1 (ON)
Отключите звуки клавиатуры: SYST:CLIC:STAT OFF	

- Эта команда не позволяет управлять звуковым сигналом, указывающим на возникновение ошибок.
- Эта настройка не отменяется при выключения питания прибора; она не будет изменена после выключения и повторного включения питания или при восстановлении заводских настроек (***RST**).

SYSTem:COMMunicate:ENABle {ON|1|OFF|0}, <interface>

SYSTem:COMMunicate:ENABle? <interface>

Отключает или включает интерфейсы дистанционного управления GPIB, USB или LAN. Также используется для выключения и включения доступных удаленных служб, например сокет, Telnet, VXI11 и встроенный веб-интерфейс.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию ON для всех интерфейсов	0 (OFF) или 1 (ON)
{GPIB USB LAN SOCKets TELNet VXI11 WEB}	
Отключите интерфейс USB: SYST:COMM:ENAB OFF,USB Получение данных о состоянии интерфейса USB: SYST:COMM:ENAB? USB	

Примечание

При отключении или повторном включении любого интерфейса или службы локальной сети для активации новой настройки необходимо выключить и включить питание.

- При отключении интерфейса LAN все связанные службы локальной сети не будут запускаться при включении питания прибора.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- **SYSTem:SECurity:IMMediate** включает все интерфейсы.

SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRess <address>

SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRess?

Назначает прибору адрес GPIB (IEEE-488), который отображается на дисплее при включении прибора. Каждое устройство, подключенное к интерфейсу GPIB, должно иметь уникальный адрес.

Параметр	Обычный результат
0 до 30, по умолчанию 10	+15
Установите в качестве адреса GPIB значение 15: SYST:COMM:GPIB:ADDR 15	

- Адрес интерфейсной платы GPIB компьютера не должен вступать в конфликт с любым прибором, подключенным к шине интерфейса.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- **SYSTem:SECurity:IMMediate** установка в качестве адреса GPIB значения 10.
- Чтобы данная команда вступила в силу, необходимо выключить и включить питание.

SYSTem:DATE <yyyy>, <mm>, <dd>

SYSTem:DATE?

Задаёт дату для системных часов.

Параметр	Обычный результат
<yyyy> 2000 – 2100 <mm> 1 – 12 <dd> 1 – 31	+2011,+7,+26
Установите в качестве системной даты 26 июля 2011 года: SYST:DAT 2011,7,26	

SYSTem:ERRor?

Выполняет считывание и удаляет одну ошибку из последовательности ошибок.

Параметр	Обычный результат
(нет)	-113,"Undefined header"
Считывание и удаление первой ошибки из последовательности ошибок: SYST:ERR?	

- В каждой последовательности ошибок для конкретного интерфейса (GPIB, USB, VXI-11 и Telnet/сокеты) может содержаться до 20 ошибок синтаксисов команд или аппаратных ошибок.
- Вызов ошибки выполняется в режиме "первый на входе – первый на выходе" (FIFO), и после чтения данные об ошибках удаляются. При фиксировании ошибки прибор производит однократный звуковой сигнал (эту функцию можно отключить с помощью команды **SYSTem:BEEPer:STATe OFF**).
- Если произошло более 20 ошибок, последняя в списке ошибка (последняя возникшая ошибка) будет заменена значением -350, "Error queue overflow". Сохранение последующих ошибок будет невозможно, пока не будут удалены ошибки в очереди. Если на момент чтения списка очереди ошибок не произошло ни одной ошибки, прибор отправит ответное значение +0, "No error".
- Последовательность ошибок очищается при использовании команды *CLS и при выключении и включении питания. Она не очищается при использовании команды ***RST**.
- Ошибки имеют следующий формат (строка ошибки может содержать не более 255 символов).

<код ошибки>,<строка ошибки>

В этом выражении:

<код ошибки> = код из трех цифр, иногда перед ним ставится тире

<строка ошибки> = строка в кавычках в формате ASCII длиной не более 255 символов

Лицензируемые модули

Следующие команды связаны с лицензируемыми модулями. Имена лицензируемых модулей перечислены ниже.

Код модуля	Описание
ARB	Сигналы произвольной формы
BW30	Увеличение полосы пропускания до 30 МГц (модели серии 33500)
BW120	Увеличение полосы пропускания до 120 МГц (модели серии 33600)
IQP	Проигрыватель IQ (только двухканальные приборы)
MEM	Память для сигналов произвольной формы 16 Мвыб. (модели серии 33500) или для сигналов произвольной формы 64 Мвыб. (модели серии 33600)
SEC	Установка NISPOМ & защиты файлов

SYSTem:LIcense:CATalog?

Возвращает список установленных **лицензируемых модулей** с запятыми-разделителями.

Параметр	Обычный результат
(нет)	"SEC", "IQP", "MEM"
Получите список используемых лицензируемых модулей: SYST:LIC:CAT?	

- Можно получить данные только о тех установленных модулях, для которых требуется лицензия.

SYSTem:LiCense:DELeTe "<option_name>"

Удаляет лицензию.

ВНИМАНИЕ Перед выполнением данной команды изучите предупреждение. Единственным способом отмены удаления лицензии является ее переустановка.

Параметр	Обычный результат
{ARB BW30 BW120 IQP MEM SEC}	(нет)
Удалите лицензию для проигрывателя IQ: SYST:LIC:DEL "IQP"	

- Допустимые имена модулей являются строками с двойными кавычками, представляющими установленные **лицензируемые модули**. Их можно легко идентифицировать с помощью команды **SYSTem:LiCense:CATalog?**.

SYSTem:LiCense:DELeTe:ALL

Удаляет все лицензии.

ВНИМАНИЕ Перед выполнением данной команды изучите предупреждение. Единственным способом отмены удаления лицензии является ее переустановка.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Удалите все лицензии: SYST:LIC:DEL:ALL	

SYSTem:LiCense:DESCription? "<option_name>"

Возвращает описание указанного модуля независимо от того, лицензирован ли он.

Параметр	Обычный результат
См. список лицензируемых модулей .	"Extended Memory Option: 16 MSa/channel waveform memory"
Получите описание модуля 002: SYST:LIC:DESC? "MEM"	

- Имена модулей являются строками с кавычками, представляющими модули, которые могут быть лицензированы. Установленные лицензированные элементы можно идентифицировать с помощью команды **SYSTem:LiCense:CATalog?**.

SYSTem:LiCense:ERRor?

Возвращает строку со всеми ошибками, возникшими в результате выполнения команды **SYSTem:LiCense:INSTall**.

Параметр	Обычный результат
(нет)	#279File: MyFile.lic<CR><LF>[Отклонено – неверный формат файла лицензии.]<CR><LF>
Получите строку ошибок установки лицензии: SYST:LiC:ERR?	

- Строка может содержать не более 2096 символов.
- Возвращает блок с заданной длиной, содержащий многострочный текст ASCII, включая символы возврата каретки и перевода строки.

SYSTem:LiCense:ERRor:COUNt?

Получение данных о количестве ошибок лицензирования, сгенерированных в результате использования команды **SYSTem:LiCense:INSTall**.

Параметр	Обычный результат
(нет)	+0
Получите число ошибок лицензии: SYST:LiC:ERR:COUN?	

SYSTem:LiCense:INSTall "<file>"

SYSTem:LiCense:INSTall? "<option>"

Эта команда используется для установки всех лицензий из заданного файла или из всех файлов лицензий в заданной папке. В результате запроса возвращается 0 или 1 для определения того, установлена ли заданная лицензия.

Параметр	Обычный результат
<p><папка> может представлять собой любое допустимое имя папки. По умолчанию это корневой каталог устройства хранения USB, подключенного к передней панели.</p> <p><файл> может представлять собой любое допустимое имя файла лицензии</p> <p><модуль> – один из лицензируемых модулей</p>	0 (лицензия не установлена) или 1 (лицензия установлена)
Установите лицензии из файла: SYST:LIC:INSTALL "USB:\33522B_LICENSE071.lic"	

- Файлы лицензий должны иметь расширение файла ".lic".
- Для элемента <файл> используется следующий формат: "[<диск>:<путь>]<имя_файла>", где для элемента <диск> может быть задано значение INTernal или USB, а для элемента <путь> указывается абсолютный путь папки.
 - Команда INTernal позволяет установить внутреннюю файловую систему флэш-памяти. USB обозначает накопитель USB на лицевой панели.
 - Если значения <диск>:<путь> не указываются, используется папка, заданная с помощью команды MMEMory:CDIRectory.
 - Абсолютный путь начинается с символа "\" или "/" и указания диска <drive> в качестве корневой папки.
 - Имена папок и файлов не могут содержать следующие символы: \ / : * ? " < > |
 - Сочетание имени папки и имени файла не должно превышать 240 символов.
 - Указанная папка должна существовать и не должна быть отмечена как скрытая или системная.

SYSTem:LOCK:NAME?

Возвращает данные об интерфейсе ввода/вывода (интерфейс ввода/вывода, используемый компьютером, с которого отправляется запрос).

Параметр	Обычный результат
(нет)	"LAN169.254.149.35"
См. раздел Примеры блокировки интерфейса	

- После использования этой команды для определения имени используемого интерфейса используйте команду SYSTem:LOCK:OWNer?, чтобы определить, какой интерфейс, если таковой есть, заблокирован.
- Возвращает значение "USB", "VXI11", "GPIB" или "<IP-адрес>LAN", указывающее интерфейс ввода-вывода, используемый компьютером, с которого отправляется запрос.

SYSTem:LOCK:OWNer?

Возвращает данные об интерфейсе ввода/вывода, который заблокирован.

Параметр	Обычный результат
(нет)	"LAN169.254.149.35"
См. раздел Примеры блокировки интерфейса	

- При активированной блокировке в регистре стандартных операций будет установлен бит 10 (STATus:OPERation:CONDition?). При отключении блокировки во всех интерфейсах операций ввода-вывода это значение бита будет удалено.
- Возвращает значение "USB", "VXI11", "GPIB" или "<IP-адрес> LAN", указывающее интерфейс ввода-вывода, который в настоящее время заблокирован. Если заблокированных интерфейсов нет, возвращается строка "NONE".

SYSTem:LOCK:RELease

Сокращает количество блокировок на 1 и может отменять блокировку интерфейса ввода/вывода, который используется для выполнения команды.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
См. раздел Примеры блокировки интерфейса	

- При активированной блокировке в регистре стандартных операций будет установлен бит 10 (STATus:OPERation:CONDition?). При отключении блокировки во всех интерфейсах операций ввода-вывода это значение бита будет удалено.

SYSTem:LOCK:REQuest?

Запрашивает блокировку текущего интерфейса ввода/вывода. Можно блокировать конфигурацию прибора или предоставить общий доступ к прибору с других компьютеров, находящихся в сети.

Параметр	Обычный результат
(нет)	0 (отклонен) или 1 (предоставлен)
См. раздел Примеры блокировки интерфейса	

- Запросы блокировки могут быть вложенными; при выполнении каждого запроса количество блокировок возрастает на 1. Для каждого запроса потребуется выполнение разблокировки (SYSTem:LOCK:RELease) с того же интерфейса ввода/вывода.
- Блокировки обрабатываются на уровне интерфейса ввода/вывода (USB, LAN и т.д.), при этом пользователь несет ответственность за координацию потоков и/или программ на этом интерфейсе.
- Когда запрос удовлетворен, изменение состояния прибора будет разрешено только в сеансах ввода/вывода текущего интерфейса. С других интерфейсов ввода/вывода можно только запрашивать состояние прибора.
- Блокировки сеансов локальной сети автоматически снимаются при обнаружении отключения от локальной сети.
- При предоставлении блокировки бит 10 заносится в регистр стандартных операций (STATus:OPERation:CONDition?).

Примеры блокировки интерфейса

Процедура использования представлена ниже в виде последовательности команд.

Исходное состояние = разблокировано, число = 0

```
<FROM USB> SYST:LOCK:REQ?    возвращает 1 (запрос выполнен успешно)
```

Состояние = заблокировано, число = 1

```
<FROM LAN> SYST:LOCK:REQ?    возвращает 0, поскольку интерфейс USB заблокирован
```

Состояние = заблокировано, число = 1

```
<FROM USB> SYST:LOCK:REQ?    возвращает 1 (запрос выполнен успешно)
```

Состояние = заблокировано, число = 2

```
<FROM USB> SYST:LOCK:REL
```

Состояние = заблокировано, число = 1

```
<FROM USB> SYST:LOCK:REL
```

Состояние = разблокировано, число = 0

Обратите внимание, что для каждого успешного запроса блокировки требуется снятие блокировки. Для двух запросов требуется выполнение двух разблокировок.

SYSTem:SECurity:IMMEDIATE

Удаляет все данные из памяти прибора с пользовательским доступом. Эта команда соответствует требованиям главы 8 рабочей инструкции по программе национальной промышленной безопасности (NISPOМ).

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Удалите все пользовательские данные из памяти прибора: SYST:SEC:IMM	

ВНИМАНИЕ

Эта команда рекомендуется для таких клиентов, как военных подрядчиков, которые должны соблюдать положения NISPOМ. Неоправданное использование этой команды может привести к преждевременному повреждению флеш-памяти.

При использовании этой команды удаляется вся пользовательская информация о состоянии прибора, пользовательские сигналы произвольной формы и пользовательские настройки ввода/вывода, например IP-адрес.

- Обычно используется перед удалением прибора из безопасной зоны.
- Сбрасывает все настройки прибора до заводских значений по умолчанию (*RST).

SYSTem:TIME <hh>, <mm>, <ss>

SYSTem:TIME?

Задаёт время для системных часов.

Параметр	Обычный результат
<чч> 0 – 23 <мм> 0 – 59 <сс> 0 – 60	20,15,30.000
Установите системные часы на 20:15:30 SYST:TIM 20,15,30	

- Это время используется для установки временных меток файлов в системе памяти (MMEMory).

SYSTem:VERSion?

Возвращает данные о версии SCPI (стандартные команды для программируемых приборов), которой соответствует прибор. Невозможно задать с помощью элементов управления передней панели.

Параметр	Обычный результат
(нет)	1994.0
Получите данные о версии SCPI: SYST:VERS?	

Конфигурация локальной сети

Конфигурирует прибор для дистанционного управления через локальную сеть.

Примечание Прибор использует порт ЛВС 5024 для сеансов терминала SCPI Telnet, а порт ЛВС 5025 – для сеансов SCPI Socket.

Использование точечной записи

Адреса, записываемые через точку ("nnn.nnn.nnn.nnn", где "nnn" – значение байта от 0 до 255), необходимо указывать очень внимательно, поскольку большинство компьютерных приложений для работы в сети интерпретируют значения байтов с начальными нулями как восьмеричные числа (с основанием 8). Например, значение "192.168.020.011" эквивалентно десятичному значению "192.168.16.9", поскольку ".020" интерпретируется как значение "16", выраженное в восьмеричном формате, а ".011" – как "9". Во избежание ошибок используйте только десятичные значения от 0 до 255 без нулей в начале.

SYSTem:COMMunicate:LAN:CONTRol?

Считывает исходный номер порта контрольного соединения для обеспечения связи сокетов. Это соединение используется для отправки и получения команд и запросов.

Параметр	Обычный результат
(нет)	5000 (0, если интерфейс не поддерживает сокет)
Получите ответное сообщение с номером порта контрольного соединения: SYST:COMM:LAN:CONT?	

- Используйте контрольное соединение сокета для отправки команды сброса настроек прибора или для обнаружения незавершенных событий запроса обслуживания (SRQ). Команда сброса настроек прибора: "DCL".

SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP {ON|1|OFF|0}
SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP?

Отключает или включает режим DHCP на приборе. Аббревиатура DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) обозначает протокол для назначения динамических IP-адресов сетевым устройствам. Протокол динамического назначения адресов позволяет назначать устройствам разные IP-адреса при каждом подключении к сети.

ON: прибор пытается получить IP-адрес с сервера DHCP. Если сервер DHCP обнаружен, для прибора назначается динамический IP-адрес, маска подсети и шлюз по умолчанию.

OFF или режим DHCP недоступен: прибор использует статический IP-адрес, маску подсети и шлюз по умолчанию при включении питания.

Примечание При изменении этой настройки необходимо отправить команду **SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate**, чтобы активировать новую настройку.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию ON	0 (OFF) или 1 (ON)
Отключите DHCP: SYST:COMM:LAN:DHCP OFF SYST:COMM:LAN:UPDate	

- В большинстве корпоративных локальных сетей присутствует сервер DHCP.
- Если адрес локальной сети DHCP не назначается сервером DHCP, приблизительно через две минуты будет применен статический IP-адрес.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- Включен, когда прибор поставляется с завода или после использования команды **SYSTem:SECurity:IMMediate**.

SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS[1|2] "<address>"
SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS[1|2]? [{CURRENT|STATIC}]

Назначает статические IP-адреса серверов системы именования доменов (DNS). Может быть назначен первичный или вторичный адрес сервера. Для получения дополнительной информации обратитесь к администратору локальной сети. Если сервер DHCP доступен и включен соответствующий режим, DHCP автоматически назначит адреса серверов DNS. Эти автоматически назначенные адреса серверов DNS имеют преимущество над статическими адресами DNS, назначенными с помощью этой команды.

Примечание

При изменении этой настройки необходимо отправить команду **SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate**, чтобы активировать новую настройку.

Параметр	Обычный результат
Команда: " nnn.nnn.nnn.nnn ", значение по умолчанию "0.0.0.0" Запрос: {CURRENT STATIC}, по умолчанию используется CURRENT	"198.105.232.4"
Установите первичный статический DNS-адрес: SYST:COMM:LAN:DNS "198.105.232.4" SYST:COMM:LAN:UPD	

- CURRENT: чтение адреса, используемого для прибора в настоящее время.
- STATIC: позволяет читать статический адрес из энергонезависимой памяти. Этот адрес используется, если протокол DHCP отключен или недоступен.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- Установите значение "0.0.0.0" с помощью команды SYSTem:SECurity:IMMediate.

SYSTem:COMMunicate:LAN:DOMain?

Возвращает имя домена локальной сети, к которой подключен прибор.

Параметр	Обычный результат
(нет)	"example.com"
Получите ответное сообщение с доменным именем прибора: SYST:COMM:LAN:DOM?	

- Если система динамического именования доменов (DNS) доступна в сети и прибор использует DHCP, имя домена регистрируется с динамической службой DNS при включении питания.
- Нулевая строка ("") указывает на то, что имя домена назначено.

SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway "<address>"
SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway? [{CURRENT|STATic}]

Назначает для прибора шлюз по умолчанию. Заданный IP-адрес устанавливает шлюз по умолчанию, который позволяет прибору устанавливать связь с системами, которые не принадлежат локальной подсети. Таким образом, это шлюз по умолчанию, который используется для передачи пакетов, предназначенных для устройства, не принадлежащего локальной подсети в соответствии с настройкой маски подсети. Если включен режим DHCP (SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP), заданный шлюз по умолчанию не используется. Однако если сервер DHCP не назначил допустимый IP-адрес, будет использоваться сконфигурированный шлюз по умолчанию. Для получения дополнительной информации обратитесь к администратору локальной сети.

Примечание

При изменении этой настройки необходимо отправить команду **SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate**, чтобы активировать новую настройку.

Параметр	Обычный результат
Команда: " nnn.nnn.nnn.nnn ", значение по умолчанию "0.0.0.0" Запрос: {CURRENT STATic}, по умолчанию используется CURRENT	"198.105.232.1"
Установите адрес шлюза по умолчанию: SYST:COMM:LAN:GATEWAY "198.105.232.1" SYST:COMM:LAN:UPD	

- CURRENT: чтение адреса, используемого для прибора в настоящее время.
- STATic: позволяет читать статический адрес из энергонезависимой памяти. Этот адрес используется, если протокол DHCP отключен или недоступен.
- Установите значение "0.0.0.0", когда прибор поставляется с завода или после использования команды SYSTem:SECurity:IMMEDIATE.

SYSTem:COMMunicate:LAN:HOSTname "<name>"
SYSTem:COMMunicate:LAN:HOSTname? [{CURRENT|STATIC}]

Назначает имя хоста прибора. Имя хоста – это часть имени домена, обозначающая хост, которая преобразуется в IP-адрес. Если система динамического именования доменов (DNS) доступна в сети и прибор использует DHCP, имя хоста регистрируется с использованием динамической службы DNS при включении питания. Если режим DHCP включен (SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP), сервер DHCP может изменить заданное имя хоста.

Примечание При изменении этой настройки необходимо отправить команду **SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate**, чтобы активировать новую настройку.

Параметр	Обычный результат
Строка длиной не более 15 символов. В начале должна быть указана буква (A-Z) Может содержать буквы, цифры (0-9) или тире ("–")	"LAB1-33522A"
Установите имя хоста: SYST:COMM:LAN:HOST "LAB1" SYST:COMM:LAN:UPD	

- Задайте значение "A-33521A-nnnnn" или "A-33522A-nnnnn", где nnnnn – это последние пять цифр серийного номера прибора, когда прибор поставляется с завода или после использования команды **SYSTem:SECurity:IMMEDIATE**.
- Если имя хоста не существует, возвращается нулевая строка ("").

SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress "<address>"
 SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress? [{CURRent|STATic}]

Назначает статический IP-адрес для прибора. Если включен режим DHCP (SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP), заданный статический IP-адрес не используется. Для получения дополнительной информации обратитесь к администратору локальной сети.

Примечание При изменении этой настройки необходимо отправить команду **SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate**, чтобы активировать новую настройку.

Параметр	Обычный результат
Команда: "nnn.nnn.nnn.nnn", значение по умолчанию "0.0.0.0" Запрос: {CURRent STATic}, по умолчанию используется CURRent	"169.254.149.35"
Установите статический IP-адрес: SYST:COMM:LAN:IPAD "169.254.149.35" SYST:COMM:LAN:UPD	

- CURRent: чтение адреса, используемого для прибора в настоящее время.
- STATic: позволяет читать статический адрес из энергонезависимой памяти. Этот адрес используется, если протокол DHCP отключен или недоступен.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- Установите значение "169.254.5.21", когда прибор поставляется с завода или после использования команды **SYSTem:SECurity:IMMediate**.

SYSTem:COMMunicate:LAN:MAC?

Считывает MAC-адрес прибора.

Примечание Администратору локальной сети может потребоваться MAC-адрес для назначения статического IP-адреса для устройства.

Параметр	Обычный результат
(нет)	"0030D3001041"
Получите MAC-адрес: SYST:COMM:LAN:MAC?	

- MAC-адрес также называется адресом канального уровня, адресом Ethernet, идентификатором LANIC или аппаратным адресом. Это неизменяемый 48-битный адрес, назначаемый производителем для каждого уникального интернет-устройства.
- MAC-адрес прибора устанавливается на заводе, и изменить его невозможно.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.

SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASk "<mask>"
 SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASk? [{CURRent|STATic}]

Назначает маску подсети для прибора. Прибор использует маску подсети, чтобы определить, принадлежит ли IP-адрес клиента той же локальной подсети. Когда IP-адрес клиента принадлежит другой подсети, все пакеты должны отправляться через шлюз по умолчанию. Для получения дополнительной информации обратитесь к администратору локальной сети.

Примечание При изменении этой настройки необходимо отправить команду **SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate**, чтобы активировать новую настройку.

Параметр	Обычный результат
Команда: " nnn.nnn.nnn.nnn ", значение по умолчанию "0.0.0.0" Запрос: {CURRent STATic}, по умолчанию используется CURRent	"255.255.0.0"
Установите маску подсети: SYST:COMM:LAN:SMAS "255.255.255.0" SYST:COMM:LAN:UPD	

- Если включен режим DHCP (SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP), заданная маска подсети не используется. Однако если сервер DHCP не назначит допустимый IP-адрес, для прибора будет использоваться маска подсети AutoIP.
- Значение "0.0.0.0" или "255.255.255.255" указывает на то, что подсеть не используется.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- Для маски подсети устанавливается значение "255.255.0.0", когда прибор поставляется с завода или после использования команды SYSTem:SECurity:IMMediate.
- CURRent: чтение адреса, используемого для прибора в настоящее время.
- STATic: позволяет читать статический адрес из энергонезависимой памяти. Этот адрес используется, если протокол DHCP отключен или недоступен.

SYSTem:COMMunicate:LAN:TELNet:PROMpt "<string>"
SYSTem:COMMunicate:LAN:TELNet:PROMpt?

Задаёт командную подсказку, которая отображается при установке связи с прибором через Telnet.

Параметр	Обычный результат
Строка из не более 15 символов.	"Command>"
Установите командную подсказку: SYST:COMM:LAN:TELN:PROM "Command>"	

- Обычно сеансы Telnet запускаются из оболочки операционной системы хост-компьютера:

telnet <IP_адрес> <порт>

Например, telnet 169.254.4.10 5024

Чтобы завершить сеанс Telnet, нажмите <Ctrl-D>.

- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды *RST.
- Используется значение "33521A>" (модель 33521A), "33522A>" (модель 33522A), "33500>" (другие модели серии 33500) или "33600>" (модели серии 33600), когда прибор поставляется с завода или после использования команды SYSTem:SECurity:IMMediate.

SYSTem:COMMunicate:LAN:TELNet:WMESsage "<string>"
SYSTem:COMMunicate:LAN:TELNet:WMESsage?

Задаёт приветственное сообщение, которое отображается при установке связи с прибором через Telnet.

Параметр	Обычный результат
Строка из не более 63 символов.	"Welcome to the Telnet Session"
Установите приветственное сообщение: SYST:COMM:LAN:TELN:WMES "Welcome to the Telnet Session"	

- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды *RST.
- Используется значение "Welcome to Keysight's 33521A Генератор сигналов" (модель 33521A), "Welcome to Keysight's 33522A Генератор сигналов" (модель 33522A), "Welcome to Keysight's 33500-Series Генератор сигналов" (другие модели серии 33500) или "Welcome to Keysight's 33600-Series Генератор сигналов" (модели серии 33600), когда прибор поставляется с завода или после использования команды SYSTem:SECurity:IMMediate.

SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate

Сохраняет любые изменения настроек локальной сети в энергонезависимой памяти и перезапускает драйвер локальной сети с использованием обновленных настроек.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
(см. ниже)	

- Эта команда должна отправляться после изменения настроек DHCP, DNS, шлюза, имени хоста, IP-адреса, маски подсети и WINS.
- Выполните все изменения настроек локальной сети перед отправкой этой команды.

Пример

Используя следующий пример, можно сконфигурировать прибор для использования статически назначенных настроек локальной сети.

```
SYST:COMM:LAN:DHCP OFF
SYST:COMM:LAN:DNS "198.105.232.4"
SYST:COMM:LAN:DNS2 "198.105.232.5"
SYST:COMM:LAN:GATEWAY "198.105.232.1"
SYST:COMM:LAN:HOST "LAB1-33522A"
SYST:COMM:LAN:IPAD "198.105.232.101"
SYST:COMM:LAN:SMAS "255.255.255.0"
SYST:COMM:LAN:WINS "198.105.232.4"
SYST:COMM:LAN:WINS "198.105.232.5"
SYST:COMM:LAN:UPD
```

Используя следующий пример, можно сконфигурировать прибор для использования DHCP.

```
SYST:COMM:LAN:DHCP ON
SYST:COMM:LAN:UPD
```

SYSTem:COMMunicate:LAN:WINS[1|2] "<address>"
SYSTem:COMMunicate:LAN:WINS[1|2]? [{CURRent|STATic}]

Назначает статические IP-адреса серверов Windows Internet Name System (WINS). Может быть назначен первичный или вторичный адрес сервера. Для получения дополнительной информации обратитесь к администратору локальной сети. Если сервер DHCP доступен и включен соответствующий режим, DHCP автоматически назначит адреса серверов WINS. Эти автоматически назначенные адреса серверов WINS имеют преимущество над статическими адресами WINS, назначенными с помощью этой команды.

Примечание

При изменении этой настройки необходимо отправить команду **SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate**, чтобы активировать новую настройку.

Параметр	Обычный результат
Команда: " nnn.nnn.nnn.nnn ", значение по умолчанию "0.0.0.0" Запрос: {CURRent STATic}, по умолчанию используется CURRent	"198.105.232.4"
Установите первичный статический WINS-адрес: SYST:COMM:LAN:WINS "198.105.232.4" SYST:COMM:LAN:UPD	

- Назначенные адреса WINS используются, если сервер DHCP отключен или недоступен. В противном случае адреса сервера WINS автоматически назначаются сервером DHCP.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- Установите значение "0.0.0.0" (нет доступных серверов) после использования команды SYSTem:SECurity:IMMediate.
- CURRent: чтение адреса, используемого для прибора в настоящее время.
- STATic: позволяет читать статический адрес из энергонезависимой памяти. Этот адрес используется, если протокол DHCP отключен или недоступен.

[SOURce[1|2]:]TRACk {ON|OFF|INVerted} TRACk?

Настраивает каналы 1 и 2 двухканального прибора на вывод одного сигнала или сигнала с инвертированной полярностью.

Параметр	Обычный результат
{ON OFF INVerted}	ON, OFF или INV
Настройка вывод в канале 2 сигнала, идентичного сигналу в канале 1 : TRACk ON	

- Выполняет копирование всех настроек названного канала на другой канал с исключениями, перечисленными ниже. Также копируются настройки списка частот и сигналы произвольной формы, загруженные в память.
- При использовании модуля INVerted амплитуда следящего канала будет инвертирована, при этом формируется аналогичный сигнал на дифференциальном выходе между каналом 1 и каналом 2. Смещение постоянного тока не инвертируется.
- Когда для команды TRACk задано значение ON, к обоим каналам применяются предельные значения напряжения. Если в результате использования предельных значений напряжения для одного из каналов невозможно будет применить настройку другого канала, прибор сгенерирует сообщение о конфликте настроек, и для отслеживания канала будет установлено значение OFF.
- Когда для команды TRACk задано значение ON, изменения настроек одного канала отражаются на обоих каналах. Когда для команды TRACk вместо значения ON или INV устанавливается значение OFF, для каналов остаются их текущие настройки (частота, амплитуда и пр.), но теперь можно внести изменения в настройки одного канала без влияния на настройки другого канала.
- Предельные значения напряжения можно отрегулировать в режиме отслеживания, но нельзя их задать так, чтобы изменился текущий сигнал.
- При включенном отслеживании для команды COMBine:FEED задается значение NONE и отключаются команды FREQuency:COUPle, VOLTage:COUPle и RATE:COUPle.
- Режим TRACK не разрешается, если в качестве внутреннего источника модуляции для отслеживаемого канала используется другой канал.
- Команда OUTPut:SYNC:SOURce устанавливается для отслеживаемого канала.

Знакомство с подсистемой TRIGger

Примечание Разъем для внешнего сигнала запуска BNC на задней панели связан с заземлением корпуса.

Конфигурирует запуск последовательности, списка, пакетного сигнала и развертки:

TRIGger[1|2] – мгновенный запуск

TRIGger[1|2]:COUNT {<number>MINimum|MAXimum|DEFAULT} – число запусков

TRIGger[1|2]:DELAY {<seconds>|MINimum|MAXimum} – задержка запуска

TRIGger[1|2]:LEVEL {<level>|MINimum|MAXimum} – уровень запуска

TRIGger[1|2]:SLOPE {POSitive|NEGative} – отклонение сигнала запуска на разъеме **Ext Trig** на задней панели

TRIGger[1|2]:SOURCE {IMMEDIATE|EXTERNAL|TIMER|BUS} – источник (внутренний, внешний, таймер или шина), с которого прибор принимает сигнал запуска

TRIGger[1|2]:TIMER {<seconds>|MINimum|MAXimum} – таймер, используемый, когда для команды TRIGger[1|2]:SOURCE установлено значение TIMER.

TRIGger[1|2]

Выполняет принудительный мгновенный запуск для инициирования последовательности, развертки, списка или пакетного сигнала.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Отправка мгновенного сигнала запуска на канал 2: TRIG	

- Можно использовать с источником запуска IMMEDIATE, EXTERNAL, TIMER или BUS (TRIGger[1|2]:SOURCE). Например, можно использовать TRIGger для выполнения мгновенного запуска во время ожидания внешнего сигнала запуска.
- Команда предназначена для перезаписи данных. Для общего программного управления запуском используйте команду *TRG.

TRIGger[1|2]:COUNT {<number>MINimum|MAXimum|DEFAULT}

TRIGger[1|2]:COUNT? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт количество запусков.

Параметр	Обычный результат
1 – 1 000 000; по умолчанию 1	10000
Установите 10000 запусков для канала 2: TRIG2:COUN 10000	

- Можно использовать с источником запуска IMMEDIATE, EXTERNAL, TIMER или BUS (TRIGger[1|2]:SOURCE).
- Применяется, только когда для команды INITiate[1|2]:CONTinuous задано значение OFF.

TRIGger[1|2]:DELAY {<seconds>|MINimum|MAXimum}

TRIGger[1|2]:DELAY? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт задержку запуска (время с момента утверждения запуска до возникновения события запуска).

Параметр	Обычный результат
0 – 1000 с, с разрешением 4 нс; по умолчанию 0	+1.0500000000000000E-01
Установите задержку запуска для канала 1, равную 105 мс: TRIG:DEL 105e-3	

- Можно использовать с источником запуска IMMEDIATE, EXTERNAL, TIMER или BUS (TRIGger[1|2]:SOURCE).

TRIGger[1|2]:LEVEL {<level>|MINimum|MAXimum}

TRIGger[1|2]:LEVEL? [{MINimum|MAXimum}]

Установка уровня запуска выходного сигнала и порогового значения запуска входного сигнала в вольтах. Пороговое значение запуска в два раза меньше уровня запуска.

Параметр	Обычный результат
0,9 – 3,8 В	+3.3000000000000000E+00
Установите уровень запуска 2 В: TRIG:LEV 2	

TRIGger[1|2]:SLOPe {POSitive|NEGative}
TRIGger[1|2]:SLOPe?

Задаёт полярность сигнала запуска на разъёме **Trig In** на задней панели при использовании режима с внешним запуском.

Параметр	Обычный результат
{ POSitive NEGative}, по умолчанию POS (передний фронт)	POS или NEG
Установка заднего фронта в качестве наклона запуска: TRIG:SLOP NEG	

TRIGger[1|2]:SOURce {IMMEDIATE|EXTERNAL|TIMER|BUS}

TRIGger[1|2]:SOURce?

Выбирает источник запуска для последовательности, списка, пакетного сигнала или развертки. Прибор принимает мгновенный сигнал запуска или внутренний сигнал запуска по таймеру, внешний аппаратный сигнал запуска с разъема **Ext Trig** на задней панели или программный сигнал запуска (шина).

Параметр	Обычный результат
{IMMEDIATE EXTERNAL TIMER BUS}, по умолчанию IMMEDIATE	IMM, EXT, TIM, BUS
Выбор внешнего источника сигнала запуска (сигнал запуска возникает каждый раз, когда на входной разъем для сигнала запуска на задней панели прибора поступает импульс TTL с истинно низким значением): TRIG:SOUR EXT	

Использование пакетного режима с запуском.

- При получении команды запуска прибор генерирует сигнал с указанным числом циклов (число пакетов). После выпуска указанного числа циклов прибор останавливается и ожидает следующей команды запуска.
- **IMMEDIATE (внутренний)**: прибор непрерывно генерирует сигнал в активном пакетном режиме. Скорость генерирования пакетов сигналов определяется с помощью команды **BURSt:INTernal:PERiod**.
- **EXTERNAL**: прибор получает аппаратный сигнал запуска на разъеме **Ext Trig** на задней панели. Прибор выпускает один пакет, включающий установленное число циклов, при каждом получении сигнала перехода уровня нужной полярности через разъем **Ext Trig** (**TRIGger[1|2]:SLOPe**). В пакетном режиме внешние сигналы запуска игнорируются.
- **BUS (программный)**: прибор иницирует новый пакет при каждом получении сигнала запуска по шине (***TRG**). Кнопка **[Trigger]** на передней панели подсвечивается, когда прибор ожидает запуска шины.
- **EXTERNAL или BUS**: число и фаза пакета сигналов сохраняется, однако интервал игнорируется.
- **TIMER**: интервал между событиями запуска определяется таймером, при этом первый сигнал запуска отправляется при возникновении **INIT**.

В режиме развертки частоты:

- **IMMEDIATE (внутренний)**: прибор непрерывно выводит сигнал, когда включена развертка. Период, с которым генерируется развертка, является временем развертки (**SWEep:TIME**) плюс 1 мс.
- **EXTERNAL**: прибор получает аппаратный сигнал запуска на разъеме **Ext Trig** на задней панели. Прибор иницирует один цикл развертки каждый раз, когда на разъем **Trig In** поступает импульс TTL с правильной полярностью фронтов (**TRIGger[1|2]:SLOPe**). Период запуска должен быть не меньше времени выполнения развертки (**SWEep:TIME**) плюс 1 мс.

- **BUS (программный):** прибор инициирует один цикл развертки при каждом получении сигнала запуска шины (*TRG). Кнопка [Trigger] на передней панели подсвечивается, когда прибор ожидает запуска шины.
- **APPLY** задает IMMediate в качестве источника сигнала запуска.
- Чтобы обеспечить синхронизацию с источником BUS, отправьте команду *WAI (ожидание), чтобы прибор ожидал выполнения всех незавершенных операций перед выполнением дополнительных команд. Например, следующая строка команды гарантирует прием первого сигнала запуска и выполнение операции до момента распознавания второго сигнала запуска.

TRIG:SOUR BUS;*TRG;*WAI;*TRG;*WAI

- Используйте команду *OPC? или *OPC, чтобы определить, когда будет завершена развертка или пакетный сигнал. В результате запроса *OPC? в выходной буфер возвращается 1, если развертка или пакетный сигнал завершены. Команда *OPC задает бит завершения операции (бит 0) в регистре стандартных событий, когда развертка или пакетный сигнал будут завершены.

TRIGger[1|2]:TIme {<seconds>|MINimum|MAXimum}

TRIGger[1|2]:TIme? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт таймер, который используется, когда для команды TRIGger[1|2]:SOURce устанавливается значение TIme.

Параметр	Обычный результат
1 мкс – 8000 с	+3.0000000000000000E-01
Установка 300 мс для таймера сигнала запуска на канале 2: TRIG2:TIme 0.3	

- В режиме пакетного сигнала с запуском (BURSt:MODE TRIG) эта команда заменяет команду BURSt:INTernal:PERiod.

UNIT:ANGLE {DEGREE|RADIAN|SECOND|DEFAULT}

UNIT:ANGLE?

Указание единиц измерения угла, которые будут отображаться на экране и использоваться для измерения угла. Выбранные единицы измерения используются для настройки начальной фазы для пакетного сигнала (**BURSt:PHASe**) и для настройки сдвига фазы (**PHASe**). Изменениям подвергаются и связанные запросы.

Параметр	Обычный результат
{DEGREE RADIAN SECOND DEFAULT}, по умолчанию DEGREE	DEG, RAD или SEC
Установка радиан в качестве единицы измерения угла: UNIT:ANGL RAD	

- Модуль SECond доступен только в моделях серии 33600.
- Настройка может быть отменена при добавлении единиц измерения к числовому параметру в команде. Например, PHASE 90 DEG задает 90 градусов независимо от данной настройки.
- На дисплее на передней панели всегда отображаются градусы независимо от настройки UNIT:ANGLE.

UNIT:ARbitrary:ANGLE {DEGREE|RADIAN|SECOND|SAMPLE|DEFAULT}
UNIT:ARbitrary:ANGLE?

Установка единиц измерения для фазы сигнала произвольной формы. На дисплее на передней панели параметр фазы отображается в выбранных единицах измерения.

Параметр	Обычный результат
{DEGREE RADIAN SECOND SAMPLE DEFAULT}, по умолчанию DEGREE	DEG, RAD, SEC или SAMP
Установите выборки в качестве единицы измерения угла сигнала произвольной формы: UNIT:ARB:ANGL SAMP	

- Модули SECond и SAMPlе доступны только для моделей серии 33600.
- Также для указания единиц измерения можно добавлять нужные единицы измерения к числовым параметрам: ARB:PHAS 10 DEG.

Знакомство с подсистемой VOLTage

Подсистема VOLTage задает параметры выходного напряжения.

Пример

Ниже описаны стандартные процедуры, выполняемые с помощью подсистемы VOLTage.

1. **Выберите форму, амплитуду и смещение сигнала:** для выбора функции, частоты, амплитуды и смещения используйте команду **APPLy** или команды **FUNCTion**, **FREQuency**, **VOLTage** и **VOLTage:OFFSet**.
2. **Установка единиц измерения для выходной амплитуды:** **VOLTage:UNIT**
3. **Установка выходной амплитуды:** **VOLTage**
4. **Установка напряжения смещения постоянного тока:** **VOLTage:OFFSet**
5. **Установка максимального и минимального уровня напряжения:** **VOLTage:HIGH** и **VOLTage:LOW**
6. **Выбор предельных значений выходного напряжения для защиты тестируемого прибора:** **VOLTage:LIMit:HIGH**, **VOLTage:LIMit:LOW** и **VOLTage:LIMit:STATe**
7. **Выбор состояния автоматического диапазона для всех выходных функций:** **VOLTage:RANGe:AUTO**
8. **Установка объединения напряжения каналов для синхронизации амплитуды и смещения (только двухканальные приборы):** **VOLTageLCOUPlе[:STATe]**

В данном примере показана процедура, описанная выше.

```
SOURce1:FUNCTion SQU  
SOURce1:FREQuency +1.0E+06  
SOURce1:VOLTage +0.5
```

```
SOURce1:VOLTage:OFFSet +0.5
SOURce1:FUNCTion:SQUare:PERiod +1.0E-06
SOURce1:FUNCTion:PULSe:PERiod +1.0E-06
SOURce1:VOLTage:LIMit:LOW +0.0
SOURce1:VOLTage:LIMit:HIGH +1.0
SOURce1:VOLTage:LIMit:STATe 1
OUTP1 ON
SOURce2:FUNCTion SIN
SOURce2:FREQuency +1.0E+06
SOURce2:VOLTage +2.0
SOURce2:VOLTage:OFFSet +0.0
SOURce2:VOLTage:LIMit:LOW -1.0
SOURce2:VOLTage:LIMit:HIGH +1.0
SOURce2:VOLTage:LIMit:STATe 1
OUTP2 ON
```

[SOURce[1|2]:]VOLTage {<amplitude>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]VOLTage? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт выходную амплитуду.

Параметр	Обычный результат
От 1 мВ парного импульса до максимального значения, допустимого для сигнала и модели , по умолчанию 100 мВ между пиками	+5.00000000000000E+00
Установка значения 5 В между пиками для выходной амплитуды: VOLT 5 Vpp	

- Далее показано отношение напряжения смещения и выходной амплитуды. V_{max} (В максимальное) – это максимальное пиковое напряжение для выбранной выходной нагрузки (5 В для нагрузки 50 Ом или 10 В для высокоимпедансной нагрузки).

$$|V_{offset}| < V_{max} - V_{pp}/2$$

Если задаваемое напряжение смещения является недопустимым, прибор отрегулирует его до максимально значения напряжения постоянного тока, разрешенного для заданной амплитуды. При использовании интерфейса дистанционного управления также будет сгенерировано сообщение об ошибке "Data out of range".

- Различия при использовании интерфейса дистанционного управления и элементов управления передней панели.**
 - Интерфейс дистанционного управления:** При установке амплитуды с интерфейса дистанционного управления для достижения необходимой амплитуды может измениться сдвиг. На дисплее прибора отобразится сообщение об ошибке "Data out of range" или "Settings conflict". Если задаваемое напряжение смещения является недопустимым, прибор отрегулирует его до максимального значения, разрешенного для заданной амплитуды.
 - Лицевая панель:** При установке амплитуды с использованием элементов управления передней панели настройка смещения не изменяется. Если задаваемое значение амплитуды является недопустимым, прибор закрепляет его на максимальном значении амплитуды, разрешенном для текущего смещения, и генерирует ошибку "Data out of range".
- Ограничения, обусловленные выходной нагрузкой.** Если амплитуда составляет 10 В между пиками, при изменении значения выходной нагрузки с 50 Ом на значение высокого импеданса (OUTPut[1|2]:LOAD INF) отображаемое значение амплитуды будет увеличено вдвое и составит 20 В между пиками. При изменении значения нагрузки с высокого импеданса на 50 Ом отображаемое значение амплитуды будет уменьшено в два раза. Настройка выходной нагрузки не влияет на фактическое выходное напряжение; при этом изменяются только значения, отображаемые на дисплее и запрашиваемые с помощью интерфейса дистанционного управления. Фактическое выходное напряжение зависит от подключенной нагрузки.
- Ограничения, обусловленные объединением на выходе.**

- *Различия в использовании интерфейса дистанционного управления и передней панели.* Если два канала объединены, перед изменением амплитуды будут проверены ограничения амплитуды обоих каналов. Если при изменении выходной амплитуды ее значение превысит значение LIMIT одного из каналов или значения выходных характеристик прибора для одного из каналов, произойдет следующее.
 - **Интерфейс дистанционного управления.** Прибор сначала отрегулирует смещение, затем, если необходимо, амплитуду этого канала для соответствия ограничениям или предельным значениям напряжения. На дисплее прибора отобразится сообщение об ошибке "Data out of range" или "Settings conflict".
 - **Передняя панель:** Прибор закрепит значение амплитуды на максимальном значении для текущей настройки смещения. Будет сгенерирована ошибка "Data out of range".
- *Определение единиц измерения напряжения.* Выходную амплитуду можно задать в В между пиками, В (среднеквадратичное значение) или дБм, указав эти единицы измерения как часть команды VOLTage, например VOLT 3.0 VRMS.

Используйте команду **VOLTage:UNIT**, чтобы задать выходные единицы измерения для всех последующих команд.

Указать выходную амплитуду в дБм нельзя, если для выходной нагрузки установлен высокий импеданс. Единицы измерения автоматически преобразуются в В между пиками.

- Ограничения, обусловленные выбором единиц измерения: Ограничения амплитуды иногда могут определяться выбранными единицами измерения для выходного сигнала. Например, это возможно при выборе среднеквадратических В или дБм по причине различных коэффициентов амплитуды функций. Например, при смене прямоугольного сигнала 5 В (среднеквадратическое значение) (при сопротивлении разъема 50 Ом) на синусоидальный сигнал, амплитуда будет автоматически отрегулирована и примет значение 3,536 В (среднеквадратическое значение) (верхнее предельное значение для синусоидальных сигналов в среднеквадратических В). В интерфейсе дистанционного управления будет сгенерировано сообщение об ошибке "Settings conflict".
- Ограничения для сигналов произвольной формы: при использовании сигналов произвольной формы амплитуда ограничена, если точки данных сигнала не охватывают полный диапазон выходных значений ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь). Например, встроенный сигнал в форме кардинального синуса "Sinc" не использует весь диапазон значений, поэтому его максимальная амплитуда ограничена 6,087 В между пиками (в разъем с сопротивлением 50 Ω).
- Изменение амплитуды может привести к краткосрочному прерыванию выходного сигнала при достижении некоторых значений напряжения в связи с переключением аттенюатора. Однако амплитуда находится под контролем, поэтому выходное напряжение никогда не превысит установленное значение во время переключения диапазонов. Чтобы исключить это прерывание, отключите функцию автоматической установки диапазона, используя команду **VOLTage:RANGe:AUTO OFF**. Команда **APPLY** активирует функцию автоматической установки диапазона.

- Можно также задать амплитуду (со связанным напряжением смещения), указав максимальный (**VOLTage:HIGH**) и минимальный (**VOLTage:LOW**) уровень. Например, при установке в качестве верхнего уровня значения +2 В, а в качестве нижнего уровня – значения -3 В полученная амплитуда составит 5 В между пиками, а смещение составит -500 мВ.
- Чтобы получить уровень напряжения постоянного тока на выходе, выберите функцию напряжения постоянного тока (**FUNction DC**), а затем установите напряжение смещения (**VOLTage:OFFSet**). Допустимыми являются значения в диапазоне ± 5 В постоянного тока в разъем 50 Ом или ± 10 В постоянного тока в разомкнутую цепь. Если прибор находится в режиме постоянного тока, установка амплитуды не имеет смысла.

[SOURce[1|2]:]VOLTage:COUPle[:STATe] {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:COUPle[:STATe]?

Включает и отключает поддержание одинаковой амплитуды, смещения, диапазона, нагрузки и единиц измерения на обоих каналах двухканального прибора. Команда применяется к обоим каналам; ключевое слово SOURce игнорируется.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию: OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
Включение объединения напряжения: VOLT:COUP ON	

[SOURce[1|2]:]VOLTage:HIGH {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:HIGH? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]VOLTage:LOW {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:LOW? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт максимальный и минимальный уровень напряжения сигнала.

Параметр	Обычный результат
±5 В постоянного тока в разъём с сопротивлением 50 Ом, если значение верхнего предела HIGH по крайней мере на 1 мВ больше значения нижнего предела LOW. Значения по умолчанию: HIGH +50 мВ, LOW -50 мВ.	+4,000000000000000E+00
Установка максимального напряжения на уровне 4 В: VOLT:HIGH 4	

- **Ограничения, обусловленные амплитудой.** В качестве уровней напряжения можно установить положительные или отрицательные значения, учитывая ограничения, указанные далее. V_{pp} (В между пиками) – это максимальная амплитуда между пиками для выбранной выходной нагрузки (10 В между пиками при сопротивлении разъёма 50 Ом или 20 В между пиками в разомкнутую цепь).

$$V_{high} - V_{low} \leq V_{pp} \text{ (max) and } V_{high}, V_{low} \leq V_{pp} \text{ (max)}/2$$

- **Различия при использовании интерфейса дистанционного управления и элементов управления передней панели.**
- **Интерфейс дистанционного управления:** при установке высокого или низкого уровня с помощью интерфейса дистанционного управления значение высокого или низкого уровня может быть изменено для достижения необходимых значений параметров. В этом случае на дисплее отобразится сообщение об ошибке "Data out of range" или "Settings conflict". Если установленное значение верхнего уровня меньше значения нижнего уровня, для нижнего уровня будет автоматически установлено значение, равное значению верхнего уровня минус 1 мВ. Если установленное значение верхнего уровня меньше значения НИЖНЕГО предела или технических характеристик для выхода прибора, для нижнего уровня будет установлено значение НИЖНЕГО предела или значение технической характеристики для выхода прибора, а для верхнего уровня будет установлено значение, превышающее значение нижнего уровня на 1 мВ. Подобный набор правил применяется при установке недопустимого значения для нижнего уровня.
- **Передняя панель:** Установка верхнего или нижнего уровня на передней панели позволяет изменить эту настройку уровня, когда необходимо достичь необходимое значение, при этом на экран выводится сообщение об ошибке "Data out of range". При выполнении настройки на передней панели значение верхнего уровня не может быть задано меньше значения нижнего уровня.

- При установке верхнего и нижнего уровня также устанавливается амплитуда и смещение сигнала. Например, при установке в качестве верхнего уровня значения +2 В, а в качестве нижнего уровня – значения -3 В полученная амплитуда составит 5 В между пиками, а смещение составит -500 мВ.
- *Ограничения, обусловленные выходной нагрузкой.* Если амплитуда составляет 10 В между пиками, при изменении значения выходной нагрузки с 50 Ом на значение высокого импеданса (**OUTPut[1|2]:LOAD INF**) отображаемое значение амплитуды будет увеличено вдвое и составит 20 В между пиками. При изменении значения нагрузки с высокого импеданса на 50 Ом отображаемое значение амплитуды будет уменьшено в два раза. Настройка выходной нагрузки не влияет на фактическое выходное напряжение; при этом изменяются только значения, отображаемые на дисплее и запрашиваемые с помощью интерфейса дистанционного управления. Фактическое выходное напряжение зависит от подключенной нагрузки.
- *Ограничения, обусловленные использованием команды **VOLTage:LIMit:STATe**.* Если ограничение напряжения включено, перед выполнением изменения уровня настройки уровня проверяются на соответствие заданным предельным значениям (**VOLTage:LIMit:HIGH**, **VOLTage:LIMit:LOW**). Если при изменении выходного уровня его значение превысит значение LIMIT, уровень будет закреплён на максимальном (или минимальном) разрешённом значении, которое не превышает значение настройки LIMit, и будет сгенерирована ошибка "Settings conflict".
- *Ограничения, обусловленные объединением на выходе.* Если два канала объединены, перед выполнением изменения уровня проверяются ограничения на обоих каналах. Если при изменении уровня его значение превысит значение LIMIT или значения выходных характеристик прибора для одного из каналов, уровень будет закреплён на максимальном (или минимальном) разрешённом значении, которое не будет превышать значение LIMit, и будет сгенерирована ошибка "Settings conflict".
- Чтобы инвертировать сигнал относительно напряжения смещения, используйте команду **OUTPut[1|2]:POLarity**.

[SOURce[1|2]:]VOLTage:LIMit:HIGH {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:LIMit:HIGH? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]VOLTage:LIMit:LOW {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:LIMit:LOW? [{MINimum|MAXimum}]?

Задаёт максимальное и минимальное предельное значение для выходного напряжения.

Параметр	Обычный результат
±5 В постоянного тока в разъем с сопротивлением 50 Ом, если значение верхнего предела HIGH по крайней мере на 1 мВ больше значения нижнего предела LOW. Значения по умолчанию: HIGH +50 мВ, LOW -50 мВ.	+5.00000000000000E+00
Установите для канала 1 максимальный уровень выходного напряжения, равный 5 В: VOLT:LIMIT:HIGH 5.0 VOLT:LIMIT:STATE ON	

- Чтобы предельные значения напряжения вступили в силу, для команды **VOLTage:LIMit:STATe** должно быть задано значение ON. Если в данном случае установленное максимальное предельное значение ниже максимального значения сигнала или установленное минимальное предельное значение выше минимального значения сигнала, соответствующее предельное значение будет закреплено на максимальном или минимальном значении сигнала. На дисплее прибора отобразится сообщение об ошибке "Data out of range" или "Settings conflict".
- Максимальное предельное значение определяет максимально допустимое выходное напряжение, включая смещение постоянного тока и пиковое значение амплитуды. Оно задается с учетом текущей настройки **OUTPUT[1|2]:LOAD**. Если установленный импеданс нагрузки отсутствует на выходе прибора, возможно, ограничение выходных значений не позволяет представить фактические значения напряжения на выходном разъеме. Например, если для выходного импеданса установлено значение 50 Ом, однако фактической нагрузкой является высокий импеданс, то фактическое выходное пиковое напряжение может вдвое превышать установленное предельное значение напряжения.
- *Определение единиц измерения напряжения.* Предельное значение выходного напряжения можно указывать только в вольтах.
- Если для параметров **VOLTage:COUPle[:STATe]** и **VOLTage:LIMit:STATe** установлено значение "ON", настройки ограничения напряжения обоих каналов повлияют на настройки максимальной амплитуды и напряжения смещения обоих каналов. Используется наиболее ограничивающее сочетание максимального и минимального значения для каждого канала.

[SOURce[1|2]:]VOLTage:LIMit:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:LIMit:STATe?

Включает или отключает предельные значения амплитуды выходного напряжения.

Параметр	Обычный результат
{ON 1 OFF 0}, по умолчанию: OFF	0 (OFF) или 1 (ON)
Установите и включите для канала 1 предельные значения выходного сигнала, равные $\pm 2,5$ В: VOLT:LIM:HIGH 2.5 VOLT:LIM:LOW -2.5 VOLT:LIM:STAT ON	

- Когда для этой настройки установлено значение ON, если текущие настройки амплитуды и смещения превышают эти предельные значения, эти значения будут отключены. Прибор сгенерирует ошибку "Settings conflict".
- Если для параметров **VOLTage:COUPle[:STATe]** и **VOLTage:LIMit:STATe** установлено значение "ON", настройки ограничения напряжения обоих каналов повлияют на настройки максимальной амплитуды и напряжения смещения обоих каналов. Используется наиболее ограничивающее сочетание максимального и минимального значения для каждого канала.
- Предельные значения задаются в соответствии с текущими настройками команды **OUTPut[1|2]:LOAD**. Если установленный импеданс нагрузки отсутствует на выходе прибора, возможно, ограничение выходных значений не позволяет представить фактические значения напряжения на выходном разъеме. Например, если для выходного импеданса установлено значение 50 Ом, однако фактической нагрузкой является высокий импеданс, то фактическое выходное пиковое напряжение может вдвое превышать установленное предельное значение напряжения.

[SOURce[1|2]:]VOLTage:OFFSet {<offset>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:OFFSet? [{MINimum|MAXimum}]

Задаёт напряжение смещения постоянного тока.

Параметр	Обычный результат
±5 В постоянного тока при 50 Ω, по умолчанию 0	+1.00000000000000E-01
Установите напряжение смещения, равное 100 мВ: VOLT:OFFS 100 mV	

- Далее показано отношение напряжения смещения и выходной амплитуды.

$\frac{|\text{смещение напряжения}|}{\text{максимальное напряжение} - V \text{ между пиками}} \times 2$

- Различия при использовании интерфейса дистанционного управления и элементов управления передней панели.
 - **Интерфейс дистанционного управления:** При установке смещения с использованием интерфейса дистанционного управления может измениться амплитуда сигнала для соответствия установленному значению сдвига. На дисплее прибора отобразится сообщение об ошибке "Data out of range" или "Settings conflict".
 - **Лицевая панель:** При установке смещения с использованием элементов управления передней панели амплитуда сигнала для соответствия установленному значению сдвига изменяться не будет. Если задаваемое значение смещения является недопустимым, прибор закрепляет его на максимальном значении смещения, разрешенном для текущей амплитуды, и генерирует ошибку "Data out of range".
- Ограничения, обусловленные выходной нагрузкой. Диапазон смещения зависит от настроек выходной нагрузки. Например, если для сдвига установить значение 100 мВ постоянного тока, а затем изменить выходную нагрузку с 50 Ом на значение высокого импеданса, напряжение смещения, отображаемое на лицевой панели, увеличится вдвое и составит 200 мВ постоянного тока (это не рассматривается как ошибка). Если значение высокого импеданса заменить на 50 Ом, отображаемое напряжение смещения будет уменьшено в два раза. Для получения более подробной информации см. **OUTPut[1|2]:LOAD**. Изменение настройки выходной нагрузки не влияет на напряжение на выходных контактах прибора. При этом изменяются только значения, отображаемые на дисплее лицевой панели, и значения, запрашиваемые в интерфейсе дистанционного управления. Напряжение на выходе прибора зависит от подключенной к нему нагрузки. Для получения более подробной информации см. **OUTPut[1|2]:LOAD**.
- Ограничения, обусловленные объединением на выходе. Если два канала объединены, перед выполнением изменения смещения на обоих каналах будут проверены ограничения для изменения настройки. Если изменение смещения превысит значение LIMIT или значения выходных характеристик прибора для одного из каналов, наблюдается следующее.

- **Интерфейс дистанционного управления:** Сначала амплитуда, затем, если необходимо, сдвиг этого канала будет отрегулировано в соответствии с предельными значениями напряжения или характеристик прибора. На дисплее прибора отобразится сообщение об ошибке "Data out of range" или "Settings conflict".
- **Передняя панель:** Значение сдвига закрепляется на максимально допустимом значении, которое не превышает значение LIMit, и генерируется ошибка "Data out of range".
- Ограничения для сигналов произвольной формы: при использовании сигналов произвольной формы амплитуда ограничена, если точки данных сигнала не охватывают полный диапазон выходных значений ЦАП (цифро-аналоговый преобразователь). Например, встроенный сигнал в форме кардинального синуса "Sinc" не использует весь диапазон значений, поэтому его максимальная амплитуда ограничена 6,087 В между пиками (в разъем с сопротивлением 50 Ω).
- Изменение амплитуды может привести к краткосрочному прерыванию выходного сигнала при достижении некоторых значений напряжения в связи с переключением аттенюатора. Однако амплитуда находится под контролем, поэтому выходное напряжение никогда не превысит установленное значение во время переключения диапазонов. Чтобы исключить это прерывание, отключите функцию автоматической установки диапазона, используя команду **VOLTage:RANGe:AUTO OFF**. Команда **APPLy** активирует функцию автоматической установки диапазона.
- При установке верхнего и нижнего уровня также устанавливается амплитуда и смещение сигнала. Например, при установке в качестве верхнего уровня значения +2 В, а в качестве нижнего уровня – значения -3 В полученная амплитуда составит 5 В между пиками, а смещение составит -500 мВ.
- Чтобы получить уровень напряжения постоянного тока на выходе, выберите функцию напряжения постоянного тока (**FUNCtion DC**), а затем установите напряжение смещения (**VOLTage:OFFSet**). Допустимыми являются значения в диапазоне ± 5 В постоянного тока в разъем 50 Ом или ± 10 В постоянного тока в разомкнутую цепь. Если прибор находится в режиме постоянного тока, установка амплитуды не имеет смысла.

[SOURce[1|2]:]VOLTage:RANGe:AUTO {OFF|0|ON|1|ONCE}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:RANGe:AUTO?

Отключает или включает автоматический диапазон напряжения для всех функций. При выборе значения ONCE выполняется мгновенное включение автоматического диапазона, а затем для него устанавливается значение OFF.

Параметр	Обычный результат
{OFF 0 ON 1 ONCE}, по умолчанию ON	0 (OFF) или 1 (ON)
Установите для функции автоматического диапазона значение OFF: VOLT:RANG:AUTO 0	

- В режиме по умолчанию автоматический диапазон включен, и прибор автоматически выбирает оптимальные настройки для генератора выходного сигнала и аттенюатора.
- Когда автоматический диапазон отключен (OFF), прибор использует текущие настройки усиления и аттенюатора.
- Команда **APPLy** отменяет настройку автоматического диапазона напряжения и включает использование автоматического диапазона (ON).
- При отключении автоматического диапазона устраняются кратковременные всплески, возникающие при переключении аттенюатора при изменении амплитуды. Однако точность амплитуды и смещения, а также разрешение (и четкость сигнала) могут ухудшаться при снижении амплитуды до значений ниже ожидаемого изменения диапазона.
- Если для команды **VOLTage:COUPle[:STATe]** задано значение ON, данная настройка изменяется для обоих каналов.

[SOURce[1|2]:]VOLTage:UNIT {VPP|VRMS|DBM}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:UNIT?

Выбирает единицы измерения для выходной амплитуды.

Параметр	Обычный результат
{VPP VRMS DBM}, по умолчанию VPP	VPP, VRMS или DBM
Установка в качестве единиц измерения выходной амплитуды Вольт (среднеквадратичное значение): VOLT:UNIT VRMS	

- Не влияет на напряжение смещения (VOLTage:OFFSet), максимальный уровень (VOLTage:HIGH) или минимальный уровень (VOLTage:LOW). Для этих параметров в качестве единиц измерения используются вольты.
- Прибор использует текущие выбранные единицы измерения для операций, выполняемых с помощью элементов управления передней панели и интерфейса дистанционного управления. Например, если выбрать "VRMS" с помощью интерфейса дистанционного управления (VOLTage:UNIT VRMS), на дисплее передней панели отображаются единицы измерения "VRMS".
- Команда применяется к результатам запроса VOLTage?.
- В качестве выходных единиц измерения амплитуды нельзя задать дБм, если для выходной нагрузки задано высокое сопротивление. Единицы измерения автоматически преобразуются в В между пиками.
- Последовательности сигналов произвольной формы не могут принимать в качестве единиц измерения дБм и среднеквадратичные В.
- Если единицы измерения не заданы как часть команды VOLTage или одной из команд **APPLY**, команда VOLTage:UNIT имеет приоритет. Например, если выбрать VOLTage:UNIT VRMS и не указать единицы измерения для команды APPLY, для элемента <амплитуда> в команде APPLY будут заданы единицы измерения "Vrms".

Примеры программирования

Приведенные далее примеры программирования помогут пользователю приступить к работе с прибором, начав с выполнения обычных задач.

Настройка синусоидального сигнала

Настройка сигнала прямоугольной формы

Настройка сигнала пилообразной формы

Настройка импульсного сигнала

Создание списка частот

Настройка сигнала произвольной формы

Настройка синусоидального сигнала

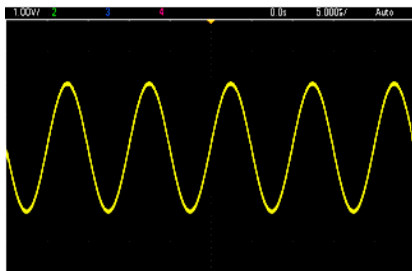
В этом разделе описана настройка функции синусоидального сигнала.

Описание

Синусоидальный сигнал имеет амплитуду, смещение и фазу относительно импульсного сигнала синхронизации. Его амплитуду и смещение можно также установить, используя максимальное и минимальное значения напряжения.

Пример

Следующий сигнал можно установить с помощью нескольких команд SCPI, в которых вместо **SOUR:VOLT** и **SOUR:VOLT:OFFS** можно использовать максимальное и минимальное значение.



С помощью следующих команд можно создать синусоидальный сигнал, изображенный выше.

```
FUNCTION SIN
FREQuency +1.0E+05
VOLTage:HIGH +2.0
VOLTage:LOW +0.0
OUTPut ON
PHASe +90.0
```

Замечания

- Несмотря на то, что период можно отрегулировать, используя элементы управления передней панели, нельзя использовать команды **SOUR:FUNC:SIN:PER** или **SOUR:PER** в дополнение к команде **SOUR:FREQ**.

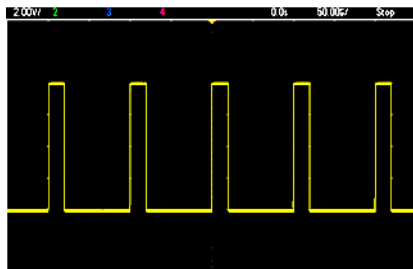
Настройка сигнала прямоугольной формы

Описание

Сигнал прямоугольной формы имеет амплитуду, смещение и фазу относительно импульсного сигнала синхронизации. Он также характеризуется коэффициентом заполнения и периодом. Его амплитуду и смещение можно также установить, используя максимальное и минимальное значения напряжения.

Пример

Следующий сигнал можно установить с помощью нескольких команд SCPI, в которых вместо **SOUR:VOLT** и **SOUR:VOLT:OFFS** можно использовать максимальное и минимальное значение.



С помощью следующих команд можно создать сигнал прямоугольной формы, изображенный выше.

```
FUNC SQU
FUNC:SQU:DCYC +20.0
FREQ +1.0E+04
VOLT:HIGH +4.0
VOLT:LOW +0.0
OUTP 1
```

Замечания

- При работе с сигналом прямоугольной формы изменение команды **SOUR:FREQ** приведет к изменению команды **SOUR:FUNC:SQU:PER**. Например, команда **SOUR:FREQ +2.0E+03** эквивалентна команде **SOUR:FUNC:SQU:PER +5.0E-04**.

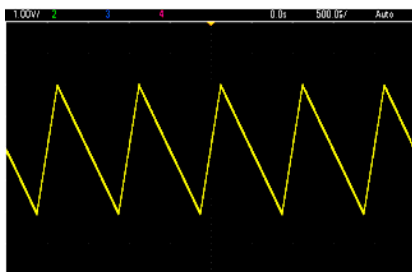
Настройка сигнала пилообразной формы

Описание

Сигнал пилообразной формы имеет амплитуду, смещение и фазу относительно импульсного сигнала синхронизации. Он также характеризуется симметрией, которая позволяет создавать треугольные и другие сходные по форме сигналы. Его амплитуду и смещение можно также установить, используя максимальное и минимальное значения напряжения.

Пример

Следующий сигнал можно установить с помощью нескольких команд SCPI, в которых вместо **SOUR:VOLT** и **SOUR:VOLT:OFFS** можно использовать максимальное и минимальное значение.



С помощью следующих команд можно создать сигнал пилообразной формы, изображенный выше.

```
FUNCTION RAMP
FUNCTION:RAMP:SYMMetry 25
FREQ +1.0E+03
VOLTage +2.0
VOLTage:OFFSet +1.0
OUTP 1
```

Замечания

- Частота пилообразного сигнала ограничена 200 кГц.
- Несмотря на то, что период можно отрегулировать, используя элементы управления передней панели, нельзя использовать команды SOUR:FUNC:RAMP:PER или SOUR:PER в дополнение к команде **SOUR:FREQ**.

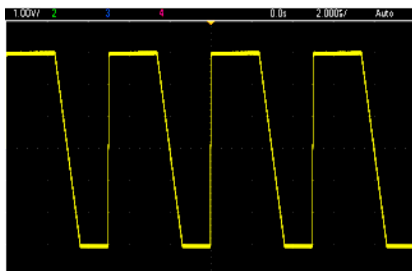
Настройка импульсного сигнала

Описание

Импульсный сигнал имеет амплитуду, смещение и фазу относительно импульсного сигнала синхронизации. Он также характеризуется наклоном фронта, периодом и коэффициентом заполнения (или шириной импульса в зависимости от настройки **FUNC:PULSE:HOLD**). Его амплитуду и смещение можно также установить, используя максимальное и минимальное значения напряжения.

Пример

Следующий сигнал можно установить с помощью нескольких команд SCPI, в которых вместо **SOUR:VOLT** и **SOUR:VOLT:OFFS** можно использовать максимальное и минимальное значение.



С помощью следующих команд можно создать импульсный сигнал, изображенный выше.

```
FUNC PULS
FUNC:PULS:TRAN:LEAD 4E-8
FUNC:PULS:TRAN:TRA 1E-6
FUNC:PULS:WIDT 3E-6
FREQ 2E5
VOLT 3
OUTP ON
```

Замечания

- Можно использовать команду **FUNC:PULS:PER** вместо команды **FREQ**. Эти команды объединены в пару – при изменении одной изменяется и другая.
- Импульсный сигнал может быть задан шириной или коэффициентом заполнения, которые также объединяются. Используйте команду **FUNCTION:PULSe:HOLD DCYC**, чтобы настроить поддержание постоянного коэффициента заполнения при изменении частоты или периода. Используйте команду **FUNCTION:PULSe:HOLD WIDTH**, чтобы настроить поддержание постоянной ширины импульса при изменении частоты или периода.

Создание списка частот

Описание

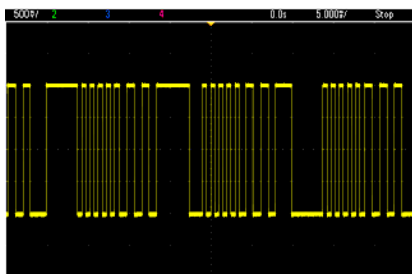
Команды **LIST** задают выходную частоту прибора в соответствии с записями в списке частот, что обеспечивает быструю смену частот на значения из списка, содержащего до 128 частот. Необходимые значения частот вводятся с помощью команды **LIST:FREQuency** или могут быть скопированы из файла с помощью команды **MMEMory:LOAD:LIST[1|2]**.

Примеры

Следующий код представляет метод **LIST:FREQuency**.

```
FUNCTION SQU
TRIGger:SOURce IMMEDIATE
FREQuency:MODE LIST
LIST:DWELL +5.0E-03
LIST:FREQuency +1.0E+03,+3.0E+03,+7.0E+03
VOLTage +1.0
OUTPut 1
```

Результаты выполнения этого кода приведены далее.



Настройка сигнала произвольной формы

В этом разделе описана настройка сигнала произвольной формы.

Описание

Создаваемый пользователем сигнал произвольной формы характеризуется амплитудой, сдвигом, частотой дискретизации и типом фильтра. Эти параметры можно задать, когда файл сигнала произвольной формы (расширение .arb или .barb) загружен в память для хранения сигналов. Начало обычного сигнала произвольной формы показано далее. Обратите внимание, что амплитуда и смещение представлены максимальным и минимальным значениями напряжения.

```
File Format:1.10
Checksum:0
Channel Count:1
Sample Rate:20000.000000
High Level:2.000000
Low Level:0.000000
Marker Point:50
Data Type:"short"
Filter:"off"
Data Points:100
Data:
23259
23114
```

Строки **23259** и **23114** после строки **Data:** являются кодами ЦАП ASCII, представляющими первые два значения данных сигнала. Если коды ЦАП сигнала не принадлежат диапазону от -32767 до + 32767, выходная амплитуда будет несимметричной.

В версии микропрограммного обеспечения 1.12 и более ранних версиях при переходе с одного сигнала произвольной формы на другой прибор не обновлял метаданные сигнала (частоту дискретизации, диапазон напряжения и настройки фильтра). Новый сигнал произвольной формы принимал метаданные сигнала, уже хранящиеся в памяти. Поэтому сигнал произвольной формы, предназначенный для воспроизведения с одним диапазоном напряжения, частотой дискретизации и настройками фильтра (заданных в метаданных сигнала), изменялся в соответствии с другим набором метаданных. В версиях микропрограммного обеспечения после 1.12 для сигналов произвольной формы загружаются любые метаданные, присутствующие в файле сигнала произвольной формы, поэтому они воспроизводятся так же, как воспроизводились ранее.

Встроенные сигналы при загрузке в память для хранения сигналов изменяются незначительно или не изменяются совсем. Они воспроизводятся в соответствии с текущими настройками прибора. Например, см. начало файла Haversine.arb, приведенное далее.

```
Copyright: Keysight Technologies, 2010
File Format:1.0
Channel Count:1
Data Points:40
Data:
0
202
802
```

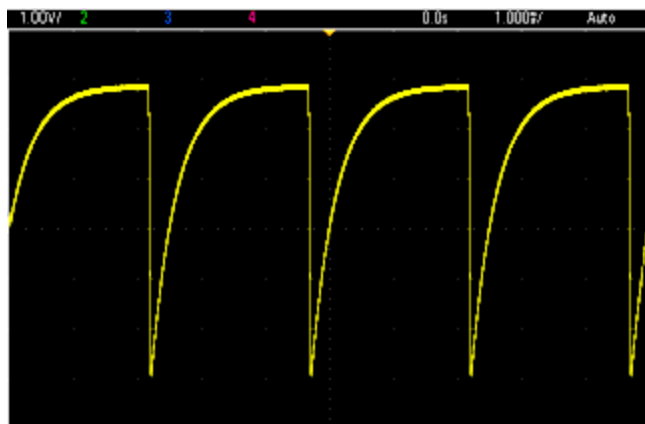
Поскольку часть метаданных отсутствует, используются текущие настройки диапазона напряжения, частоты дискретизации и фильтра.

Пример

Следующий код используется для загрузки и изменения встроенного сигнала произвольной формы.

```
FUNCTION ARB
VOLTage +3
VOLTage:OFFSet +1
FUNC:ARB:SRAT 1E5
FUNCTION:ARbitrary "INT:\BUILTIN\EXP_RISE.ARB"
OUTPut 1
```

Сигнал, создаваемый с помощью этих команд, приведен далее.



Краткий справочник по командам прибора Keysight серии Trueform

См. раздел [Условные обозначения синтаксиса](#) для команд SCPI.

Команды APPLy

[SOURce[1|2]:]APPLy?

[SOURce[1|2]:]APPLy:ARBitrary [{<sample_rate>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

[SOURce[1|2]:]APPLy:DC [{<frequency>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

[SOURce[1|2]:]APPLy:NOISe [{<frequency>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

[SOURce[1|2]:]APPLy:PRBS [{<frequency>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

[SOURce[1|2]:]APPLy:PULSe [{<frequency>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

[SOURce[1|2]:]APPLy:RAMP [{<frequency>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

[SOURce[1|2]:]APPLy:SINusoid [{<frequency>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

[SOURce[1|2]:]APPLy:SQUare [{<frequency>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

[SOURce[1|2]:]APPLy:TRIangle [{<frequency>|MIN|MAX|DEF} [, {<amplitude>|MIN|MAX|DEF} [, {<offset>|MIN|MAX|DEF}]]]

Команды DATA

[SOURce[1|2]:]DATA:ARBitrary2:FORMat {AABB|ABAB}

[SOURce[1|2]:]DATA:ARBitrary[1|2] <arb_name>, {<binary_block>|<value>, <value>, ...}

[SOURce[1|2]:]DATA:ARBitrary[1|2]:DAC <arb_name>, {<binary_block>|<value>, <value>, ...}

[SOURce[1|2]:]DATA:ATTRibute:AVERage? [<arb_name>]

[SOURce[1|2]:]DATA:ATTRibute:CFACtor? [<arb_name>]

[SOURce[1|2]:]DATA:ATTRibute:POINts? [<arb_name>]

[SOURce[1|2]:]DATA:ATTRibute:PTPeak? [<arb_name>]

[SOURce[1|2]:]DATA:SEQUence <block_descriptor>

[SOURce[1|2]:]DATA:VOLatile:CATalog?

[SOURce[1|2]:]DATA:VOLatile:CLEar

[SOURce[1|2]:]DATA:VOLatile:FREE?

Команды настройки вывода

[SOURce[1|2]:]FUNCTION <function>
[SOURce[1|2]:]FUNCTION?

УПРАВЛЕНИЕ ЧАСТОТОЙ

[SOURce[1|2]:]FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FREQuency? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]FREQuency:CENTer {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:CENTer? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]FREQuency:COUPle:MODE {OFFSet|RATio}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:COUPle:MODE?

[SOURce[1|2]:]FREQuency:COUPle:OFFSet {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:COUPle:OFFSet?

[SOURce[1|2]:]FREQuency:COUPle:RATio <ratio>
[SOURce[1|2]:]FREQuency:COUPle:RATio?

[SOURce[1|2]:]FREQuency:COUPle[:STATe] {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:COUPle[:STATe]?

[SOURce[1|2]:]FREQuency:MODE {CW|LIST|SWEep|FIXed}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:MODE?

[SOURce[1|2]:]FREQuency:SPAN {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:SPAN? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]FREQuency:STARt {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:STARt? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]FREQuency:STOP {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FREQuency:STOP? [{MINimum|MAXimum}]

РЕЖИМ СПИСКА ЧАСТОТ

[SOURce[1|2]:]LIST:DWELL {<seconds>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]LIST:DWELL? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]LIST:FREQuency <freq1>[, <freq2>, etc.]
[SOURce[1|2]:]LIST:FREQuency?

[SOURce[1|2]:]LIST:FREQuency:POINts? [{MINimum|MAXimum}]

MMEMory:LOAD:LIST[1|2] <filename>
MMEMory:STORe:LIST[1|2] <filename>

НАПРЯЖЕНИЕ

[SOURce[1|2]:]VOLTage {<amplitude>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]VOLTage? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]VOLTage:COUPle[:STATe] {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:COUPle[:STATe]?

[SOURce[1|2]:]VOLTage:HIGh {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:HIGh? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]VOLTage:LOW {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:LOW? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]VOLTage:LIMit:HIGh {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:LIMit:HIGh? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]VOLTage:LIMit:LOW {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:LIMit:LOW? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]VOLTage:LIMit:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:LIMit:STATe?

[SOURce[1|2]:]VOLTage:OFFSet {<offset>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:OFFSet? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]VOLTage:RANGe:AUTO {OFF|0|ON|1|ONCE}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:RANGe:AUTO?

[SOURce[1|2]:]VOLTage:UNIT {VPP|VRMS|DBM}
[SOURce[1|2]:]VOLTage:UNIT?

ВОЛНА ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ФОРМЫ

[SOURce[1|2]:]FUNCTioN:SQUare:DCYCLe {<percent>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]FUNCTioN:SQUare:DCYCLe? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]FUNCTioN:SQUare:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FUNCTioN:SQUare:PERiod? [{MINimum|MAXimum}]

ПИЛООБРАЗНЫЙ СИГНАЛ

[SOURce[1|2]:]FUNCTioN:RAMP:SYMMetry {<percent>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FUNCTioN:RAMP:SYMMetry? [{MINimum|MAXimum}]

СИГНАЛ ШУМА

[SOURce[1|2]:]FUNCTioN:NOISe:BANDwidth {<bandwidth>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FUNCTioN:NOISe:BANDwidth? [{MINimum|MAXimum}]

PRBS

[SOURce[1|2]:]FUNction:PRBS:BRATe {<*bit_rate*>| MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]FUNction:PRBS:BRATe? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]FUNction:PRBS:DATA <*sequence_type*>

[SOURce[1|2]:]FUNction:PRBS:DATA?

[SOURce[1|2]:]FUNction:PRBS:TRANSition[:BOTH] {<*seconds*>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]FUNction:PRBS:TRANSition[:BOTH]? [{MINimum|MAXimum}]

СИГНАЛ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary {<filename>}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary?

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:ADVance {TRIGger|SRATe}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:ADVance?

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:FILTer {NORMal|STEP|OFF}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:FILTer?

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:FREQuency? {MINimum|MAXimum}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:PERiod {<period>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:PERiod? {MINimum|MAXimum}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:POINts?

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:PTPeak {<voltage>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:PTPeak? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:SRATe {<sample_rate>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:SRATe? {MINimum|MAXimum}

FUNCTION:ARBitrary:BALance[:STATe] {ON|1|OFF|0} **(только для опции IQ Player)**

FUNCTION:ARBitrary:BALance[:STATe]? **(только для опции IQ Player)**

FUNCTION:ARBitrary:BALance:GAIN {<percent>|MINimum|MAXimum|DEFine} **(только для опции IQ Player)**

FUNCTION:ARBitrary:BALance:GAIN? [{MINimum|MAXimum}] **(только для опции IQ Player)**

FUNCTION:ARBitrary:BALance:OFFSet{1|2} {<volts>|MINimum|MAXimum|DEFault} **(только для опции IQ Player)**

FUNCTION:ARBitrary:BALance:OFFSet{1|2}? [MINimum|MAXimum] **(только для опции IQ Player)**

FUNCTION:ARBitrary:SKEW[:STATe] {ON|1|OFF|0} **(только для опции IQ Player)**

FUNCTION:ARBitrary:SKEW[:STATe]? **(только для опции IQ Player)**

FUNCTION:ARBitrary:SKEW:TIME [{<time>|MINimum|MAXimum|DEFault}] **(только для опции IQ Player)**

FUNCTION:ARBitrary:SKEW:TIME? [{MINimum|MAXimum}] **(только для опции IQ Player)**

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:ARBitrary:SYNChronize

[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle[:STATe] {ON|1|OFF|0}

[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle[:STATe]?

[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle:MODE {OFFSet|RATio}

[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle:MODE?

[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle:OFFSet {<sample_rate>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle:OFFSet?

[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle:RATio {<ratio>|MINimum|MAXimum}

[SOURce[1|2]:]RATE:COUPle:RATio? [{MINimum|MAXimum}]

ВЫХОД

OUTPut[1|2] {ON|1|OFF|0}

OUTPut[1|2]?

OUTPut[1|2]:LOAD {<ohms>|INFinity|MINimum|MAXimum|DEFault}

OUTPut[1|2]:LOAD? [{MINimum|MAXimum}]

OUTPut[1|2]:MODE {NORMAl|GATed}

OUTPut[1|2]:MODE?

OUTPut[1|2]:POLarity {NORMAl|INVerted}

OUTPut[1|2]:POLarity?

OUTPut:SYNC {ON|1|OFF|0}

OUTPut:SYNC?

OUTPut[1|2]:SYNC:MODE {NORMAl|CARRier|MARKer}

OUTPut[1|2]:SYNC:MODE?

OUTPut[1|2]:SYNC:POLarity {NORMAl|INVerted}

OUTPut[1|2]:SYNC:POLarity?

OUTPut:SYNC:SOURce {CH1|CH2}

OUTPut:SYNC:SOURce?

OUTPut:TRIGger {ON|1|OFF|0}

OUTPut:TRIGger?

OUTPut:TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}

OUTPut:TRIGger:SLOPe?

OUTPut:TRIGger:SOURce {CH1|CH2}

OUTPut:TRIGger:SOURce?

Команды настройки импульсного сигнала

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:DCYCLe {<percent>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:DCYCLe? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:HOLD {WIDTh|DCYCLe}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:HOLD?

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:PERiod? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:TRANSition[:BOTH] {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:TRANSition:LEADing {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:TRANSition:LEADing? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:TRANSition:TRAILing {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:TRANSition:TRAILing? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:WIDTh {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]FUNCTION:PULSe:WIDTh? [{MINimum|MAXimum}]

Команды модуляции

АМ

[SOURce[1|2]:]AM[:DEPT]h {<depth_in_percent>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]AM[:DEPT]h? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]AM:DSSC {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]AM:DSSC?

[SOURce[1|2]:]AM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]AM:INTernal:FREQuency? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]AM:INTernal:FUNCTion <function>
[SOURce[1|2]:]AM:INTernal:FUNCTion?

[SOURce[1|2]:]AM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]AM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]AM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]AM:STATe?

ЧМ

[SOURce[1|2]:]FM[:DEViation] {<peak_deviation_in_Hz>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FM[:DEViation]? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]FM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]FM:INTernal:FREQuency? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]FM:INTernal:FUNCTion <function>
[SOURce[1|2]:]FM:INTernal:FUNCTion?

[SOURce[1|2]:]FM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]FM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]FM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]FM:STATe?

Команды двухпозиционной фазовой манипуляции (BPSK)

[SOURce[1|2]:]BPSK:SOURce {INTernal|EXTernal}
[SOURce[1|2]:]BPSK:SOURce?

[SOURce[1|2]:]BPSK:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]BPSK:STATe?

[SOURce[1|2]:]BPSK:INTernal:RATE {<modulating_frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]BPSK:INTernal:RATE? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]BPSK[:PHASe] {<angle>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]BPSK[:PHASe]? [{MINimum|MAXimum}]

ИМ

[SOURce[1|2]:]PM:DEVIation {<deviation in degrees>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]PM:DEVIation? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]PM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]PM:INTernal:FREQuency? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]PM:INTernal:FUNCTion <function>
[SOURce[1|2]:]PM:INTernal:FUNCTion?

[SOURce[1|2]:]PM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]PM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]PM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]PM:STATe?

ЧМН

[SOURce[1|2]:]FSKey:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]FSKey:FREQuency? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]FSKey:INTernal:RATE {<rate_in_Hz>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]FSKey:INTernal:RATE? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]FSKey:SOURce {INTernal|EXTernal}
[SOURce[1|2]:]FSKey:SOURce?

[SOURce[1|2]:]FSKey:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]FSKey:STATe?

ШИМ

[SOURce[1|2]:]PWM:DEVIation {<deviation>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]PWM:DEVIation? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]PWM:DEVIation:DCYClе {<deviation_in_pct>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]PWM:DEVIation:DCYClе? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]PWM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFAULT}
[SOURce[1|2]:]PWM:INTernal:FREQuency? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]PWM:INTernal:FUNCTion <function>
[SOURce[1|2]:]PWM:INTernal:FUNCTion?

[SOURce[1|2]:]PWM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]PWM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]PWM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]PWM:STATe?

SUM

[SOURce[1|2]:]SUM:AMPLitude {<amplitude>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]SUM:AMPLitude? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]SUM:INTernal:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]SUM:INTernal:FREQuency? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]SUM:INTernal:FUNCTion <function>
[SOURce[1|2]:]SUM:INTernal:FUNCTion?

[SOURce[1|2]:]SUM:SOURce {INTernal|EXTernal|CH1|CH2}
[SOURce[1|2]:]SUM:SOURce?

[SOURce[1|2]:]SUM:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]SUM:STATe?

Развертка частоты

[SOURce[1|2]:]SWEep:HTIME {<hold_time>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]SWEep:HTIME? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]SWEep:RTIME {<return_time>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]SWEep:RTIME? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]SWEep:SPACing {LINear|LOGarithmic}
[SOURce[1|2]:]SWEep:SPACing?

[SOURce[1|2]:]SWEep:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]SWEep:STATe?

[SOURce[1|2]:]SWEep:TIME {<seconds>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SOURce[1|2]:]SWEep:TIME? [{MINimum|MAXimum}]

Пакетный режим

[SOURce[1|2]:]BURSt:GATE:POLarity {NORMal|INVerted}
[SOURce[1|2]:]BURSt:GATE:POLarity?

[SOURce[1|2]:]BURSt:INTernal:PERiod {<seconds>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]BURSt:INTernal:PERiod? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]BURSt:MODE {TRIGgered|GATed}
[SOURce[1|2]:]BURSt:MODE?

[SOURce[1|2]:]BURSt:NCYCles {<num_cycles>|INFinity|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]BURSt:NCYCles? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]BURSt:PHASe {<angle>|MINimum|MAXimum}
[SOURce[1|2]:]BURSt:PHASe? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]BURSt:STATe {ON|1|OFF|0}
[SOURce[1|2]:]BURSt:STATe?

Маркер

[SOURce[1|2]:]MARKer:CYCLe {<cycle_num>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]MARKer:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]MARKer:POINt {<sample_number>|MINimum|MAXimum}

Настройка запуска

TRIGger[1|2]

TRIGger[1|2]:COUNT {<number>|MINimum|MAXimum|DEFault}

TRIGger[1|2]:COUNT? [{MINimum|MAXimum}]

TRIGger[1|2]:DELay {<seconds>|MINimum|MAXimum}

TRIGger[1|2]:DELay? [{MINimum|MAXimum}]

TRIGger[1|2]:LEVel {<level>|MINimum|MAXimum}

TRIGger[1|2]:LEVel? [{MINimum|MAXimum}]

TRIGger[1|2]:SLOPe {POSitive|NEGative}

TRIGger[1|2]:SLOPe?

TRIGger[1|2]:SOURce {IMMediate|EXTernal|TImeR|BUS}

TRIGger[1|2]:SOURce?

TRIGger[1|2]:TImeR {<seconds>|MINimum|MAXimum}

TRIGger[1|2]:TImeR? [{MINimum|MAXimum}]

Сохранение состояния

MEMory:NSTates?

MEMory:STATe:CATalog?

MEMory:STATe:DELeTe {0|1|2|3|4}

MEMory:STATe:NAME {0|1|2|3|4} [, <name>]

MEMory:STATe:NAME? {0|1|2|3|4}

MEMory:STATe:RECall:AUTO {ON|1|OFF|0}

MEMory:STATe:RECall:AUTO?

MEMory:STATe:VALId? {0|1|2|3|4}

Память

MMEMory:CATalog[:ALL]? [<folder>]

MMEMory:CATalog:DATA:ARbitrary? [<folder>]

MMEMory:CATalog:STAtE? [<folder>]

MMEMory:CDIRectory <folder>

MMEMory:CDIRectory?

MMEMory:COpy <file1>,<file2>

MMEMory:COpy:SEquence <source>,<destination>

MMEMory:DElete <file>

MMEMory:DOWNload:DATA <binary_block>

MMEMory:DOWNload:FNAME <filename>

MMEMory:LOAD:ALL <filename>

MMEMory:LOAD:DATA[1|2] <filename>

MMEMory:LOAD:LIST[1|2] <filename>

MMEMory:LOAD:STAtE <filename>

MMEMory:MDIRectory <folder>

MMEMory:MOVE <file1>,<file2>

MMEMory:RDIRectory <folder>

MMEMory:STORe:ALL <filename>

MMEMory:STORe:DATA[1|2] <filename>

MMEMory:STORe:LIST[1|2] <filename>

MMEMory:STORe:STAtE <filename>

MMEMory:UPLoad? <filename>

Дисплей

DISPlay {ON|1|OFF|0}

DISPlay?

DISPlay:TEXT "<string>"

DISPlay:TEXT?

DISPlay:TEXT:CLEAr

DISPlay:UNIT:ARBRate {SRATe|FREQuency|PERiod}

DISPlay:UNIT:PULSe {WIDTh|DUTY}

DISPlay:UNIT:RATE {FREQuency|PERiod}

DISPlay:UNIT:SWEep {STARtstop|CENTerspan}

DISPlay:UNIT:VOLT {AMPLitudeoff|HIGHlow}

DISPlay:VIEW {STANDard|TEXT|GRAPH|DUAL}

Снимки экранов

HCOPy:SDUMp:DATA?

HCOPy:SDUMp:DATA:FORMAt {PNG|BMP}

HCOPy:SDUMp:DATA:FORMAt?

LXI

LXI:IDENtify[:STATE] {ON|1|OFF|0}

LXI:IDENtify[:STATE]?

LXI:MDNS:ENABLe {ON|1|OFF|0}

LXI:MDNS:ENABLe?

LXI:MDNS:HNAME:RESolved?

LXI:MDNS:SNAME:DESired <name>

LXI:MDNS:SNAME:DESired?

LXI:MDNS:SNAME[:RESolved]?

LXI:RESet

LXI:REStArt

Настройки интерфейса дистанционного управления

SYSTem:COMMunicate:ENABle {ON|1|OFF|0}, <interface>

SYSTem:COMMunicate:ENABle? <interface>

SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDress <address>

SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDress?

SYSTem:COMMunicate:LAN:CONTRol?

SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP {ON|1|OFF|0}

SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP?

SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS[1|2] "<address>"

SYSTem:COMMunicate:LAN:DNS[1|2]? [{CURRENT|STATIC}]

SYSTem:COMMunicate:LAN:DOMain?

SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway "<address>"

SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway? [{CURRENT|STATIC}]

SYSTem:COMMunicate:LAN:HOSTname "<name>"

SYSTem:COMMunicate:LAN:HOSTname? [{CURRENT|STATIC}]

SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress "<address>"

SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress? [{CURRENT|STATIC}]

SYSTem:COMMunicate:LAN:MAC?

SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASk "<mask>"

SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASk? [{CURRENT|STATIC}]

SYSTem:COMMunicate:LAN:TELNet:PROMpt "<string>"

SYSTem:COMMunicate:LAN:TELNet:PROMpt?

SYSTem:COMMunicate:LAN:TELNet:WMESsage "<string>"

SYSTem:COMMunicate:LAN:TELNet:WMESsage?

SYSTem:COMMunicate:LAN:UPDate

SYSTem:COMMunicate:LAN:WINS[1|2] "<address>"

SYSTem:COMMunicate:LAN:WINS[1|2]? [{CURRENT|STATIC}]

Система

SYSTem:BEEPer[:IMMediate]

SYSTem:BEEPer:STATe {ON|1|OFF|0}

SYSTem:BEEPer:STATe?

SYSTem:CLICk:STATe{ON|1|OFF|0}

SYSTem:CLICk:STATe?

SYSTem:DATE <yyyy>, <mm>, <dd>

SYSTem:DATE?

SYSTem:ERRor?

SYSTem:LICense:CATalog?

SYSTem:LICense:DELeTe "<option_name>"

SYSTem:LICense:DELeTe:ALL

SYSTem:LICense:DESCRiption? "<option_name>"

SYSTem:LICense:ERRor?

SYSTem:LICense:ERRor:COUNT?

SYSTem:LICense:INSTall "<file>"

SYSTem:LICense:INSTall? "<option>"

SYSTem:LOCK:NAME?

SYSTem:LOCK:OWNer?

SYSTem:LOCK:RELease

SYSTem:LOCK:REQuest?

SYSTem:SECurity:IMMediate

SYSTem:TIME <hh>, <mm>, <ss>

SYSTem:TIME?

SYSTem:VERSion?

Фаза

[SOURce[1|2]:]PHASe {<angle>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]PHASe? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]PHASe:ARBitrary {<angle>|MINimum|MAXimum}

[SOURce[1|2]:]PHASe:MODulation {<angle>|MINimum|MAXimum}

[SOURce[1|2]:]PHASe:MODulation?

[SOURce[1|2]:]PHASe:REFerence

[SOURce[1|2]:]PHASe:SYNChronize

[SOURce[1|2]:]PHASe:UNLock:ERRor:STATe {ON|1|OFF|0}

[SOURce[1|2]:]PHASe:UNLock:ERRor:STATe?

Генератор опорного сигнала

ROSCillator:SOURce {INTernal|EXTernal}

ROSCillator:SOURce?

ROSCillator:SOURce:AUTO {ON|OFF}

ROSCillator:SOURce:AUTO?

ROSCillator:SOURce:CURREnt?

Калибровка

CALibration[:ALL]?

CALibration:COUNT?

CALibration:SECure:CODE <new_code>

CALibration:SECure:STATe {ON|1|OFF|0} [, <code>]

CALibration:SECure:STATe?

CALibration:SETup <step>

CALibration:SETup?

CALibration:STORe

CALibration:STRing "<string>"

CALibration:STRing?

CALibration:VALue <value>

CALibration:VALue?

IEEE-488

*CLS

*ESE <enable_value>

*ESE?

*ESR?

*IDN?

*OPC

*OPC?

*OPT?

*PSC {0|1}

*PSC?

*RCL {0|1|2|3|4}

*RST

*SAV {0|1|2|3|4}

*SRE <enable_value>

*SRE?

*STB?

*TRG

*TST?

*WAI

Состояние

STATus:OPERation:CONDition?

STATus:OPERation:ENABle <enable_value>

STATus:OPERation:ENABle?

STATus:OPERation[:EVENT]?

STATus:PRESet

STATus:QUEStionable:CONDition?

STATus:QUEStionable:ENABle <enable_value>

STATus:QUEStionable:ENABle?

STATus:QUEStionable[:EVENT]?

Прочее

ABORt

[SOURce[1|2]:]PHASe:ARBitrary {<angle>|MINimum|MAXimum}

[SOURce[1|2]:]PHASe:ARBitrary?

[SOURce[1|2]:]COMBine:FEED {CH1|CH2|NONE}

[SOURce[1|2]:]COMBine:FEED?

FORMat:BORDer {NORMal|SWAPped}

FORMat:BORDer?

INITiate[1|2]:CONTInuous {ON|1|OFF|0}

INITiate[1|2]:CONTInuous?

INITiate:CONTInuous:ALL {ON|1|OFF|0}

INITiate[1|2]:IMMediate]

INITiate[:IMMediate]:ALL

[SOURce[1|2]:]MARKer:CYCLe {<cycle_num>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]MARKer:CYCLe? [{MINimum|MAXimum}]

INPut:ATTenuation[:STATe] {ON|1|OFF|0}

INPut:ATTenuation[:STATe]?

[SOURce[1|2]:]MARKer:FREQuency {<frequency>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SOURce[1|2]:]MARKer:FREQuency? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]MARKer:POINt {<sample_number>|MINimum|MAXimum}

[SOURce[1|2]:]MARKer:POINt? [{MINimum|MAXimum}]

[SOURce[1|2]:]TRACk {ON|OFF|INVerted}

TRACk?

UNIT:ANGLe {DEGREE|RADian|SECond|DEFault}

UNIT:ANGLe?

UNIT:ARBitrary:ANGLe {DEGREE|RADian|SECond|SAMPlE|DEFault}

UNIT:ARBitrary:ANGLe?

Состояние после восстановления заводских настроек

В следующей таблице приведены заводские настройки по умолчанию. Параметры, отмеченные точкой (.), являются энергонезависимыми и не изменяются при выключении и включении питания или использовании команды ***RST**. Другие параметры являются энергозависимыми и сбрасываются до указанных значений при включении питания или после использования команды ***RST**.

Примечание

Состояние при включении питания/после сброса может отличаться от указанного далее, если режим восстановления состояния при включении питания был включен с помощью меню **[System]**. См. раздел **Сохранение состояния прибора**.

Конфигурация выходного канала	
Функция	Синусоидальный
Отслеживание	Выкл.
Частота	1 кГц
Режим частоты	CW
Состояние объединения частот	OFF
Режим объединения частот	Соотношение
Соотношение объединения частот	1
Смещение объединения частот	0
Амплитуда	100 мВ между пиками
Смещение	0 В постоянного тока
Состояние объединения напряжения	OFF
Состояние ограничения напряжения	OFF
Максимальное предельное значение напряжения	5 В
Минимальное предельное значение напряжения	-5 В
Единицы измерения напряжения	В между пиками
Диапазон напряжения	AVTO
Состояние	OFF
Нагрузка	50 Ω
Полярность	Нормальная

Режим (стробирования или нормальный)	Нормальный
Полярность синхронизации	Нормальная
Режим синхронизации	Нормальный
Конфигурация выходного канала	
Состояние синхронизации	ON
Источник синхронизации	CH1
Источник запуска	CH1
Угол запуска	Положительный
Состояние запуска	OFF
Шум	
Полоса пропускания	100 кГц
Псевдослучайная двоичная последовательность (PRBS)	
Данные	PN7
Скорость передачи в битах	1 кбит/с
Передача	8.4E-09
Импульсный	
Коэффициент заполнения	10%
Период	1 мс
Передний/задний фронт	10 нс
Длительность	0,1 мс
Пилообразный	
Симметрия	100
Прямоугольный	
Коэффициент заполнения	50%
Период	1 мс

Сигналы произвольной формы	
Произвольный	Экспоненциальное нарастание
Фильтр	STEP
Частота дискретизации	40 квыб./с
Переход	SRATE
Точка маркера	Центральная точка сигнала произвольной формы
Амплитудная модуляция	
Состояние	OFF
Источник модуляции	Внутренний
Внутренняя функция	Синусоидальный
Внутренняя частота	100 Гц
Объем	100%
Двухполосная модуляция с подавлением несущей (DSSC)	OFF
Частотная модуляция	
Состояние	OFF
Источник модуляции	Внутренний
Внутренняя функция	Синусоидальный
Внутренняя частота	10 Гц
Отклонение	100 Гц
Частотная манипуляция	
Состояние	OFF
Источник модуляции	Внутренний
Внутренняя скорость	10 Гц
Частота	100 Гц
Фазовая модуляция	
Состояние	OFF
Источник модуляции	Внутренний
Функция	Синусоидальный

Частота	10 Гц
Отклонение	180 градусов
Двоичная фазовая модуляция	
Состояние	OFF
Источник модуляции	Внутренний
Внутренняя скорость	10 Гц
Фаза	180 градусов
Широтно-импульсная модуляция	
Состояние	OFF
Источник модуляции	Внутренний
Функция	Синусоидальный
Частота	10 Гц
Отклонение	1 % или 1E-5 с, в зависимости от настройки
SUM	
Состояние	OFF
Источник	Внутренний
Функция	Синусоидальный
Частота	100 Гц
Суммарная амплитуда	0.10%
Управление фазой	
Регулировка фазы	0 градусов
Состояние ошибки раз- блокировки	OFF
Единицы измерения	градусы
Генератор опорного сигнала	
Источник "Авто"	ON
Источник	Внутренний
Пакетный режим	
Состояние	OFF

Полярность стробирования	Нормальная
Режим	Запущен
Циклы	1
Период	10 мс
Фаза	0 градусов
Цикл маркера	2
Развертка	
Состояние	OFF
Интервал	Линейный
Начальная частота	100 Гц
Частота остановки	1 кГц
Центральная частота	550 Гц
Диапазон	900 Гц
Частота маркера	500 Гц
Время развертки	1 с
Время удержания	0 с
Время возврата	0 с
Список	
Частота	100, 1000, 550 Гц
Точки	3
Выдержка	1 с
Сигнал запуска	
Задержка	0 с
Угол наклона	Положительный
Источник	Средний
Таймер	1 с
Непрерывная инициализация	ON
Счетчик	1

Настройка запуска независимо от канала	
Непрерывная инициализация по всем циклам	ON
Прочее	
Форматирование порядка байтов	Нормальное
Объединенная подача	НЕТ
Следующие элементы не относятся к конфигурации канала.	
Дисплей	
Состояние	ON
Текст	""
Формат файла	PNG
Связь с интерфейсом дистанционного управления	
Адрес GPIB •	10
DHCP •	Включен
Статический IP-адрес •	169.254.5.21
Статическая маска подсети •	255.255.0.0
Статический шлюз •	0.0.0.0
Первичный сервер DNS •	0.0.0.0
Вторичный сервер DNS •	0.0.0.0
Статическое имя хоста •	"A-33xxxx-nnnnn" или "A-33xxxx-nnnnn", где xxxx – последние три цифры номера модели, а nnnnn – последние 5 цифр серийного номера прибора.
Запрос Telnet •	33xxxx>, где xxxx – последние четыре цифры номера модели.
Сообщение приветствия Telnet •	Welcome to Keysight's 33xxxx Генератор сигналов, где xxxx – последние четыре цифры номера модели.
Первичный сервер WINS •	0.0.0.0

Вторичный сервер WINS •	0.0.0.0
Система	
Состояние звукового сигнала	ON
Восстановление состояния после выключения питания •	OFF
LXI	
Идентификация	OFF
Калибровка	
Состояние калибровки	Защищено

Примечание

Прибор использует порт ЛВС 5024 для сеансов терминала SCPI Telnet, а порт ЛВС 5025 – для сеансов SCPI Socket.

Сообщения об ошибках SCPI

Прибор возвращает сообщения об ошибках в соответствии со стандартом SCPI.

- В каждой последовательности ошибок для конкретного интерфейса (GPIB, USB, VXI-11 и Telnet/сокеты) может содержаться до 20 ошибок синтаксисов команд или аппаратных ошибок. Ошибки появляются в очереди ошибок сеанса ввода-вывода, в результате которого произошла данная ошибка.
- При фиксировании ошибки прибор производит однократный звуковой сигнал (эту функцию можно отключить с помощью команды **SYSTem:BEEPer:STATe OFF**). Сигнализатор **ERROR** на передней панели включается, когда в списке ошибок присутствует по крайней мере одна ошибка.
- Специальный список общей очереди ошибок содержит все ошибки, возникающие после включения питания, и ошибки оборудования (например, перегрев).
- Вызов ошибки выполняется в режиме "первый на входе – первый на выходе" (FIFO), и после чтения данные об ошибках удаляются. После чтения всех ошибок интерфейса отображаются ошибки из общей очереди ошибок. После прочтения пользователем всех ошибок из общей очереди ошибок сигнализатор **ERROR** выключается.
- Если произошло более 20 ошибок, последняя в списке ошибка (последняя возникшая ошибка) будет заменена значением -350, "Error queue overflow". Сохранение последующих ошибок будет невозможно, пока не будут удалены ошибки в очереди. Если на момент чтения списка очереди ошибок не произошло ни одной ошибки, прибор отправит ответное значение +0, "No error".

- На дисплее передней панели отображаются ошибки всех сеансов ввода-вывода и общая очередь ошибок. Чтобы просмотреть очередь ошибок на дисплее передней панели, нажмите кнопку **[System]**, а затем программную кнопку **Help**. Затем в меню справки выберите "View remote command error queue".
- Состояния ошибок также описываются в регистре байтов состояния. Для получения подробной информации см. раздел **Знакомство с подсистемой состояний**
- Очереди ошибок интерфейсов удаляются при выключении и включении питания или с помощью команды ***CLS**. При использовании команды ***RST** последовательность ошибок не удаляется.
- **SCPI:**

SYSTem:ERRor? *Просмотр и удаление одной ошибки из очереди*

Ошибки имеют следующий формат (строка ошибки может содержать до 255 символов):

-113,"Неопределенный заголовок"

-315 Configuration memory lost; due to firmware revision change

-315 Configuration memory lost; memory corruption detected

-314 Save/recall memory lost; due to firmware revision change

-314 Save/recall memory lost; memory corruption detected

-313 Calibration memory lost

-313 Calibration memory lost; due to firmware revision change

-313 Cannot read file; due to corrupt data

-313 Cannot read file; due to file revision change

-313 Invalid number of channels for operation

-310 System error; internal software error

-310 System error; out of memory

-310 System error; software initialization failed

-292 Referenced name does not exist

-257 File name error;

access denied

drive name missing or not recognized

file or folder already exists

file too large

folder is default folder

- folder not empty
- invalid character in name
- not a folder name
- path is a folder name
- path name missing
- path too long
- relative path not allowed
- unknown file extension
- 256 File or folder name not found
- 254 Media full
- 252 Missing media
- 250 Mass storage error: file read/write error
- 241 Hardware missing
- 241 Hardware missing; Command not valid in one channel instrument.
- 240 Hardware error; GPIB interface failed
- 230 Data corrupt or stale
- 222 Data out of range;
 - AM depth
 - amplitude
 - arb frequency
 - arb period
 - burst count
 - burst count limited by length of burst
 - burst period
 - burst period limited by length of burst
 - cannot combine channel with itself. Combine disabled
 - duty cycle
 - duty cycle limited by frequency
 - FM deviation
 - FM deviation limited by maximum frequency
 - FM deviation limited by minimum frequency

frequency
frequency in burst mode
frequency in FM
high level limited by high soft limit
high level limited by low level
high level limited by low soft limit
high limit value limited by high signal level
large period limits minimum pulse width
low level limited by high level
low level limited by high soft limit
low level limited by low soft limit
low limit value limited by low signal level
marker confined to burst cycles
marker confined to sweep span
offset
period
PRBS edge time
PRBS edge time limited by bit rate
pulse duty cycle limited by period
pulse edge at maximum
pulse edge at minimum
pulse edge time
pulse edge time limited by duty cycle
pulse edge time limited by period
pulse edge time limited by width
pulse frequency
pulse period
pulse width
pulse width limited by period
PWM deviation
PWM deviation limited by pulse parameters

ramp frequency
ramp Symmetry
Sample rate
sample rate clipped to lower limit
sample rate clipped to upper limit
square edge time
square edge time limited by duty cycle
square edge time limited by period
square edge time limited by width
square period
square width
sum amplitude limited by channel or combine amplitudes
sum amplitude value clipped to lower limit
sweep time
Track exceeds limits on channel 1. Tracking disabled
Track exceeds limits on channel 2. Tracking disabled
trigger count clipped to lower limit
trigger count clipped to upper limit
trigger delay
trigger delay clipped to lower limit
trigger delay clipped to upper limit
trigger delay limited by length of burst
trigger level clipped to lower limit (только для серии 33600)
trigger level clipped to upper limit (только для серии 33600)
trigger level (только для серии 33600)
trigger timer clipped to lower limit
trigger timer clipped to upper limit
trigger timer limited by length of burst
user frequency
USER setting only valid for channel 1
value clipped to dwell time's lower limit

- value clipped to dwell time's upper limit
- value clipped to lower limit
- value clipped to sweep time's lower limit
- value clipped to upper limit
- value limited due to coupling
- 222 List Data out of range; Arb frequency : Mode is changed to Normal (только для серии 33600)
- 222 List Data out of range; Pulse frequency : Mode is changed to Normal
- 222 List Data out of range; Ramp frequency : Mode is changed to Normal
- 222 List Data out of range; Sine frequency : Mode is changed to Normal
- 222 List Data out of range; Square frequency : Mode is changed to Normal
- 222 List Data out of range; User frequency : Mode is changed to Normal
- 221 Setting the advance mode to trigger forced the trigger source to external.
- 221 Setting the Arb Filter OFF changed the maximum sample rate value to 6.25e7.
- 221 Setting the trigger source changed the arb advance mode.
- 221 Settings conflict;
 - 50V input range not compatible with 50 ohm input impedance; impedance set to 1 Mohm
 - AM depth forced amplitude change
 - AM turned off by selection of other mode or modulation
 - amplitude changed due to function
 - amplitude changed due to offset
 - amplitude units changed to Vpp due to high-Z load
 - amplitude units changed to Vpp, dBm and Vrms not applicable to arb sequences
 - amplitude units unchanged, dBm and Vrms not applicable to arb sequences
 - arb advance changed to SRATE due to filter (только для серии 33600)
 - arb advance changed to SRATE due to mode
 - arb voltage reduced due to output load or limits
 - Balance gain limited due to amplitude.
 - Balance offset changed due to amplitude
 - both edge times decreased due to period
 - both edge times decreased due to pulse duty cycle

both edge times decreased due to pulse width

BPSK turned off by selection of other mode or modulation

burst count reduced to fit entire burst

Burst mode has caused output phase to be set to zero degrees

burst period increased to fit entire burst

burst phase inapplicable for arbs larger than 1M. burst phase set to 0 (только для серии 33500)

burst turned off by selection of other mode or modulation

Cannot combine DC function

cannot delete state selected and enabled for automatic power-on recall

Невозможно выполнить модуляцию несущего сигнала ARB с использованием в качестве функции модуляции ARB. Модуляция выключена.

Невозможно выполнить модуляцию несущего сигнала ARB с использованием функции модуляции ARB. Функция не изменена.

Cannot modulate ARB carrier with USER as modulation function. Modulation turned off.

Cannot modulate ARB carrier with USER modulation function. Function unchanged.

Cannot modulate by a two-channel Arb

Cannot modulate Noise carrier with Noise as modulation function. Modulation turned off.

Cannot modulate Noise carrier with Noise modulation function. Function unchanged.

Cannot modulate PRBS carrier with PRBS as modulation function. Modulation turned off.

Cannot modulate PRBS carrier with PRBS modulation function. Function unchanged.

Cannot modulate USER carrier with ARB as modulation function. Modulation turned off.

Cannot modulate USER carrier with ARB modulation function. Function unchanged.

Cannot modulate USER carrier with USER as modulation function. Modulation turned off.

Cannot modulate USER carrier with USER modulation function. Function unchanged.

Cannot select channel as modulating source

Cannot use filter in advance arb trigger mode. (только для серии 33600)

combine amplitude exceeds limit. Combine disabled

Combine turned off by selection of DC function

coupling cannot be ON with this function, coupling turned off

coupling violates settings, coupling turned off

edge time decreased due to bit rate

external gating not compatible with gate output; gate output disabled

FM deviation cannot exceed carrier

FM deviation exceeds maximum frequency

FM turned off by selection of other mode or modulation

frequency changed for pulse function

frequency changed for sine function (только для серии 33600)

frequency changed for square function (только для серии 33600)

frequency forced duty cycle change

frequency made compatible with burst mode (только для серии 33500)

frequency reduced for ramp function

frequency reduced for user function

FSK turned off by selection of other mode or modulation

Function or modulation source cannot be USER. Tracking disabled

Function selection limited the FSK frequency.

Gated output not available for gated burst. Output mode changed to normal.

high level changed due to low level

high limit less than low limit. Limits disabled

infinite burst changed trigger source to BUS

input threshold voltage > input range; threshold clipped to range

leading edge time decreased due to period

leading edge time decreased due to pulse width

leading edge times decreased due to pulse duty cycle

limited frequency to 1 MHz when sync mode carrier, burst ON, and function sine (только для серии 33500)

list turned off by selection of other mode or modulation

low level changed due to high level

low reference >= high reference

marker forced into sweep span

marker off forced sync to normal mode

marker on forced sync to marker mode

marker point changed to fit arb length

modulation frequency made compatible with modulation shape
must stop operation to update trigger count
must stop operation to update trigger delay
not able to adjust phase for arb < 64 samples (только для серии 33600)
not able to adjust phase in this function
not able to adjust phase in this mode
not able to burst DC, burst turned off
not able to burst this function
not able to change output load with limits enabled
not able to list arb, list turned off
not able to list DC, list turned off
not able to list noise, list turned off
not able to list PRBS, list turned off
not able to list this function
not able to modulate arb, modulation turned off
not able to modulate DC, modulation turned off
not able to modulate noise, modulation turned off
not able to modulate PRBS, modulation turned off
not able to modulate this function
not able to sweep arb, sweep turned off
not able to sweep DC, sweep turned off
not able to sweep noise, sweep turned off
not able to sweep PRBS, sweep turned off
not able to sweep this function
offset changed due to amplitude
offset changed on exit from DC function
PM turned off by selection of other mode or modulation
prbs edge time increased due to amplitude (только для серии 33600)
pulse duty cycle and edge times increased due to amplitude (только для серии 33600)
pulse duty cycle decreased due to period
pulse duty cycle increased due to amplitude (только для серии 33600)

pulse duty cycle increased due to period

pulse edge times increased due to amplitude (только для серии 33600)

pulse width and edge times increased due to amplitude (только для серии 33600)

pulse width decreased due to period

pulse width increased due to amplitude (только для серии 33600)

pulse width increased due to large period

PWM deviation decreased due to pulse parameters

PWM only available in pulse function

PWM turned off by selection of other mode or modulation

Range hold turned off by selection of new function (только для серии 33600)

selected arb is missing, changing selection to default

selecting a sequence turned off modulation

sequences not supported, changing selection to default

signal exceeds high limit. Limits disabled

signal exceeds low limit. Limits disabled

Skew time between channels not available in Burst, Modulation, or Sweep

sum amplitude exceeds limit or range. Sum disabled

SUM turned off by selection of other mode or modulation

Sweep + Hold + Return time larger than trigger TIMER. Trig timer increased.

Sweep + Hold + Return time max (8000s) limited time setting.

Sweep + Hold + Return time max (8000s) limited time setting.

Sweep + Hold + Return time too large for IMM or TIMER trigger. Sweep turned off.

Sweep + Hold + Return time too large for IMM or TIMER trigger. Trig source unchanged.

Sweep time reduced due to log sweep setting.

sweep turned off by selection of other mode or modulation

Tracking turned off by selection of USER function or modulation source

trailing edge decreased due to leading edge

trailing edge time decreased due to period

trailing edge time decreased due to pulse width

trailing edge times decreased due to pulse duty cycle

trigger delay reduced to fit entire burst

trigger output connector used by BPSK

trigger output connector used by burst gate

trigger output connector used by FSK

trigger output connector used by trigger external

trigger output disabled

trigger output disabled by trigger external

Trigger source limited the sweep time; value clipped to upper limit

triggered burst not available for noise

turned off infinite burst to allow immediate trigger source

Use FUNC:ARB to select an ARB before selecting ARB as modulation function. Function unchanged.

Use FUNC:ARB to select an ARB before selecting ARB as modulation function. Modulation disabled.

Use FUNC:USER to select a user arb before selecting USER as modulation function. Function unchanged.

Use FUNC:USER to select a user arb before selecting USER as modulation function. Modulation disabled.

-213 INIT ignored

-203 Command protected; Enter calibration password from front panel calibration menu (только для серии 33500)

-203 Command protected; instrument must be unsecured (только для серии 33600)

-203 Command protected; requires license BWD (только для серии 33600)

-203 Command protected; requires license SEC (только для серии 33600)

-203 Secure option: Instrument security is unlocked

-115 Invalid parameter; Parameter not supported on one channel instrument

-114 Header suffix out of range

100 Network Error

110 LXI mDNS Error

201 Memory lost: stored state

202 Memory lost: power-on state

203 Memory lost: stored measurements

263 Not able to execute while instrument is measuring

291 Not able to recall state: it is empty

292 State file size error

293 State file corrupt

301 Cannot reset input protection; high voltage present

305 Not able to perform requested operation

514 Not allowed

514 Not allowed; Instrument locked by another I/O session

521 Communications: input buffer overflow

522 Communications: output buffer overflow

532 Not able to achieve requested resolution

540 Cannot use overload as math reference

550 Not able to execute command in local mode

560 No valid external timebase

561 High voltage present on input channel

570 DDS Processor is not responding

580 Reference phase-locked loop is unlocked

581 Waveform DAC Timing is unlocked (только для серии 33600)

581 Waveform DAC Timing regained lock (только для серии 33600)

582 The DATA controller failed to lock for WFDAC (только для серии 33600)

582 The MU controller failed to lock for WFDAC (только для серии 33600)

582 The SYNC controller failed to lock for WFDAC (только для серии 33600)

600 Internal licensing error

601 License file corrupt or empty

602 No valid licenses found for this instrument

603 Some licenses could not be installed

604 License not found

605 License already installed

Примечание

Большинство кодов ошибок с 600 по 699 относятся к ошибкам самодиагностики. Для получения дополнительной информации см. раздел **Процедуры самодиагностики**.

701 Calibration error; security defeated by hardware jumper

702 Calibration error; calibration memory is secured

703 Calibration error; secure code provided was invalid

704 Calibration error: secure code too long

705 Calibration error; calibration aborted

706 Calibration error; provided value is out of range

707 Calibration error: computed correction factor out of range

707 Calibration error; signal input is out of range

708 Calibration error: signal measurement out of range

709 Calibration error: no calibration for this function/range

710 Calibration error: full scale correction out of range

710 Self-calibration failed

711 Calibration error: calibration string too long

711 Self-calibration failed

712 Calibration failed

712 Self-calibration failed

715 Self-calibration failed

720 Self-calibration failed

740 Calibration data lost: secure state

741 Calibration data lost: string data

742 Calibration data lost: corrections

748 Calibration memory write failure

770 Nonvolatile arb waveform memory corruption detected

781 Not enough memory to store new arb waveform; bad sectors

781 Not enough memory to store new arb waveform; use DATA:DELETE

782 Cannot overwrite a built-in arb waveform

784 Name of source arb waveform for copy must be VOLATILE

785 Specified arb waveform does not exist

786 Not able to delete a built-in arb waveform

786 Specified arb waveform already exists

787 Not able to delete the currently selected active arb waveform

787 Specified arb not loaded in waveform memory

788 Could not load specified arb; Loaded Built-in default arb

791 Firmware update error; unable to begin download

792 Firmware update error; programming operation failed

793 Firmware update error; data record invalid character
794 Firmware update error; data record length mismatch
795 Firmware update error; data record checksum mismatch
796 Firmware update error; bad checksum for download start
797 Firmware update error; bad checksum for download complete
798 Firmware update error; download in progress
799 Firmware update error; unable to complete download
800 Firmware update error; invalid programming address
810 State has not been stored
850 Calibration error; set up is invalid
851 Calibration error; set up is out of order
870 Arb: Text File Format error; invalid format
871 Arb: Segment name is too long
872 Arb: File name is too long
873 Arb: Too many sequence steps
874 Arb: Too many segments defined
875 Arb: Too many sequences defined
876 Arb: Sequence already defined
877 Arb: Segment not found
878 Arb: Sequence not found
879 Arb: Segment edit too large
880 Arb: Out of memory
881 Arb: Channel count mismatch
881 Arb: Values are out of range
882 Arb: Segment too small
883 Arb: Error in closing file
884 Arb: Seek too large
885 Arb: Arb file cannot be stored as sequence file
886 Arb: Sequence file cannot be stored as arb file
887 File name error; not a valid extension
888 Arb: Could not create built in arb directory
889 Arb: Could not copy built in arb

- 890 enable combine forced tracking off
- 891 enable coupling forced tracking off
- 892 enable tracking forced coupling off
- 893 enable tracking forced combine off
- 894 Enable tracking forced range hold off (только для серии 33600)

Обслуживание и ремонт — введение

В этом разделе содержится основная информация по обслуживанию прибора.

Доступные типы обслуживания

Очистка

Меры предосторожности во избежание электростатического разряда

Дополнительную информацию по обслуживанию можно найти в следующих разделах.

Блок-схема – серия 33500

Блок-схема – серия 33600

Источники питания – серия 33500

Источники питания – серия 33600

Поиск и устранение неисправностей – серия 33500

Поиск и устранение неисправностей – серия 33600

Процедуры самодиагностики

Заменяемые детали

Разборка прибора – серия 33500

Разборка прибора – серия 33600

Замена батареи

Установка интерфейса GPIB (дополнительный модуль)

Доступные типы обслуживания

Если поломка прибора произошла в течение гарантийного обслуживания, компания Keysight Technologies выполнит ремонт или замену прибора в соответствии с условиями гарантии. По истечении гарантийного срока компания Keysight предлагает выполнение ремонтного обслуживания по невысоким ценам.

Контракты на расширенное обслуживание

Многие продукты Keysight имеют контракты на дополнительное обслуживание, которые продлевают срок обслуживания после истечения срока стандартной гарантии.

Получение ремонтного обслуживания (по всему миру)

Для получения обслуживания прибора **обратитесь в ближайший центр обслуживания Keysight Technologies**. Сотрудники центра определяют необходимость ремонта или замены устройства и могут предоставить гарантию или, если это возможно, информацию о стоимости ремонта. Узнайте в центре обслуживания Keysight Technologies инструкции по доставке прибора, включая то, какие компоненты требуется предоставить. Компания

Keysight рекомендует сохранить оригинальную упаковку прибора, в которой он поставлялся, на случай необходимости возврата.

Повторная упаковка для транспортировки

Чтобы транспортировать устройство в представительство компании Keysight для обслуживания или ремонта, выполните следующее.

- Прикрепите к устройству метку с указанием на ней имени владельца прибора и необходимого типа обслуживания или ремонта. Укажите номер модели и полный серийный номер.
- Поместите устройство в оригинальную упаковку, используя соответствующий упаковочный материал.
- Закрепите упаковку с помощью крепкой ленты или металлических накладок.
- Если оригинальной упаковки нет, используйте любую другую, размер которой позволяет использовать слой упаковочного материала 10 см (4 дюйма) вокруг всего прибора. Упаковочные материалы должны быть без статического электричества.

Компания Keysight предполагает, что пользователь будет соблюдать условия доставки.

Очистка

Очистите поверхность прибора с помощью мягкой безворсовой слегка смоченной водой ткани. Не используйте моющие средства или аэрозоли. Для выполнения очистки не требуется и не рекомендуется выполнять разборку прибора.

Меры предосторожности во избежание электростатического разряда

Почти все электрические компоненты можно повредить разрядом статического электричества при выполнении обслуживания. Повреждение компонента электростатическим разрядом возможно, если его напряжение будет 50 В.

Следующие инструкции помогут предотвратить повреждение разрядом статического электричества во время выполнения обслуживания прибора.

- Разбирайте приборы только в рабочей области, свободной от статического электричества.
- Рабочая область должна быть выполнена из электропроводящего материала, чтобы снизить силу электростатических разрядов.
- Используйте антистатический браслет, чтобы снизить накопление электростатического заряда.
- Сократите время обслуживания.
- Храните детали для замены в оригинальных антистатических упаковках.
- Удалите все пластиковые, пеноматериалы, виниловые, бумажные и другие материалы, генерирующие статическое электричество, из рабочей области.
- Используйте только антистатические вакуумные насосы для удаления припоя.

Калибровка. Введение – серия 33500

В этой главе содержится описание процедур по выполнению проверки работы и регулировки (калибровки) прибора.

В приборе используется электронная калибровка закрытого типа; не требуется выполнять внутреннюю механическую регулировку. Прибор вычисляет поправочные коэффициенты на основе заданных входных опорных значений и сохраняет поправочные коэффициенты в энергонезависимой памяти до выполнения следующей калибровки. Эти данные не изменяются при выключении и включении питания и при использовании команды ***RST**.

Службы калибровки Keysight Technologies

Местный центр обслуживания Keysight Technologies предлагает услуги по выполнению повторной калибровки по низкой цене. В центре обслуживания используются автоматизированные системы калибровки, которые позволяют компании Keysight выполнять калибровку приборов по конкурентоспособным ценам.

Содержание раздела, посвященного калибровке

Данный раздел состоит из следующих пунктов:

Обзор калибровки

- Интервал калибровки
- Рекомендуется регулировка
- Время, необходимое для калибровки
- Процедуры автоматической калибровки
- Рекомендуемое диагностическое оборудование
- Замечания по диагностике
- Счетчик калибровок
- Сообщение о калибровке

Безопасность калибровки

Диагностика работы

- Самодиагностика
- Быстрая проверка работы
- Диагностика работы
- Процедуры проверки амплитуды и равномерности

Проверка внутренней временной развертки

Проверка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом)

Проверка напряжения смещения постоянного тока

Проверка равномерности в диапазоне -8 дБ

Проверка равномерности в диапазоне -24 дБ

Общая процедура калибровки и регулировки

Прерывание выполнения калибровки

Последовательность регулировок

Самодиагностика

Регулировка частоты (внутренняя временная развертка)

Регулировка внутреннего АЦП

Настройка самокалибровки

Регулировка выходного импеданса

Регулировка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом)

Регулировка равномерности в диапазоне -24 дБ

Регулировка равномерности в диапазоне -8 дБ

Регулировка канала 2 (если требуется)

- Настройка самокалибровки (канал 2)
- Регулировка выходного импеданса (канал 2)
- Регулировка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом) (канал 2)
- Регулировка равномерности в диапазоне -24 дБ (канал 2)
- Регулировка равномерности в диапазоне -8 дБ (канал 2)

Ошибки калибровки

Следующий раздел главы "Калибровка"

Обзор калибровки – серия 33500

В этом разделе описаны функции калибровки прибора. Для получения более подробной информации о калибровке см. главу [Калибровка. Введение](#).

Интервал калибровки

Калибровка прибора должна выполняться с одинаковыми интервалами, определенными требованиями точности в конкретном случае. В большинстве случаев подходит годовой интервал. Точность работы гарантируется, только если регулировка выполняется с соблюдением одинаковых интервалов калибровки. Точность не гарантируется по истечении интервала калибровки 1 год. Компания Keysight Technologies не рекомендует выполнять калибровку с интервалом более двух лет в любой области применения.

Рекомендуется регулировка

Какой бы интервал калибровки не был выбран, компания Keysight Technologies рекомендует выполнять полную повторную регулировку прибора с соблюдением интервала калибровки. Это обеспечит соответствие прибора рабочим характеристикам в течение следующего интервала калибровки и длительную стабильную работу прибора. Данные функционирования прибора, определяемые с использованием этого метода, можно использовать для увеличения будущих интервалов калибровки. Используйте учет калибровок, чтобы убедиться, что выполнены все регулировки.

Время, необходимое для калибровки

Для проверки вновь поступившего прибора сначала необходимо выполнить диагностику работы. После этого выполните необходимую регулировку и запустите диагностику работы повторно. Выполнение каждого из этих шагов вручную занимает приблизительно 30 минут на один канал.

Прибор можно также откалибровать автоматически с помощью компьютера. С помощью компьютера, если прибор разогрет, можно выполнить полную процедуру калибровки и диагностики работы в течение приблизительно 30 минут (один канал) или 60 минут (два канала) (см. раздел [Замечания по диагностике](#)).

Процедуры автоматической калибровки

Можно использовать программируемое оборудование для диагностики, чтобы полностью автоматизировать процедуры проверки и регулировки. Можно запрограммировать каждую настройку прибора для диагностики с помощью интерфейса дистанционного управления. Затем можно выполнить обратную передачу данных проверки в программу диагностики и сравнить результаты с соответствующими предельными диагностическими значениями.

Можно также выполнить регулировку прибора с помощью интерфейса дистанционного управления, что аналогично выполнению подобной процедуры с помощью элементов управления лицевой панели. Используйте компьютер для выполнения регулировки, выбрав сначала требуемую функцию и диапазон на измерительном оборудовании. Отправьте значение калибровки на прибор и иницируйте калибровку с помощью интерфейса дистанционного управления.

Перед выполнением калибровки необходимо **разблокировать прибор**.

Обычная программная последовательность для настройки одной калибровки выглядит следующим образом:

1. **CAL:SETup 2** (настраивает прибор для шага калибровки 2).
2. Измерьте выходную частоту с помощью внешнего частотомера.
3. **CAL:VALue 9.99994321E6** (отправляет полученное в результате измерения значение на прибор).
4. **CAL?** (инициирует регулировку калибровки для настройки 2).
5. Прочтите значение запроса **CAL?**, чтобы определить, как выполнена регулировка: "+1" – произошел сбой, "+0" – выполнена успешно.
6. **CAL:SETup 3** (настраивает прибор для шага калибровки 3).

Для получения более подробной информации о программировании прибора см. **Знакомство с языком SCPI**.

Рекомендуемое диагностическое оборудование

Далее перечислено диагностическое оборудование, рекомендуемое для выполнения процедур проверки работы и регулировки. Если точно такой прибор недоступен, можно заменить стандартные компоненты выполнения калибровки эквивалентными.

Прибор	Требования	Рекомендуемая модель	Использовать *
Цифровой мультиметр	Переменный ток (В), истинное сред- неквадратичное значение, объединенная точность переменного тока: $\pm 0,02\%$ – 1 МГц Точность постоянного тока (В): 50 ппм; раз- решение: 100 мкВ; точность, компен- сированная смещением сопротивления: $\pm 0,1$ Ом	Keysight 3458A	Q, P, T

Прибор	Требования	Рекомендуемая модель	Использовать *
Вольтметр переменного тока для точных измерений	От 1000 Гц до 30 МГц, от 0,1 В (среднеквадратическое значение) до 2 В (среднеквадратическое значение) (от –7 дБм до +20 дБм), точность: 0,02 дБ, разрешение: 0,01 дБ	Fluke 5790A	Q, P, T
Частотомер	Точность: 0,1 ппм	Keysight 53132A Opt 012 (высокая стабильность)	Q, P, T
Осциллограф	1 ГГц 4 Гс/с при входной нагрузке 50 Ω	Keysight MSO6104A	ПУН
Адаптер	Тип N (штырьковый)/BNC (штырьковый)	Keysight E9623A	Q, P, T
Кабель (требуется 2)	Двойной "банан" (штырьковый)/двойной "банан" (штырьковый)	Keysight 11000-60000	Q, P, T
Кабель	RG58, BNC (штырьковый)/двойной "банан" ИЛИ Коаксиальный кабель RG58 с адаптером BNC (штырьковый)/двойной "банан"	Keysight 11001-60001	Q, P, T
Кабель	RG58, BNC (штырьковый)/BNC (штырьковый)	Keysight 11170C	Q, P, T

* Q = быстрая проверка P = проверка работы T = поиск и устранение неисправностей

Замечания по диагностике

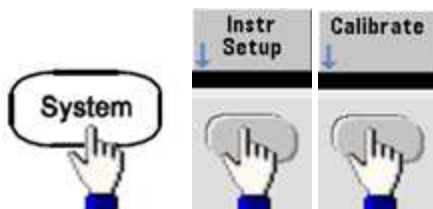
Для оптимальной работы все процедуры должны соответствовать приведенным далее рекомендациям.

- Температура окружающей среды при выполнении калибровки должна быть стабильной от 18 до 28 °С. Идеальной считается температура 23 ± 1 °С.
- Относительная влажность окружающей среды должна быть менее 80%.
- Перед выполнением проверки или регулировки необходимо разогреть прибор, включив его на один час.
- Длина измерительных кабелей должна быть минимальной и соответствовать требованиям к импедансу.
- RG-58 или аналогичный кабель 50 Ом.

Счетчик калибровок

На приборе можно выполнить запрос на определение количества выполненных калибровок. Прибор был откалиброван на заводе. При получении прибора проверьте количество калибровок, чтобы определить исходное значение.

- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- Поскольку значение увеличивается для каждой точки калибровки, которая сохраняет значение, при полной калибровке значение увеличивается во много раз.



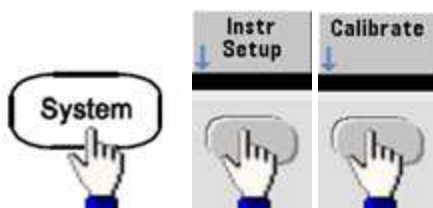
- Лицевая панель:
- SCPI: **CAL:COUNT?**

Сообщение о калибровке

В памяти калибровки можно сохранить одно сообщение, состоящее из 40 символов. Например, можно сохранить дату последнего выполнения калибровки, дату, когда требуется выполнить следующую калибровку, серийный номер прибора или контактную информацию специалиста, выполнившего калибровку.

Разблокируйте прибор, чтобы записать сообщение о калибровке. Сообщение можно прочитать на дисплее на лицевой панели или через интерфейс дистанционного управления вне зависимости от наличия блокировки прибора.

- При сохранении следующего сообщения о калибровке предыдущее сообщение удаляется.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.



- Лицевая панель:
- SCPI: **CAL:STR "Cal Due: 01 August 2012"**

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Безопасность калибровки – серия 33500

В этом разделе описана система безопасности калибровки прибора.

Обзор безопасности

Код безопасности предотвращает случайное или неразрешенное выполнение регулировки прибора. На приборах серии 33500 заводской код безопасности по умолчанию зависит от

модели.

Модели	Код безопасности
33521A и 33522A	AT33520A
335XXB	AT33500

- После ввода кода безопасности он должен использоваться как при работе с лицевой панелью, так и с интерфейсом дистанционного управления. Если безопасность прибора устанавливается с помощью элементов управления лицевой панели, для снятия блокировки с помощью интерфейса дистанционного управления необходимо ввести этот же код.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- Правила кода безопасности:
Строка без закрывающих кавычек длиной не более 12 символов
В начале должна быть указана буква (A-Z)
Может содержать буквы, цифры (0-9) и символы подчеркивания
- Лицевая панель:



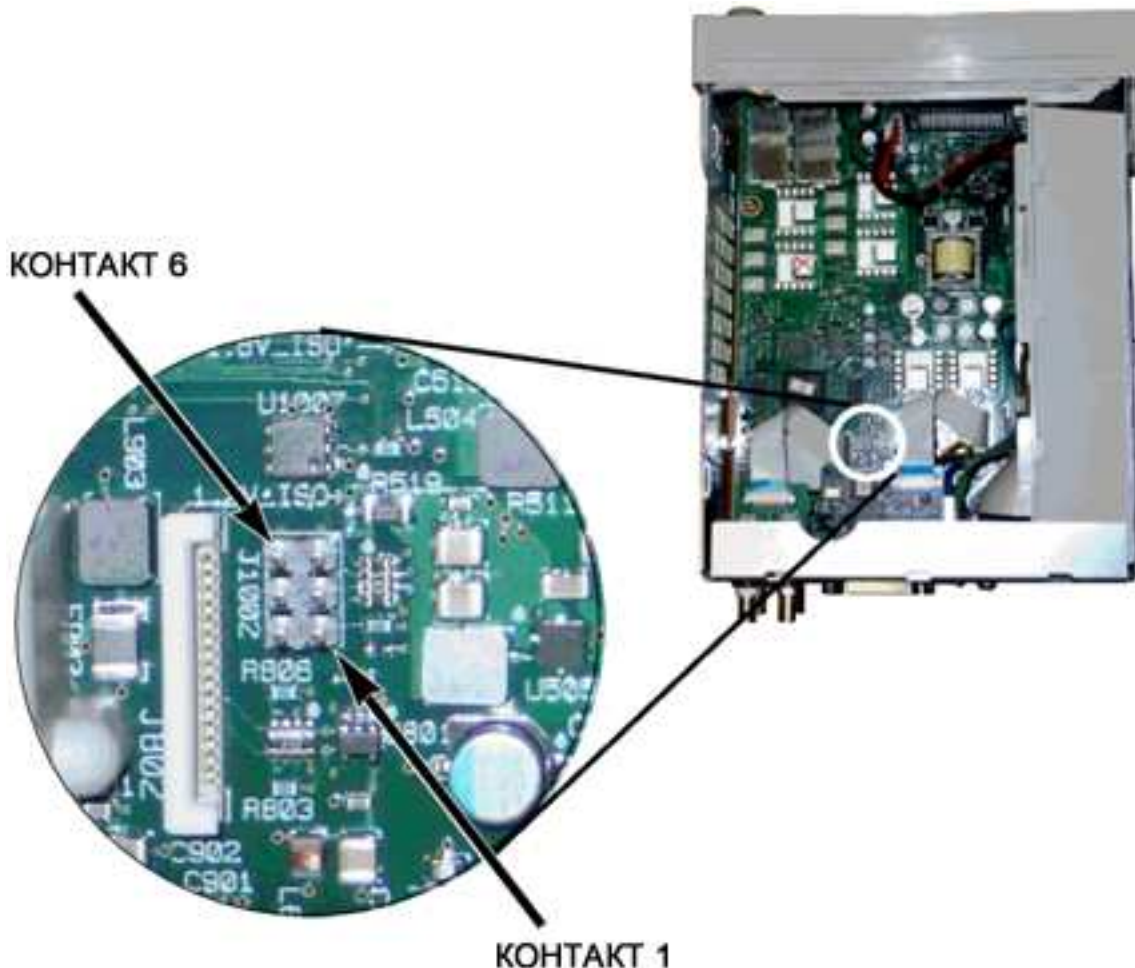
- SCPI: **CALibration_SECurity:STATe**

Снятие защиты прибора без кода безопасности

ВНИМАНИЕ Перед началом выполнения процедуры см. **Меры предосторожности во избежание электростатического разряда**.

1. Отключите кабель питания и все кабели от всех входных и выходных разъемов.
2. Разберите прибор (см. **Разборка прибора – серия 33500**).

3. Сделайте короткое замыкание между контактами 1 и 6 основного разъема главной платы, как показано ниже.



4. Подключите питание и включите прибор.

ОСТОРОЖНО

Будьте осторожны: не прикасайтесь к разъемам подачи питания или линиям высокого напряжения модуля подачи электропитания. Напряжение присутствует, даже если прибор выключен.

5. В очереди ошибок отобразится сообщение "Calibration security has been disabled".

Прибор разблокирован для выполнения калибровки, а для пароля установлено заводское значение по умолчанию. Количество калибровок увеличено, поскольку во время восстановления питания была подключена перемычка; отображается сообщение об ошибке **+701, "Calibration error; security defeated by hardware jumper"**. Энергонезависимое устройство хранения информации о калибровке обновлено и сохраняет сведения об этих операциях.

6. Выключите прибор, отсоедините приспособления для создания короткого замыкания и отключите кабель питания.
7. Снова соберите прибор.
8. Введите новый код безопасности, как описано выше, и запишите его в надежном месте.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Проверка – серия 33500

В следующих разделах описывается проверка при выполнении процедуры калибровки:

- Диагностика работы
- Проверка внутренней временной развертки
- Проверка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом)
- Проверка напряжения смещения постоянного тока
- Проверка равномерности в диапазоне -8 дБ
- Проверка равномерности в диапазоне -24 дБ

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Диагностика работы – серия 33500

Используйте функцию диагностики работы, чтобы проверить точность измерений, выполняемых прибором. При выполнении диагностики работы используются характеристики прибора, перечисленные в справочном листке данных продукта.

Можно выполнить три уровня диагностики работы прибора:

- **Самодиагностика** Серия внутренних проверок, в результате выполнения которых пользователь получает достоверную информацию о работе прибора.
- **Быстрая проверка** Комбинация компонентов внутренней самодиагностики и выбранных проверок.
- **Диагностика работы** Широкий набор проверок, выполнение которых рекомендуется в качестве приемочных испытаний, когда пользователь впервые получает прибор или после выполнения регулировок.

Самодиагностика

Кратковременная самодиагностика при включении питания выполняется автоматически при включении прибора. Эта краткая проверка позволяет убедиться, что прибор находится в рабочем состоянии. Для получения дополнительной информации см. раздел **Процедуры самодиагностики**.

Быстрая проверка работы

Быстрая проверка работы является комбинацией внутренней самодиагностики и сокращенной проверки работы (обозначается буквой Q при выполнении диагностики работы). Эта проверка является самым простым и надежным методом проверки работоспособности прибора и его соответствия рабочим характеристикам. Эти проверки представляют минимальный набор проверок работы прибора, который рекомендуется после выполнения

любого обслуживания. Контрольная проверка работы прибора в точках быстрой проверки (обозначенных Q) обеспечивает проверку точности работы механизмов. При выполнении этой проверки не определяются сбои в работе компонентов.

Для выполнения быстрой проверки работы прибора, выполните следующее:

1. Выполните **полную самодиагностику**.
2. Выполните только диагностику работы в соответствии с пометками Q.
3. Если при выполнении быстрой проверки работы прибора произошел сбой, необходима регулировка или ремонт.

Диагностика работы

Диагностика работы рекомендуется в качестве приемочного испытания, когда пользователь впервые получает прибор. Результаты выполнения проверки при получении необходимо сравнить с характеристиками прибора в справочном листке данных продукта. После начала использования следует повторять выполнение диагностики работы по истечении каждого интервала калибровки.

Если при выполнении диагностики работы прибора произошел сбой, необходима регулировка или ремонт.

Выполнение регулировки рекомендуется по истечении каждого интервала калибровки. Если регулировка не выполнена, следует защитить полосу, используя не более 80% характеристик, перечисленных в справочном листке данных продукта в качестве предельных значений проверки.

Процедуры проверки амплитуды и равномерности

При выполнении процедур проверки равномерности используется точный вольтметр переменного тока и ваттметр. Термoeлектрические преобразователи можно заменить и выполнять измерения, используя соответствующие рабочие процедуры и диагностическое оборудование.

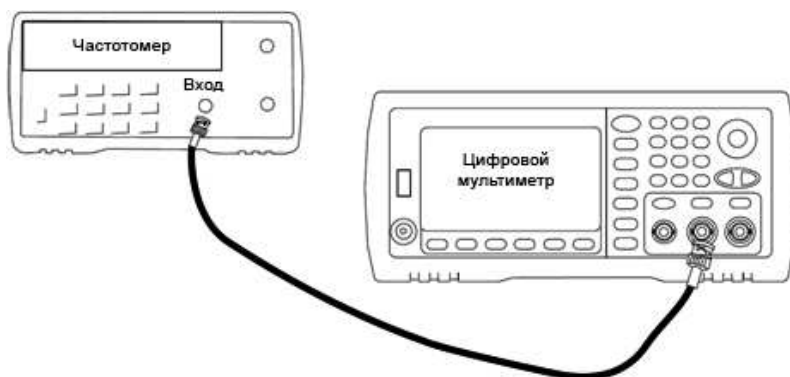
Изменения равномерности для диапазонов аттенюатора -24 дБ и -8 дБ выполняются во время процедуры проверки. Проверка других диапазонов аттенюатора выполняется как часть процедур проверки диапазонов аттенюатора -24 дБ и -8 дБ. Для этих диапазонов не выделена отдельная процедура проверки.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Проверка внутренней временной развертки – серия 33500

Проверка точности выходной частоты. Все значения выходной частоты получены исходя из одной генерируемой частоты.

1. Подключите частотомер к выходу канала 1, как показано далее (входной сигнал для частотомера должен быть ограничен 50 Ом).



2. Установите для прибора выходное значение, приведенное в таблице ниже, и измерьте выходную частоту. Убедитесь, что вывод прибора включен.

Использование	Генератор сигналов			Измерение	
	Функция	Амплитуда	Частота	Номинальное значение	Ошибка*
Q	Синусоидальный	1,00 В между пиками	10,0000000 МГц	10,000 МГц	± 10 Гц

* При использовании **дополнительной высокостабильной временной развертки ОСХО** погрешность измерений составляет ± 1 Гц.

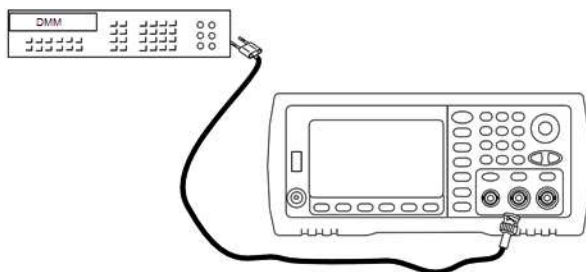
3. Сравните измеренное значение с предельными диагностическими значениями, указанными в таблице.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Проверка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом) – серия 33500

Выполняется проверка точности амплитуды выходного переменного тока при частоте 1 кГц при использовании каждого аттенюатора.

1. Задайте для цифрового мультиметра измерение в В (среднеквадратические значения). Подключите цифровой мультиметр к выходному разъему канала, как показано далее.



2. Установите для прибора все выходные значения, указанные в таблице ниже, и измерьте выходное напряжение с помощью цифрового мультиметра. Убедитесь, что включен выходной сигнал и для выходного импеданса установлено максимальное значение Z.

Испол- зование	Генератор сигналов				Измерение	
	Настройк- а вывода	Функция	Част- ота	Амплитуда	Номинальное значение	Ошибка*
Q	Мак- сималь- ное значение Z**	Сину- сои- дальный	1,00- 0 кГц	400,0 мВ (сред- неквад- ратическое значение)	400,0 мВ (сред- неквад- ратическое значение)	$\pm 0,004707$ В (сред- неквад- ратическое значение)
Q	Мак- сималь- ное значение Z	Сину- сои- дальный	1,00- 0 кГц	400,0 мВ (сред- неквад- ратическое значение)	400,0 мВ (сред- неквад- ратическое значение)	$\pm 0,004707$ В (сред- неквад- ратическое значение)
Q	Мак- сималь- ное значение Z	Сину- сои- дальный	1,00- 0 кГц	1,00 В (сред- неквад- ратическое значение)	1,00 В (сред- неквад- ратическое значение)	$\pm 0,010707$ В (сред- неквад- ратическое значение)
Q	Мак- сималь- ное значение Z	Сину- сои- дальный	1,00- 0 кГц	2,500 В (сред- неквад- ратическое значение)	2,500 В (сред- неквад- ратическое значение)	$\pm 0,025707$ В (сред- неквад- ратическое значение)
Q	Мак- сималь- ное значение Z	Сину- сои- дальный	1,00- 0 кГц	7,000 В (сред- неквад- ратическое значение)	7,000 В (сред- неквад- ратическое значение)	$\pm 0,070707$ В (сред- неквад- ратическое значение)

* На основе 1% значения параметра ± 1 мВ между пиками (50 Ом); преобразовано в В (среднеквадратическое значение) для максимального значения Z.

** Используйте следующую последовательность для настройки вывода:

- Задайте для амплитуды значение 400,0 мВ (среднеквадратическое значение).
- Установите для смещения постоянного тока значение 1,0 В.
- Отключите автоматический диапазон.
- Установите для напряжения смещения постоянного тока значение 0,0 В.
- После выполнения измерений включите автоматический диапазон для оставшихся измерений.

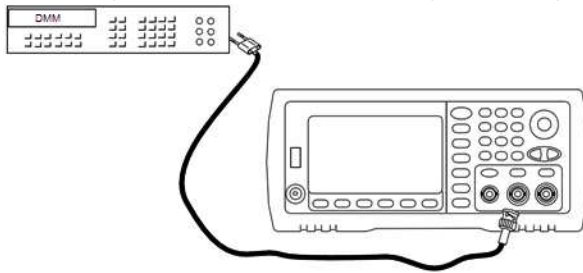
3. Сравните измеренное значение с предельными диагностическими значениями, указанными в таблице.
4. Только для двухканальных приборов: подсоедините цифровой мультиметр к выходу канала 2 и повторите шаги 2 и 3.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Проверка напряжения смещения постоянного тока – серия 33500

Выполняется проверка напряжения смещения постоянного тока в двух диапазонах аттенюатора.

1. Задайте для цифрового мультиметра измерение в В постоянного тока. Подключите цифровой мультиметр к выходному разъему канала, как показано далее.



2. Установите для прибора все выходные значения, указанные в таблице ниже, и измерьте выходное напряжение с помощью цифрового мультиметра.

Использование	Генератор сигналов			Измерение	
	Настройка вывода	Функция	Напряжение	Номинальное значение	Ошибка*
Q	Максимальное значение Z	Постоянный ток	0,0 В	0,0 В постоянного тока	$\pm 0,002$ В постоянного тока
Q	Максимальное значение Z	Постоянный ток	500 мВ	0,500 В постоянного тока	$\pm 0,007$ В постоянного тока
Q	Максимальное значение Z	Постоянный ток	10,0 В	10,0 В постоянного тока	$\pm 0,102$ В постоянного тока

* На основе 1% значения параметра ± 2 мВ постоянного тока для максимального значения Z.

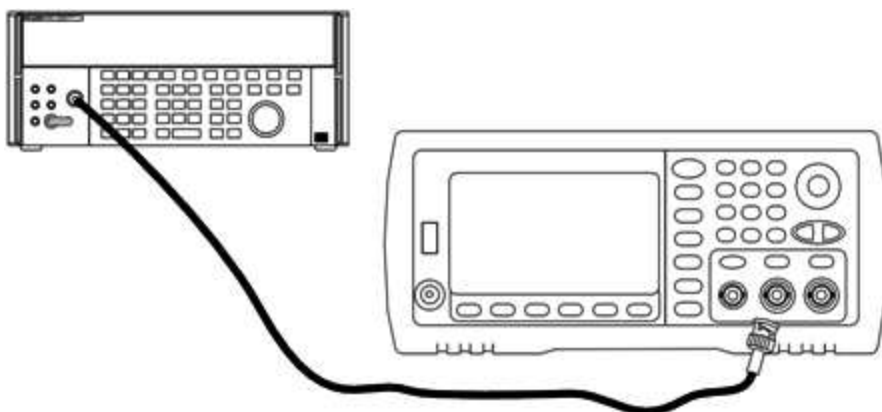
3. Сравните измеренное значение с предельными диагностическими значениями, указанными в таблице.
4. Только для двухканальных приборов: подсоедините цифровой мультиметр к выходу канала 2 и повторите шаги 2 и 3.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Проверка равномерности в диапазоне -8 дБ – серия 33500

Выполняется проверка равномерности амплитуды переменного тока с высокой частотой в диапазоне аттенюатора -8 дБ. Также выполняется проверка равномерности для других диапазонов, за исключением диапазонов аттенюатора -24 дБ и 0 дБ.

1. Подключите вольтметр переменного тока для точных измерений, чтобы измерить выходную амплитуду, как показано далее. Подсоедините кабель BNC к широкополосному входному разъему Fluke 5790A. При использовании замещающего испытательного оборудования убедитесь в том, что входной импеданс равен 50 Ом, поскольку точность нагрузки непосредственно влияет на качество измерений.



2. Установите на вольтметре переменного тока для точных измерений значение "Medium, Medium" для параметров цифрового фильтра и перезапуска фильтра.
3. Установите на приборе выходные значения, указанные в таблице ниже, и измерьте выходную амплитуду с помощью вольтметра переменного тока. Полученное значение является контрольным измерением. Установите выходной импеданс 50 Ом. Убедитесь в том, что выходной сигнал активирован.

Использование	Генератор сигналов				Измерение	
	Выходная нагрузка	Функция	Амплитуда	Частота	Номинальное значение	Ошибка
Q	50 Ω	Синусоидальный	1,200 В (среднеквадратическое значение)	1,00-0 кГц	1,200 В (среднеквадратическое значение)	$\pm 0,0127$ В (среднеквадратическое значение)

4. Установите значение, измеренное в шаге 3, в качестве контрольного значения на вольтметре переменного тока.

5. Установите для прибора значения вывода, указанные в таблице ниже, и измерьте с помощью вольтметра переменного тока выходную амплитуду в процентах относительно источника. Обратите внимание, что в таблице также указаны выходные значения в дБ, необходимые для выполнения этого испытания с использованием ваттметра.

Использование	Генератор сигналов				Измерение			
	Выходная нагрузка	Функция	Амплитуда	Частота	Номинальное значение	Ошибка	Номинальное значение	Ошибка
	50 Ω	Синусоидальный	1,200 В (среднеквадратическое значение)	100,0-00 кГц	100%	$\pm 1,1-5\%$	0 дБ	$\pm 0,1-0$ дБ
				500,0-00 кГц		$\pm 1,7-4\%$		$\pm 0,1-5$ дБ
				1,000 МГц		$\pm 1,7-4\%$		$\pm 0,1-5$ дБ
Q	50 Ω	Синусоидальный	1,200 В (среднеквадратическое значение)	2,000 МГц	100%	$\pm 1,7-4\%$	0 дБ	$\pm 0,1-5$ дБ

Использование	Генератор сигналов				Измерение			
	50 Ω	Синусоидальный	1,200 В (среднеквадратическое значение)	5,000 МГц	100%	$\pm 1,7-4\%$	0 дБ	$\pm 0,1-5$ дБ
				10,00 МГц		$\pm 3,5-1\%$		$\pm 0,3-0$ дБ
				15,00 МГц		$\pm 3,5-1\%$		$\pm 0,3-0$ дБ
				20,00 МГц		$\pm 3,5-1\%$		$\pm 0,3-0$ дБ
				22,00 МГц (не требуется для приборов 20 МГц)		$\pm 4,7-1\%$		$\pm 0,4-0$ дБ
				27,00 МГц (не требуется для приборов 20 МГц)		$\pm 4,7-1\%$		$\pm 0,4-0$ дБ
				30,00 МГц (не требуется для приборов 20 МГц)		$\pm 4,7-1\%$		$\pm 0,4-0$ дБ

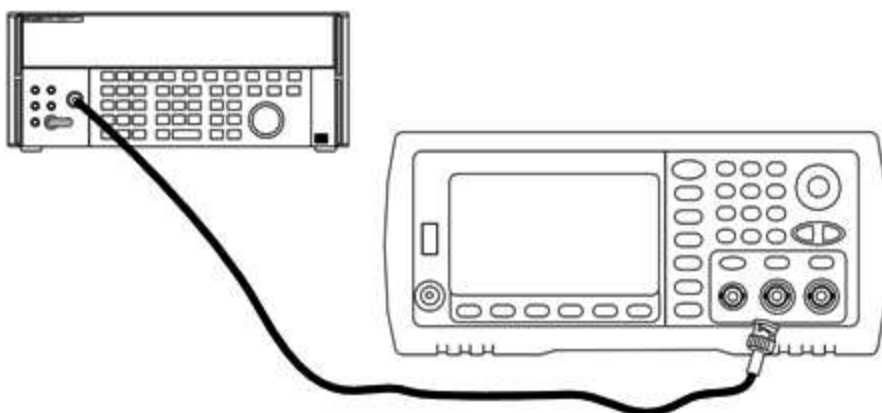
6. Сравните измеренное значение с предельными диагностическими значениями, указанными в таблице.
7. Только для двухканальных приборов: подсоедините вольтметр переменного тока к каналу 2 и повторите шаги 2-6.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Проверка равномерности в диапазоне -24 дБ – серия 33500

Выполняется проверка равномерности амплитуды переменного тока с высокой частотой в диапазоне аттенюатора -24 дБ. Также выполняется проверка равномерности для диапазона аттенюатора 0 дБ.

1. Подключите вольтметр переменного тока для точных измерений, чтобы измерить выходную амплитуду, как показано далее. Подсоедините кабель BNC к широкополосному входному разъему Fluke 5790A. При использовании замещающего испытательного оборудования убедитесь в том, что входной импеданс равен 50 Ом, поскольку точность нагрузки непосредственно влияет на качество измерений.



2. Установите на вольтметре переменного тока для точных измерений значение "Medium, Medium" для параметров цифрового фильтра и перезапуска фильтра.
3. Установите на приборе выходные значения, указанные в таблице ниже, и измерьте выходную амплитуду с помощью вольтметра переменного тока. Полученное значение является контрольным измерением. Установите выходной импеданс 50 Ом. Убедитесь в том, что выходной сигнал активирован.

Использование	Генератор сигналов				Измерение	
	Выходная нагрузка	Функция	Амплитуда	Частота	Номинальное значение	Ошибка
Q	50 Ω	Синусоидальный	0,190 В (среднеквадратическое значение)	1,00-0 кГц	0,190 В (среднеквадратическое значение)	$\pm 0,0026$ В (среднеквадратическое значение)

4. Установите значение, измеренное в шаге 3, в качестве контрольного значения на вольтметре переменного тока.

5. Установите для прибора значения вывода, указанные в таблице ниже, и измерьте с помощью вольтметра переменного тока выходную амплитуду в процентах относительно источника. Обратите внимание, что в таблице также указаны выходные значения в дБ, необходимые для выполнения этого испытания с использованием ваттметра.

Использование	Генератор сигналов				Измерение			
	Выходная нагрузка	Функция	Амплитуда	Частота	Номинальное значение	Ошибка	Номинальное значение	Ошибка
	50 Ω	Синусоидальный	0,190 В (среднеквадратическое значение)	100,0-00 кГц	100%	$\pm 1,1-5\%$	0 дБ	$\pm 0,1-0$ дБ
				500,0-00 кГц		$\pm 1,7-4\%$		$\pm 0,1-5$ дБ
				1,000 МГц		$\pm 1,7-4\%$		$\pm 0,1-5$ дБ
Q	50 Ω	Синусоидальный	0,190 В (среднеквадратическое значение)	2,000 МГц	100%	$\pm 1,7-4\%$	0 дБ	$\pm 0,1-5$ дБ

Использование	Генератор сигналов				Измерение			
	50 Ω	Синусоидальный	0,190 В (среднеквадратическое значение)	5,000 МГц	100%	$\pm 1,7-4\%$	0 дБ	$\pm 0,1-5$ дБ
				10,00 МГц		$\pm 3,5-1\%$		$\pm 0,3-0$ дБ
				15,00 МГц		$\pm 3,5-1\%$		$\pm 0,3-0$ дБ
				20,00 МГц		$\pm 3,5-1\%$		$\pm 0,3-0$ дБ
				22,00 МГц (не требуется для приборов 20 МГц)		$\pm 4,7-1\%$		$\pm 0,4-0$ дБ
				27,00 МГц (не требуется для приборов 20 МГц)		$\pm 4,7-1\%$		$\pm 0,4-0$ дБ
				30,00 МГц (не требуется для приборов 20 МГц)		$\pm 4,7-1\%$		$\pm 0,4-0$ дБ

6. Сравните измеренное значение с предельными диагностическими значениями, указанными в таблице.
7. Только для двухканальных приборов: подсоедините вольтметр переменного тока к каналу 2 и повторите шаги 2-6.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Общая процедура калибровки и регулировки – серия 33500

Рекомендуемый метод для выполнения полной калибровки прибора:

1. Прочтите раздел **Замечания по диагностике**.
2. **Выполните проверку**, чтобы узнать характеристики прибора (исходные данные).
3. Нажмите кнопку [**System > Instr Setup > Calibrate**]. Если прибор заблокирован для выполнения калибровки, **разблокируйте его**.
4. Введите номер настройки для выполняемой процедуры. Номер настройки по умолчанию "1"; ввод выполняется с помощью элементов управления лицевой панели, и значение этого номера возрастает по мере выполнения процедур.
5. Выберите **BEGIN**.
6. При выполнении настройки, для которой необходим ввод, отрегулируйте значение, отображаемое на дисплее, в соответствии с измеряемым значением и выберите **ENTER VALUE**.
7. Автоматически будет выполнен переход к следующему необходимому значению.

Чтобы отменить процедуру регулировки, выберите **CANCEL STEP**. На дисплее отобразится экран ввода номера настройки.
8. По окончании операции выберите **END CAL**.
9. (Дополнительно) Задайте новое сообщение калибровки, используя интерфейс дистанционного управления. Сообщение (до 40 символов) сохраняется вместе с коэффициентами калибровки.
10. Установите блокировку прибора от выполнения калибровки.
11. Запишите новый код безопасности и количество калибровок в записях обслуживания прибора.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Прерывание выполнения калибровки – серия 33500

Иногда требуется прервать выполнение калибровки. Можно прервать калибровку в любое время, отключив питание или отправив с устройства интерфейса дистанционного управления команду сброса настроек прибора, за которой следует команда ***RST**.

Прибор сохраняет константы калибровки в конце каждой процедуры регулировки. При отключении питания или прерывании выполнения регулировки потребуется только повторно выполнить прерванную процедуру регулировки.

ВНИМАНИЕ

Если подача питания прерывается, когда прибор пытается записать в память новые константы калибровки, можно потерять все константы калибровки для соответствующей функции. Обычно после повторного включения питания на дисплее прибора отображается сообщение об ошибке **"-313, Calibration Memory Lost"**.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Последовательность регулировок – серия 33500

Последовательность регулировок в виде нумерованных шагов сокращает количество выполняемых настроек диагностического оборудования и изменений соединений.

Если требуется, можно выполнить отдельные регулировки, но настройки 1 – 7 следует выполнять по порядку, перед любой другой процедурой настройки.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Самодиагностика – серия 33500

Перед выполнением дополнительных регулировок запустите самодиагностику, чтобы убедиться, что прибор находится в рабочем состоянии.

Обязательно разблокируйте прибор и выполняйте требования, перечисленные в разделе **Замечания по диагностике** перед выполнением регулировок.

1. Нажмите кнопку **[System > Instr Setup > Calibrate]**. Введите номер настройки 1 и выберите **BEGIN**.

Настройка	
1	Выполняет самодиагностику. Во время самодиагностики основной выходной канал отключается.

2. Если во время самодиагностики прибора происходит сбой, перед продолжением выполнения процедур регулировки необходимо выполнить ремонт прибора.

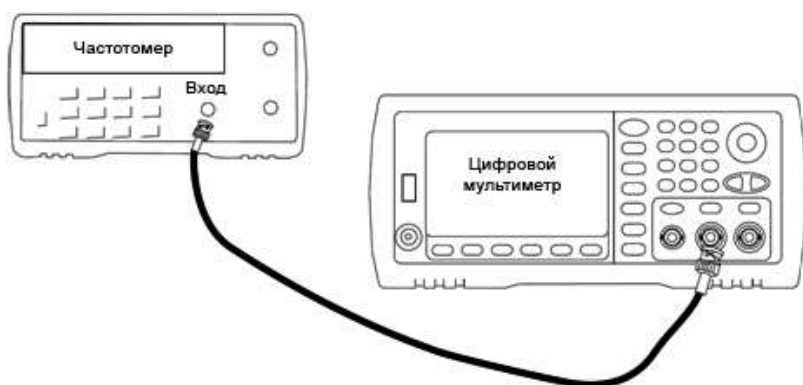
Полная процедура самодиагностики (***TST?**) занимает приблизительно 15 секунд.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка частоты (внутренняя временная развертка) – серия 33500

Прибор сохраняет константу калибровки, которая задает для кварцевого осциллятора точную выходную частоту 10 МГц. Прибор должен работать непрерывно в течение 30 минут до выполнения этой регулировки, чтобы обеспечить стабильность временной развертки.

1. Установите разрешение частотомера больше 0,01 имп./мин и входную нагрузку 50 Ом (если для входной нагрузки частотомера задано значение, отличное от 50 Ом, необходимо обеспечить подключение в внешнем источнике нагрузки). Выполните подключения, показанные далее.



2. Используйте частотомер, чтобы измерить выходную частоту для каждой настройки в следующей таблице.

Номинальный сигнал			
Настройка	Частота	Амплитуда	
2	<10 МГц	~1 В между пиками	Выходная частота немного меньше 10 МГц
3	>10 МГц		Выходная частота немного больше 10 МГц
4	~10 МГц		Выходная частота должна составлять приблизительно 10 МГц
5*	10 МГц		Выходная частота должна быть 10 МГц ± 1 имп./мин

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

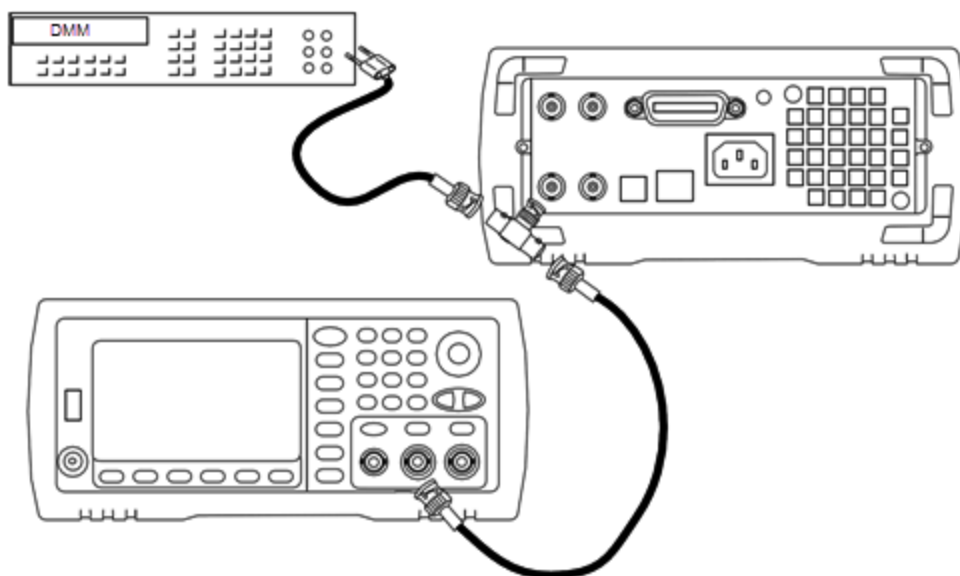
3. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемое значение частоты для каждой настройки, чтобы оно соответствовало измеренной частоте. Выберите **ENTER VALUE**.
4. Для продолжения выполните следующие действия:
- Если для процедур калибровки требуется проверка выполненной регулировки, закройте меню калибровки и выполните **Проверка внутренней временной развертки**.
 - После выполнения всех регулировок и последующей проверки работы прибора перейдите к следующей процедуре в этом разделе.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка внутреннего АЦП – серия 33500

Прибор сохраняет константы калибровки, относящиеся к усилению и смещению внутреннего АЦП. Настройка 6 должна всегда выполняться перед другими регулировками амплитуды. Внутренний АЦП далее используется в качестве источника констант калибровки, генерируемых во время самокалибровки (настройка 7).

1. Подключите выход канала 1 к модуляционному входу на задней панели прибора и цифровому мультиметру, как показано ниже.



2. Настройте цифровой мультиметр для отображения цифр 5½ и установите функцию измерения В постоянного тока.
3. Введите следующую настройку.

	Номинальный сигнал	
Настройка	Уровень постоянного тока	
6*	~1,0 В постоянного тока ±10 %	Выполняет калибровку внутреннего АЦП.

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

4. С помощью цифровой клавиатуры и ручки введите значение, полученное в результате измерений с помощью цифрового мультиметра.

Примечание Для выполнения этой настройки необходимо приблизительно 15 секунд.

5. Отсоедините все кабели от прибора.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Настройка самокалибровки – серия 33500

1. Выполните ввод и приступите к следующей настройке.

Настройка	
7*	Самокалибровка. Выход отключен.

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

2. Для продолжения выполните следующие действия:

- а. Если в ходе процедуры калибровки необходимо проверить выполненные настройки, выйдите из меню калибровки и выполните процедуру **Проверка напряжения смещения постоянного тока**.
- б. После выполнения всех регулировок и последующей проверки работы прибора перейдите к следующей процедуре в этом разделе.

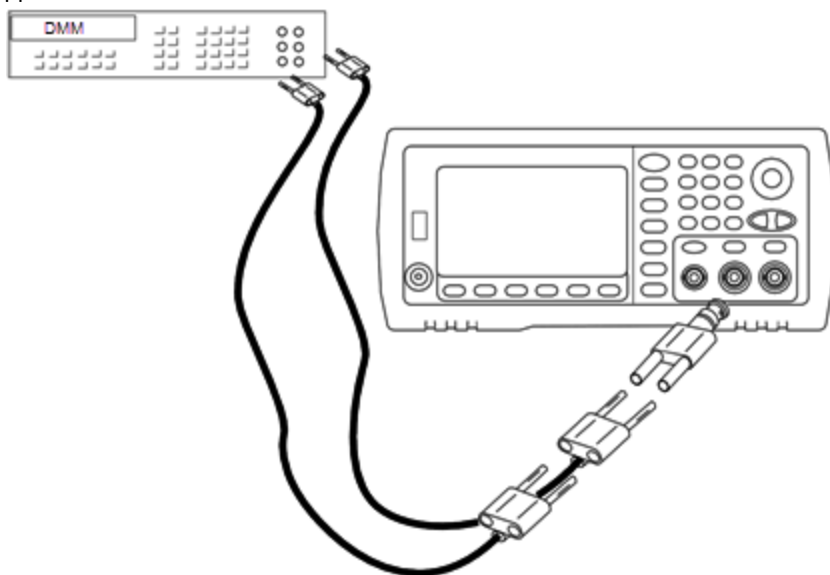
Примечание Для выполнения этой настройки необходимо приблизительно 15 секунд.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка выходного импеданса - серия 33500

В памяти прибора сохраняются постоянные калибровки для выходного импеданса канала. Эти постоянные могут быть генерированы с использованием аттенюатора, следующего за усилителем, или без его использования.

1. Настройте цифровой мультиметр для измерения сопротивления в омах в 4-проводных кабелях с учетом компенсации смещения. Настройте цифровой мультиметр для использования интеграции 100 циклов линии питания. Подсоедините входы источника и датчика сопротивления цифрового мультиметра к выходным разъемам канала, как показано далее.



2. С помощью цифрового мультиметра измерьте 4-проводное сопротивление на разъеме лицевой панели для каждой настройки, указанной в следующей таблице. Измеренное значение должно составить приблизительно 50 Ом.

Настройка	
8*	Диапазон после аттенюатора -24 дБ
9*	0 дБ

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

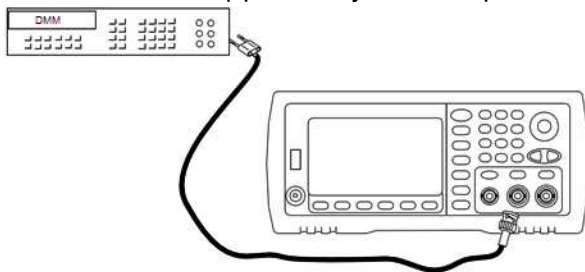
3. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемый импеданс каждой настройки в соответствии с измеренным импедансом. Выберите **ENTER VALUE**.
4. Для выходного импеданса не предусмотрено специальных испытаний для проверки функциональности. Перейдите к следующей процедуре регулировки в данном разделе.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом) – серия 33500

В памяти прибора сохраняются постоянные калибровки для всех трактов с высокоимпедансным аттенуатором. Коэффициент усиления для каждого тракта вычисляется на основе двух измерений: измерение с сигналом ЦАП при положительном выходе и измерение с сигналом ЦАП при отрицательном выходе. Таким образом, настройку параметров необходимо производить попарно.

1. Подключите цифровой мультиметр к выходному разъему канала, как показано далее.



2. С помощью цифрового мультиметра измерьте напряжение постоянного тока на разъеме лицевой панели для каждой настройки, указанной в следующей таблице.

Настройка	Номинальный сигнал	
	Уровень постоянного тока	
10	+0,0028 В	Выход в пределах диапазона -72 дБ
11*	-0,0028 В	Выход в пределах диапазона -72 дБ
12	+0,007 В	Выход в пределах диапазона -64 дБ
13*	-0,007 В	Выход в пределах диапазона -64 дБ
14	+0,017 В	Выход в пределах диапазона -56 дБ
15*	-0,017 В	Выход в пределах диапазона -56 дБ
16	+0,044 В	Выход в пределах диапазона -48 дБ
17*	-0,044 В	Выход в пределах диапазона -48 дБ
18	+0,11 В	Выход в пределах диапазона -40 дБ
19*	-0,11 В	Выход в пределах диапазона -40 дБ
20	+0,28 В	Выход в пределах диапазона -32 дБ
21*	-0,28 В	Выход в пределах диапазона -32 дБ
22	+0,68 В	Выход в пределах диапазона -24 дБ
23*	-0,68 В	Выход в пределах диапазона -24 дБ
24	+1,7 В	Выход в пределах диапазона -16 дБ
25*	-1,7 В	Выход в пределах диапазона -16 дБ
26	+4,3 В	Выход в пределах диапазона -8 дБ
27*	-4,3 В	Выход в пределах диапазона -8 дБ
28	+10,8 В	Выход в пределах диапазона -0 дБ
29*	-10,8 В	Выход в пределах диапазона -0 дБ
30	+0,044 В	Выход в диапазоне -48 дБ по постоянному току верхнего уровня
31*	-0,044 В	Выход в диапазоне -48 дБ по постоянному току верхнего уровня
32	+0,11 В	Выход в диапазоне -40 дБ по постоянному току верхнего уровня

Настройка	Номинальный сигнал	
	Уровень постоянного тока	
33*	-0,11 В	Выход в диапазоне -40 дБ по постоянному току верхнего уровня
34	+0,28 В	Выход в диапазоне -32 дБ по постоянному току верхнего уровня
35*	-0,28 В	Выход в диапазоне -32 дБ по постоянному току верхнего уровня
36	+0,68 В	Выход в диапазоне -24 дБ по постоянному току верхнего уровня
37*	-0,68 В	Выход в диапазоне -24 дБ по постоянному току верхнего уровня

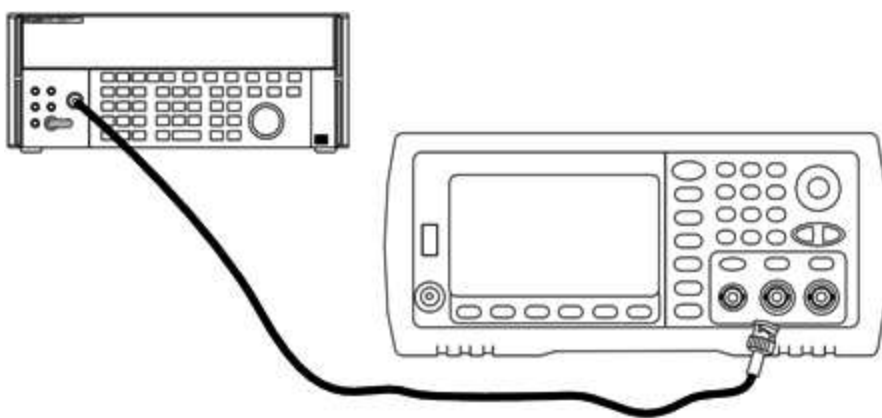
* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

3. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемое напряжение каждой настройки в соответствии с измеренным напряжением. Выберите **ENTER VALUE**.
4. Для продолжения выполните следующие действия:
 - a. Если в ходе калибровки необходимо проверить эту настройку, выйдите из меню калибровки и выполните процедуру **Проверка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом)**.
 - b. После выполнения всех регулировок и последующей проверки работы прибора перейдите к следующей процедуре в этом разделе.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка равномерности в диапазоне -24 дБ – серия 33500

1. Подключите вольтметр переменного тока для точных измерений, чтобы измерить выходную амплитуду, как показано далее. Подсоедините кабель BNC к широкополосному входному разъему Fluke 5790A.



2. С помощью вольтметра переменного тока для точных измерений измерьте выходную амплитуду каждой настройки, указанной в таблице ниже.

Настройка	Номинальный сигнал		
	Частота	Амплитуда	
38*	1 кГц	0,192 В (среднеквадратическое значение)	Равномерность для диапазона - 24 дБ
39*	100 кГц		
40*	1 МГц		
41*	5 МГц		
42*	10 МГц		
43*	20 МГц		
44*	25 МГц		
45*	30 МГц		

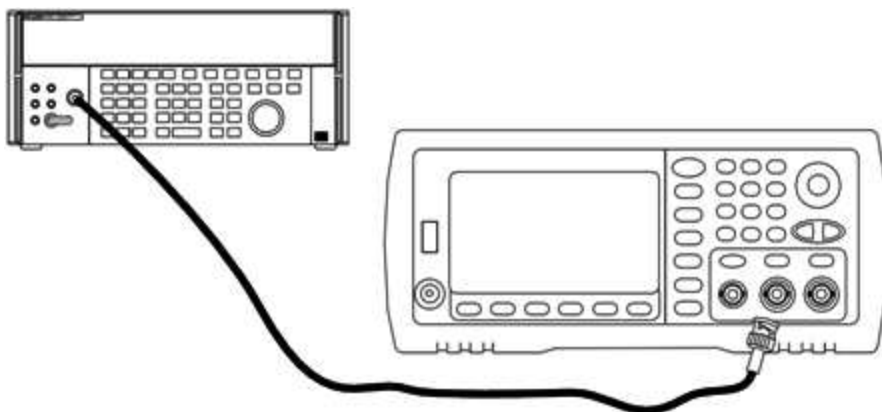
* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

3. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемое напряжение каждой настройки в соответствии с измеренным напряжением. Выберите **ENTER VALUE**.
4. Для продолжения выполните следующие действия:
- Если в ходе процедуры калибровки необходимо проверить выполненные настройки, выйдите из меню калибровки и выполните процедуру **Проверка равномерности в диапазоне -24 дБ**.
 - После выполнения всех регулировок и последующей проверки работы прибора перейдите к следующей процедуре в этом разделе.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка равномерности в диапазоне -8 дБ – серия 33500

1. Подключите вольтметр переменного тока для точных измерений, чтобы измерить выходную амплитуду, как показано далее. Подсоедините кабель BNC к широкополосному входному разъему Fluke 5790A.



2. С помощью вольтметра переменного тока для точных измерений измерьте выходную амплитуду каждой настройки, указанной в таблице ниже.

Настройка	Номинальный сигнал		
	Частота	Амплитуда	
46*	1 кГц	1,22 В (среднеквадратичное значение)	Равномерность для диапазона -8 дБ
47*	100 кГц		
48*	1 МГц		
49*	5 МГц		
50*	10 МГц		
51*	20 МГц		
52*	25 МГц		
53*	30 МГц		

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

3. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемое напряжение каждой настройки в соответствии с измеренным напряжением. Выберите **ENTER VALUE**.
4. Для продолжения выполните следующие действия:
 - а. Если для процедур калибровки требуется проверка выполненной регулировки, закройте меню калибровки и выполните **Проверка равномерности в диапазоне -8 дБ**.

- b. Если выполнены все регулировки и проверена работа прибора, проверьте выходные характеристики прибора, выполнив процедуру **Диагностика работы**.

При этом процедуры регулировки для одноканального прибора можно считать завершенными. Рекомендуется выполнение проверки выходных характеристик прибора.

При регулировке двухканального прибора перейдите к выполнению следующей процедуры в данном разделе.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка канала 2 – серия 33500

В приведенных далее разделах описывается регулировка канала 2.

- **Настройка самокалибровки (канал 2)**
- **Регулировка выходного импеданса (канал 2)**
- **Регулировка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом) (канал 2)**
- **Регулировка равномерности в диапазоне -24 дБ (канал 2)**
- **Регулировка равномерности в диапазоне -8 дБ (канал 2)**

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Настройка самокалибровки (канал 2) – серия 33500

1. Выполните ввод и приступите к следующей настройке.

Настройка	
54*	Самокалибровка. Выход отключен.

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

2. Для продолжения выполните следующие действия:
- Если в ходе процедуры калибровки необходимо проверить выполненные настройки, выйдите из меню калибровки и выполните процедуру **Проверка напряжения смещения постоянного тока**. Регулировка выполняется для канала 2.
 - После выполнения всех регулировок и последующей проверки работы прибора перейдите к следующей процедуре в этом разделе.

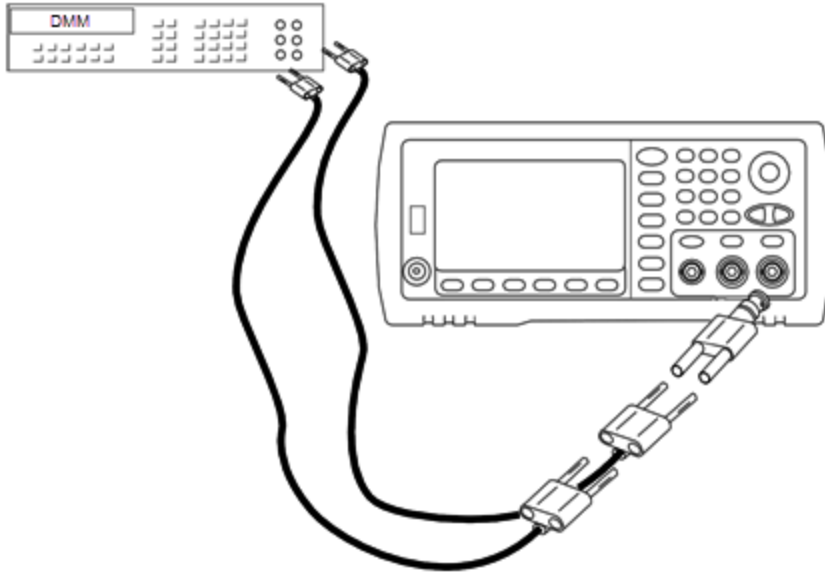
Примечание Для выполнения этой настройки необходимо приблизительно 15 секунд.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка выходного импеданса (канал 2) - серия 33500

В памяти прибора сохраняются постоянные калибровки для выходного импеданса канала. Эти постоянные могут быть генерированы с использованием аттенюатора, следующего за усилителем, или без его использования.

1. Настройте цифровой мультиметр для измерения сопротивления в омах в 4-проводных кабелях с учетом компенсации смещения. Настройте цифровой мультиметр для использования интеграции 100 циклов линии питания. Подсоедините входы источника и датчика сопротивления цифрового мультиметра к выходным разъемам канала, как показано далее.



2. С помощью цифрового мультиметра измерьте 4-проводное сопротивление на разъеме лицевой панели для каждой настройки, указанной в следующей таблице. Измеренное значение должно составить приблизительно 50 Ом.

Настройка	
55*	Диапазон после аттенюатора -24 дБ
56*	0 дБ

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

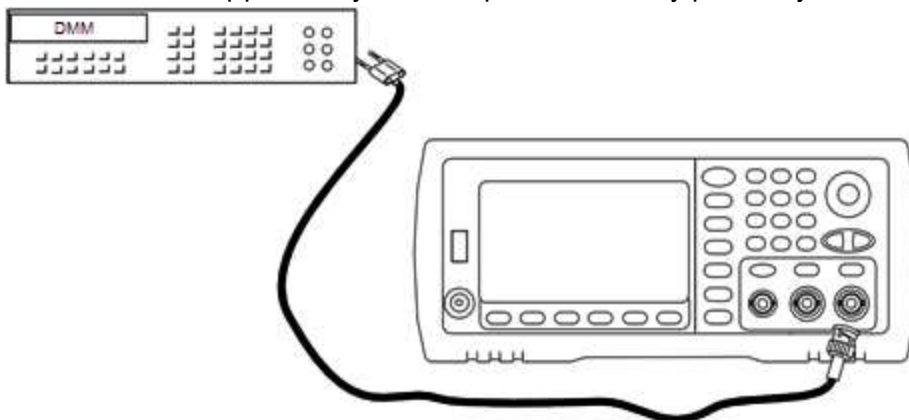
3. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемый импеданс каждой настройки в соответствии с измеренным импедансом. Выберите **ENTER VALUE**.
4. Для выходного импеданса не предусмотрено специальных испытаний для проверки функциональности. Перейдите к следующей процедуре регулировки в данном разделе.

[Предыдущий раздел главы "Калибровка"](#) [Следующий раздел главы "Калибровка"](#)

Регулировка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом) (канал 2) – серия 33500

В памяти прибора сохраняются постоянные калибровки для всех трактов с высокоимпедансным аттенуатором. Коэффициент усиления для каждого тракта вычисляется на основе двух измерений: измерение с сигналом ЦАП при положительном выходе и измерение с сигналом ЦАП при отрицательном выходе. Таким образом, настройку параметров необходимо производить попарно.

1. Подключите цифровой мультиметр к выходному разъему канала, как показано далее.



2. С помощью цифрового мультиметра измерьте напряжение постоянного тока на разъеме лицевой панели для каждой настройки, указанной в следующей таблице.

	Номинальный сигнал	
Настройка	Уровень постоянного тока	
57	+0,0028 В	Выход в пределах диапазона -72 дБ
58*	-0,0028 В	Выход в пределах диапазона -72 дБ
59	+0,007 В	Выход в пределах диапазона -64 дБ
60*	-0,007 В	Выход в пределах диапазона -64 дБ
61	+0,017 В	Выход в пределах диапазона -56 дБ
62*	-0,017 В	Выход в пределах диапазона -56 дБ
63	+0,044 В	Выход в пределах диапазона -48 дБ
64*	-0,044 В	Выход в пределах диапазона -48 дБ
65	+0,11 В	Выход в пределах диапазона -40 дБ
66*	-0,11 В	Выход в пределах диапазона -40 дБ
67	+0,28 В	Выход в пределах диапазона -32 дБ
68*	-0,28 В	Выход в пределах диапазона -32 дБ
69	+0,68 В	Выход в пределах диапазона -24 дБ
70*	-0,68 В	Выход в пределах диапазона -24 дБ
71	+1,7 В	Выход в пределах диапазона -16 дБ
72*	-1,7 В	Выход в пределах диапазона -16 дБ
73	+4,3 В	Выход в пределах диапазона -8 дБ
74*	-4,3 В	Выход в пределах диапазона -8 дБ
75	+10,8 В	Выход в пределах диапазона -0 дБ
76*	-10,8 В	Выход в пределах диапазона -0 дБ
77	+0,044 В	Выход в диапазоне -48 дБ по постоянному току верхнего уровня
78*	-0,044 В	Выход в диапазоне -48 дБ по постоянному току верхнего уровня
79	+0,11 В	Выход в диапазоне -40 дБ по постоянному току верхнего уровня

	Номинальный сигнал	
Настройка	Уровень постоянного тока	
80*	-0,11 В	Выход в диапазоне -40 дБ по постоянному току верхнего уровня
81	+0,28 В	Выход в диапазоне -32 дБ по постоянному току верхнего уровня
82*	-0,28 В	Выход в диапазоне -32 дБ по постоянному току верхнего уровня
83	+0,68 В	Выход в диапазоне -24 дБ по постоянному току верхнего уровня
84*	-0,68 В	Выход в диапазоне -24 дБ по постоянному току верхнего уровня

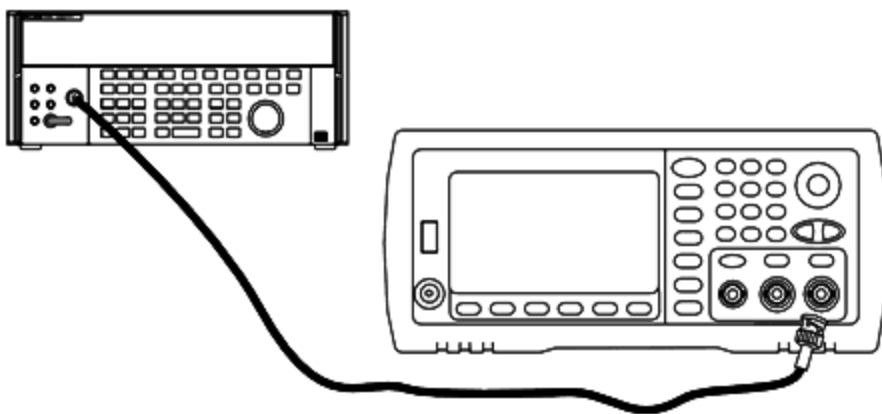
* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

3. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемое напряжение каждой настройки в соответствии с измеренным напряжением. Выберите **ENTER VALUE**.
4. Для продолжения выполните следующие действия:
 - a. Если в ходе калибровки необходимо проверить эту настройку, выйдите из меню калибровки и выполните процедуру **Проверка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом)**.
 - b. После выполнения всех регулировок и последующей проверки работы прибора перейдите к следующей процедуре в этом разделе.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка равномерности в диапазоне -24 дБ (канал 2) – серия 33500

1. Подключите вольтметр переменного тока для точных измерений, чтобы измерить выходную амплитуду, как показано далее. Подсоедините кабель BNC к широкополосному входному разъему Fluke 5790A.



2. С помощью вольтметра переменного тока для точных измерений измерьте выходную амплитуду каждой настройки, указанной в таблице ниже.

Настройка	Номинальный сигнал		
	Частота	Амплитуда	
85*	1 кГц	0,192 В (среднеквадратическое значение)	Равномерность для диапазона - 24 дБ
86*	100 кГц		
87*	1 МГц		
88*	5 МГц		
89*	10 МГц		
90*	20 МГц		
91*	25 МГц		
92*	30 МГц		

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

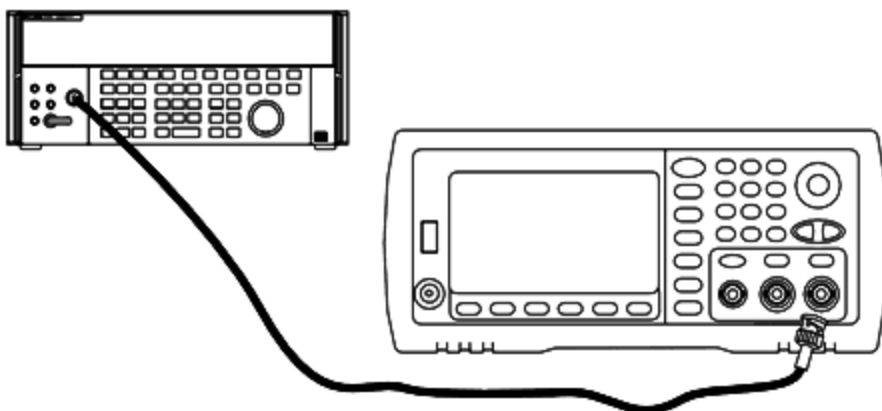
3. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемое напряжение каждой настройки в соответствии с измеренным напряжением. Выберите **ENTER VALUE**.
4. Для продолжения выполните следующие действия:
- Если в ходе процедуры калибровки необходимо проверить выполненные настройки, выйдите из меню калибровки и выполните процедуру **Проверка равномерности в диапазоне -24 дБ**. Регулировка выполняется для канала 2.
 - После выполнения всех регулировок и последующей проверки работы прибора перейдите к следующей процедуре в этом разделе.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка равномерности в диапазоне -8 дБ (канал 2) – серия 33500

Данный раздел относится к каналу 2. Выполняется проверка равномерности амплитуды переменного тока с высокой частотой в диапазоне аттенюатора -8 дБ. Также выполняется проверка равномерности для других диапазонов, исключая диапазоны аттенюатора -24 дБ и 0 дБ.

1. Подключите вольтметр переменного тока для точных измерений, чтобы измерить выходную амплитуду, как показано далее. Подсоедините кабель BNC к широкополосному входному разъему Fluke 5790A.



2. С помощью вольтметра переменного тока для точных измерений измерьте выходную амплитуду каждой настройки, указанной в таблице ниже.

Настройка	Номинальный сигнал		
	Частота	Амплитуда	
93*	1 кГц	1,22 среднеквадратических В	Равномерность для диапазона -8 дБ
94*	100 кГц		
95*	1 МГц		
96*	5 МГц		
97*	10 МГц		
98*	20 МГц		
99*	25 МГц		
100	30 МГц		

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

3. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемое напряжение каждой настройки в соответствии с измеренным напряжением. Выберите **ENTER VALUE**.
4. Рекомендуемые процедуры регулировки завершены. Рекомендуется выполнение проверки выходных характеристик прибора.

- а. Если для процедур калибровки требуется проверка выполненной регулировки, закройте меню калибровки и выполните **Проверка равномерности в диапазоне -8 дБ**.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Ошибки калибровки – серия 33500

Во время выполнения калибровки могут возникать следующие ошибки. Существуют также **системные ошибки** и **ошибки самодиагностики**. Некоторые сообщения об ошибках включают номер неисправного канала (1 или 2), который в сообщениях ниже обозначен буквой "n".

701 Calibration error; security defeated by hardware jumper

Если при включении прибора сделано короткое замыкание перемычки блокировки калибровки (CAL ENABLE), эта ошибка указывает на то, что был изменен пароль безопасности. Для получения подробной информации см. раздел **Безопасность калибровки**.

702 Calibration error; calibration memory is secured

Чтобы выполнить калибровку, разблокируйте прибор. Для получения подробной информации см. раздел **Безопасность калибровки**.

703 Calibration error; secure code provided was invalid

Указан недействительный код безопасности.

706 Calibration error; value out of range

Введенное значение выходит за пределы допустимого диапазона.

707 Calibration error; signal input is out of range

Возникает во время регулировки АЦП на стадии настройки 6, если входное напряжение 1 В слишком высокое. Может также возникнуть во время самокалибровки (настройка 7). Запустите процедуру самодиагностики для определения проблемы.

710 Self-calibration failed; Chan n, null DAC cal, invalid self cal

Self-calibration failed; Chan n, offset DAC cal with attenuator, invalid self cal

Self-calibration failed; Chan n, offset DAC cal no attenuator, invalid self cal

Ошибка возникла при выполнении внутренней калибровки заданного ЦАП. В результате самокалибровки постоянные самокалибровки не изменены. Запустите процедуру самодиагностики для определения проблемы.

711 Self-calibration failed; Chan n, null DAC cal gain too low (too high), <meas_value>

Self-calibration failed; Chan n, offset DAC cal with attenuator gain too low (too high), <meas_value>

Self-calibration failed; Chan n, offset DAC cal no attenuator gain too low (too high), <meas_value>

Вычисленный коэффициент усиления калибровки для заданного ЦАП вышел за границы предельных значений. В результате самокалибровки постоянные самокалибровки не изменены. Запустите процедуру самодиагностики для определения проблемы.

712 Self-calibration failed; Chan n, null DAC cal zero too low (too high), <meas_value>
Self-calibration failed; Chan n, offset DAC cal with attenuator zero too low (too high), <meas_value>
Self-calibration failed; Chan n, offset DAC cal no attenuator zero too low (too high), <meas_value>
Self-calibration failed; Chan n, GND measurement out of limits, <meas_value>

Вычисленный коэффициент нулевой калибровки для заданного ЦАП вышел за границы предельных значений. В результате самокалибровки постоянные самокалибровки не изменены. Запустите процедуру самодиагностики для определения проблемы.

715 Self-calibration failed; Chan n, null DAC cal, convergence error sub attenuator value dB

Не удалось объединить значение внутренней калибровки при выполнении внутренней нулевой калибровки ЦАП. В результате самокалибровки постоянные самокалибровки не изменены. Запустите процедуру самодиагностики для определения проблемы.

720 Self-calibration failed; Chan n, offset DAC cal with attenuator, convergence error
Self-calibration failed; Chan n, offset DAC cal no attenuator, convergence error

Не удалось объединить значение внутренней калибровки при выполнении внутренней калибровки ЦАП смещения. В результате самокалибровки постоянные самокалибровки не изменены. Запустите процедуру самодиагностики для определения проблемы.

850 Calibration error; set up is invalid

Выбран недействительный номер настройки калибровки.

850 Calibration error; set up is out of order

Для выполнения определенных шагов калибровки требуются конкретные исходные и конечные условия. Не начинайте выполнение калибровки с середины процедуры.

Предыдущий раздел главы "Калибровка"

Калибровка. Введение – серия 33600

В этой главе содержится описание процедур по выполнению проверки работы и регулировки (калибровки) прибора.

В приборе используется электронная калибровка закрытого типа; не требуется выполнять внутреннюю механическую регулировку. Прибор вычисляет поправочные коэффициенты на основе заданных входных опорных значений и сохраняет поправочные коэффициенты в энергонезависимой памяти до выполнения следующей калибровки. Эти данные не изменяются при выключении и включении питания и при использовании команды ***RST**.

Службы калибровки Keysight Technologies

Местный центр обслуживания Keysight Technologies предлагает услуги по выполнению повторной калибровки по низкой цене. В центре обслуживания используются автоматизированные системы калибровки, которые позволяют компании Keysight выполнять калибровку приборов по конкурентоспособным ценам.

Содержание раздела, посвященного калибровке

Данный раздел состоит из следующих пунктов:

Обзор калибровки

- Интервал калибровки
- Рекомендуется регулировка
- Время, необходимое для калибровки
- Процедуры автоматической калибровки
- Рекомендуемое диагностическое оборудование
- Замечания по диагностике
- Счетчик калибровок
- Сообщение о калибровке

Безопасность калибровки

Проверка

Диагностика работы

- Самодиагностика
- Быстрая проверка работы
- Диагностика работы
- Процедуры проверки амплитуды и равномерности

Проверка внутренней временной развертки

Проверка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом)

Проверка напряжения смещения постоянного тока

Проверка равномерности в диапазоне 1 В между пиками

Проверка равномерности в диапазоне 4 В между пиками

Проверка равномерности в диапазоне 8 В между пиками

Общая процедура калибровки и регулировки

Прерывание выполнения калибровки

Последовательность регулировок

Самодиагностика

Регулировка частоты (внутренняя временная развертка)

Регулировка внутреннего АЦП

Настройка самокалибровки

Регулировка выходного импеданса

Регулировка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом)

Регулировка равномерности в диапазоне 1 В между пиками

Регулировка равномерности в диапазоне 4 В между пиками

Регулировка равномерности в диапазоне 8 В между пиками

Регулировка канала 2 (если требуется)

- Настройка самокалибровки (канал 2)
- Регулировка выходного импеданса (канал 2)
- Регулировка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом) (канал 2)
- Регулировка равномерности в диапазоне 1 В между пиками (канал 2)
- Регулировка равномерности в диапазоне 4 В между пиками (канал 2)
- Регулировка равномерности в диапазоне 8 В между пиками

Ошибки калибровки

Следующий раздел главы "Калибровка"

Обзор калибровки – серия 33600

В этом разделе описаны функции калибровки прибора. Для получения более подробной информации о калибровке см. главу **Калибровка. Введение**.

Интервал калибровки

Калибровка прибора должна выполняться с одинаковыми интервалами, определенными требованиями точности в конкретном случае. В большинстве случаев подходит годовой интервал. Точность работы гарантируется, только если регулировка выполняется с соблюдением одинаковых интервалов калибровки. Точность не гарантируется по истечении интервала калибровки 1 год. Компания Keysight Technologies не рекомендует выполнять калибровку с интервалом более двух лет в любой области применения.

Рекомендуется регулировка

Какой бы интервал калибровки не был выбран, компания Keysight Technologies рекомендует выполнять полную повторную регулировку прибора с соблюдением интервала калибровки. Это обеспечит соответствие прибора рабочим характеристикам в течение следующего интервала калибровки и длительную стабильную работу прибора. Данные функционирования прибора, определяемые с использованием этого метода, можно использовать для увеличения будущих интервалов калибровки. Используйте учет калибровок, чтобы убедиться, что выполнены все регулировки.

Время, необходимое для калибровки

Для проверки вновь поступившего прибора сначала необходимо выполнить диагностику работы. После этого выполните необходимую регулировку и запустите диагностику работы повторно. Выполнение каждого из этих шагов вручную занимает приблизительно 30 минут на один канал.

Прибор можно также откалибровать автоматически с помощью компьютера. С помощью компьютера, если прибор разогрет, можно выполнить полную процедуру калибровки и диагностики работы в течение приблизительно 30 минут (один канал) или 60 минут (два канала) (см. раздел **Замечания по диагностике**).

Процедуры автоматической калибровки

Можно использовать программируемое оборудование для диагностики, чтобы полностью автоматизировать процедуры проверки и регулировки. Можно запрограммировать каждую настройку прибора для диагностики с помощью интерфейса дистанционного управления. Затем можно выполнить обратную передачу данных проверки в программу диагностики и сравнить результаты с соответствующими предельными диагностическими значениями.

Можно также выполнить регулировку прибора с помощью интерфейса дистанционного управления, что аналогично выполнению подобной процедуры с помощью элементов управления лицевой панели. Используйте компьютер для выполнения регулировки, выбрав сначала требуемую функцию и диапазон на измерительном оборудовании. Отправьте значение калибровки на прибор и иницируйте калибровку с помощью интерфейса дистанционного управления.

Перед выполнением калибровки необходимо **разблокировать прибор**.

Обычная программная последовательность для настройки одной калибровки выглядит следующим образом:

1. **CAL:SETup 2** (настраивает прибор для шага калибровки 2).
2. Измерьте выходную частоту с помощью внешнего частотомера.
3. **CAL:VALue 9.99994321E6** (отправляет полученное в результате измерения значение на прибор).
4. **CAL?** (инициирует регулировку калибровки для настройки 2).
5. Прочтите значение запроса **CAL?**, чтобы определить, как выполнена регулировка: "+1" – произошел сбой, "+0" – выполнена успешно.
6. **CAL:SETup 3** (настраивает прибор для шага калибровки 3).

Для получения более подробной информации о программировании прибора см. **Знакомство с языком SCPI**.

Рекомендуемое диагностическое оборудование

Далее перечислено диагностическое оборудование, рекомендуемое для выполнения процедур проверки работы и регулировки. Если точно такой прибор недоступен, можно

заменить стандартные компоненты выполнения калибровки эквивалентными.

Прибор	Требования	Рекомендуемая модель	Использовать *
Цифровой мультиметр	Переменный ток (В), истинное среднеквадратичное значение, объединенная точность переменного тока: $\pm 0,02\%$ – 1 МГц Точность постоянного тока (В): 50 ппм; разрешение: 100 мкВ; точность, компенсированная смещением сопротивления: $\pm 0,1$ Ом	Keysight 3458A	Q, P, T
Вольтметр переменного тока для точных изменений	1000 Гц - 30 МГц, 0,1 В (среднеквадратичное значение) - 2 В (среднеквадратичное значение) (-7 дБм - +20 дБм); 0,02 дБ, разрешение: 0,01 дБ	Fluke 5790A	Q, P, T
Частотомер	Точность: 0,1 ппм	Keysight 53230A Opt 010 (OCXO)	Q, P, T
Датчик мощности	Определенная модель	Keysight N8482A	Q, P, T
Ваттметр	Определенная модель (выберите одну из четырех)	Keysight N1911A, N1912A, N1913A или N1914A	Q, P, T
Осциллограф	1 ГГц 4 Гс/с при входной нагрузке 50 Ω	Keysight MSO6104A	ПУН
Адаптер	Тип N (штырьковый)/BNC (штырьковый)	Keysight E9623A	Q, P, T
Кабель (требуется 2)	Двойной "банан" (штырьковый)/двойной "банан" (штырьковый)	Keysight 11000-60000	Q, P, T
Кабель	RG58, BNC (штырьковый)/двойной "банан" ИЛИ Коаксиальный кабель RG58 с адаптером BNC (штырьковый)/двойной "банан"		Q, P, T
Кабель	RG58, BNC (штырьковый)/BNC (штырьковый)	Keysight 11170C	Q, P, T
Кабель с малыми потерями	Используется для подключения аттенюатора типа N, Fluke 5790A и N8482A. Равномерность, проверенная с помощью точного анализатора схем	(пока выполняется проверка с помощью точного анализатора схем)	Q, P, T
Аттенюатор 10 – 20 дБ	Равномерность, проверенная с помощью точного анализатора схем	(пока выполняется проверка с помощью точного анализатора схем)	Q, P, T

* Q = быстрая проверка P = проверка работы T = поиск и устранение неисправностей

Замечания по диагностике

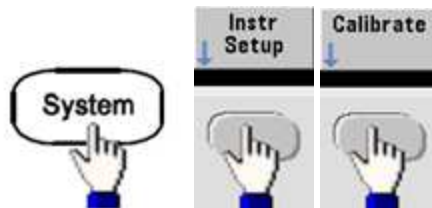
Для оптимальной работы все процедуры должны соответствовать приведенным далее рекомендациям.

- Температура окружающей среды при выполнении калибровки должна быть стабильной от 18 до 28 °C. Идеальной считается температура 23 ± 1 °C.
- Относительная влажность окружающей среды должна быть менее 80%.
- Перед выполнением проверки или регулировки необходимо разогреть прибор, включив его на один час.
- Длина измерительных кабелей должна быть минимальной и соответствовать требованиям к импедансу.
- RG-58 или аналогичный кабель 50 Ом.

Счетчик калибровок

На приборе можно выполнить запрос на определение количества выполненных калибровок. Прибор был откалиброван на заводе. При получении прибора проверьте количество калибровок, чтобы определить исходное значение.

- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- Поскольку значение увеличивается для каждой точки калибровки, которая сохраняет значение, при полной калибровке значение увеличивается во много раз.



- Лицевая панель:
- SCPI: **CAL:COUNT?**

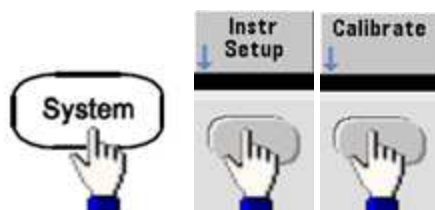
Сообщение о калибровке

В памяти калибровки можно сохранить одно сообщение, состоящее из 40 символов. Например, можно сохранить дату последнего выполнения калибровки, дату, когда требуется выполнить следующую калибровку, серийный номер прибора или контактную информацию специалиста, выполнившего калибровку.

Разблокируйте прибор, чтобы записать сообщение о калибровке. Сообщение можно прочитать на дисплее на лицевой панели или через интерфейс дистанционного управления вне зависимости от наличия блокировки прибора.

- При сохранении следующего сообщения о калибровке предыдущее сообщение удаляется.

- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.



- Лицевая панель:
- SCPI: **CAL:STR "Cal Due: 01 August 2012"**

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Безопасность калибровки – серия 33600

В этом разделе описана система безопасности калибровки прибора.

Обзор безопасности

Код безопасности предотвращает случайное или неразрешенное выполнение регулировки прибора. Заводской код безопасности по умолчанию приборов серии 33600 – **AT33600**.

- После ввода кода безопасности он должен использоваться как при работе с лицевой панелью, так и с интерфейсом дистанционного управления. Если безопасность прибора устанавливается с помощью элементов управления лицевой панели, для снятия блокировки с помощью интерфейса дистанционного управления необходимо ввести этот же код.
- Эта настройка энергонезависимая; она не будет изменена после выключения питания или при использовании команды ***RST**.
- Правила кода безопасности:
 - Строка без закрывающих кавычек длиной не более 12 символов
 - В начале должна быть указана буква (A-Z)
 - Может содержать буквы, цифры (0-9) и символы подчеркивания

- Лицевая панель:



- SCPI: **CALibration_SECUrity:STATe**

Снятие защиты прибора без кода безопасности

ВНИМАНИЕ Перед началом выполнения процедуры см. **Меры предосторожности во избежание электростатического разряда**.

1. Отключите кабель питания и все кабели от всех входных и выходных разъемов.
2. Разберите прибор (см. [Разборка прибора - серия 33600](#)).
3. На приборах серии 33600 временно замкните накоротко контакты A1 и B1 на печатной плате передней панели, как показано ниже.



4. Подключите питание и включите прибор.

ОСТОРОЖНО

Будьте осторожны: не прикасайтесь к разъемам подачи питания или линиям высокого напряжения модуля подачи электропитания. Напряжение присутствует, даже если прибор выключен.

5. В очереди ошибок отобразится сообщение "Calibration security has been disabled".

Прибор разблокирован для выполнения калибровки, а для пароля установлено заводское значение по умолчанию. Количество калибровок увеличено, поскольку во время восстановления питания была подключена перемычка; отображается сообщение об ошибке +701, "Calibration error; security defeated by hardware jumper". Энергонезависимое устройство хранения информации о калибровке обновлено и сохраняет сведения об этих операциях.

6. Выключите прибор, отсоедините приспособления для создания короткого замыкания и отключите кабель питания.
7. Снова соберите прибор.
8. Введите новый код безопасности, как описано выше, и запишите его в надежном месте.

[Предыдущий раздел главы "Калибровка"](#) [Следующий раздел главы "Калибровка"](#)

Проверка – серия 33600

В следующих разделах описывается проверка при выполнении процедуры калибровки:

- Диагностика работы
- Проверка внутренней временной развертки
- Проверка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом)
- Проверка напряжения смещения постоянного тока
- Проверка равномерности в диапазоне 1 В между пиками
- Проверка равномерности в диапазоне 4 В между пиками
- Проверка равномерности в диапазоне 8 В между пиками

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Диагностика работы – серия 33600

Используйте функцию диагностики работы, чтобы проверить точность измерений, выполняемых прибором. При выполнении диагностики работы используются характеристики прибора, перечисленные в справочном листке данных продукта.

Можно выполнить три уровня диагностики работы прибора:

- **Самодиагностика** Серия внутренних проверок, в результате выполнения которых пользователь получает достоверную информацию о работе прибора.
- **Быстрая проверка** Комбинация компонентов внутренней самодиагностики и выбранных проверок.
- **Диагностика работы** Широкий набор проверок, выполнение которых рекомендуется в качестве приемочных испытаний, когда пользователь впервые получает прибор или после выполнения регулировок.

Самодиагностика

Кратковременная самодиагностика при включении питания выполняется автоматически при включении прибора. Эта краткая проверка позволяет убедиться, что прибор находится в рабочем состоянии. Для получения дополнительной информации см. раздел **Процедуры самодиагностики**.

Быстрая проверка работы

Быстрая проверка работы является комбинацией внутренней самодиагностики и сокращенной проверки работы (обозначается буквой Q при выполнении диагностики работы). Эта проверка является самым простым и надежным методом проверки работоспособности прибора и его соответствия рабочим характеристикам. Эти проверки представляют минимальный набор проверок работы прибора, который рекомендуется после выполнения любого обслуживания. Контрольная проверка работы прибора в точках быстрой проверки (обозначенных Q) обеспечивает проверку точности работы механизмов. При выполнении этой проверки не определяются сбои в работе компонентов.

Для выполнения быстрой проверки работы прибора, выполните следующее:

1. Выполните **полную самодиагностику**.
2. Выполните только диагностику работы в соответствии с пометками Q.
3. Если при выполнении быстрой проверки работы прибора произошел сбой, необходима регулировка или ремонт.

Диагностика работы

Диагностика работы рекомендуется в качестве приемочного испытания, когда пользователь впервые получает прибор. Результаты выполнения проверки при получении необходимо сравнить с характеристиками прибора в справочном листке данных продукта. После начала использования следует повторять выполнение диагностики работы по истечении каждого интервала калибровки.

Если при выполнении диагностики работы прибора произошел сбой, необходима регулировка или ремонт.

Выполнение регулировки рекомендуется по истечении каждого интервала калибровки. Если регулировка не выполнена, следует защитить полосу, используя не более 80% характеристик, перечисленных в справочном листке данных продукта в качестве предельных значений проверки.

Процедуры проверки амплитуды и равномерности

При выполнении процедур проверки равномерности используется точный вольтметр переменного тока и ваттметр. Термозлектрические преобразователи можно заменить и выполнять измерения, используя соответствующие рабочие процедуры и диагностическое оборудование.

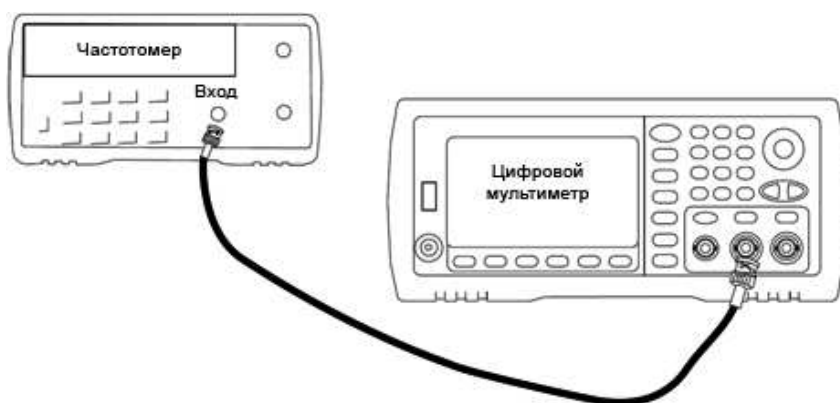
Вольтметр переменного тока для точных измерений Fluke 5790A используется для измерения амплитуды от 1 кГц до 20 МГц. Для измерений от 20 до 120 МГц используется ваттметр с датчиком мощности Keysight N8482A. Измерения амплитуды, получаемые с датчиков 5790A и N8482A при частоте от 1 МГц до 20 МГц, используются для масштабирования N8482A до 5790A.

[Предыдущий раздел главы "Калибровка"](#) [Следующий раздел главы "Калибровка"](#)

Проверка внутренней временной развертки – серия 33600

Проверка точности выходной частоты. Все значения выходной частоты получены исходя из одной генерируемой частоты.

1. Подключите частотомер к выходу канала 1, как показано далее (входной сигнал для частотомера должен быть ограничен 50 Ом).



- Установите для прибора выходное значение, приведенное в таблице ниже, и измерьте выходную частоту. Убедитесь, что вывод прибора включен.

Использование	Генератор сигналов			Измерение	
	Функция	Амплитуда	Частота	Номинальное значение	Ошибка*
Q	Синусоидальный	1,00 В между пиками	10,0000000 МГц	10,000 МГц	±10 Гц

* При использовании **дополнительной высокостабильной временной развертки ОСХО** погрешность измерений составляет ±1 Гц.

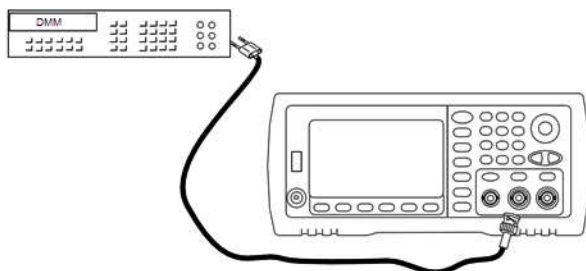
- Сравните измеренное значение с предельными диагностическими значениями, указанными в таблице.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Проверка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом) – серия 33600

Выполняется проверка точности амплитуды выходного переменного тока при частоте 1 кГц при использовании каждого аттенюатора.

- Задайте для цифрового мультиметра измерение в В (среднеквадратические значения). Подключите цифровой мультиметр к выходному разъему канала, как показано далее.



2. Установите для прибора все выходные значения, указанные в таблице ниже, и измерьте выходное напряжение с помощью цифрового мультиметра. Убедитесь, что включен выходной сигнал и для выходного импеданса установлено максимальное значение Z.

Использование	Генератор сигналов				Измерение	
	Настройка вывода	Функция	Частота	Амплитуда	Номинальное значение	Ошибка*
Q	Максимальное значение Z**	Синусоидальный	1,00-0 кГц	400,0 мВ (среднеквадратическое значение)	400,0 мВ (среднеквадратическое значение)	$\pm 0,004707$ В (среднеквадратическое значение)
Q	Максимальное значение Z	Синусоидальный	1,00-0 кГц	400,0 мВ (среднеквадратическое значение)	400,0 мВ (среднеквадратическое значение)	$\pm 0,004707$ В (среднеквадратическое значение)
Q	Максимальное значение Z	Синусоидальный	1,00-0 кГц	1,00 В (среднеквадратическое значение)	1,00 В (среднеквадратическое значение)	$\pm 0,010707$ В (среднеквадратическое значение)
Q	Максимальное значение Z	Синусоидальный	1,00-0 кГц	2,500 В (среднеквадратическое значение)	2,500 В (среднеквадратическое значение)	$\pm 0,025707$ В (среднеквадратическое значение)
Q	Максимальное значение Z	Синусоидальный	1,00-0 кГц	7,000 В (среднеквадратическое значение)	7,000 В (среднеквадратическое значение)	$\pm 0,070707$ В (среднеквадратическое значение)

* На основе 1% значения параметра ± 1 мВ между пиками (50 Ом); преобразовано в В (среднеквадратическое значение) для максимального значения Z.

** Используйте следующую последовательность для настройки вывода:

- Задайте для амплитуды значение 400,0 мВ (среднеквадратическое значение).
- Установите для смещения постоянного тока значение 1,0 В.
- Отключите автоматический диапазон.
- Установите для напряжения смещения постоянного тока значение 0,0 В.
- После выполнения измерений включите автоматический диапазон для оставшихся измерений.

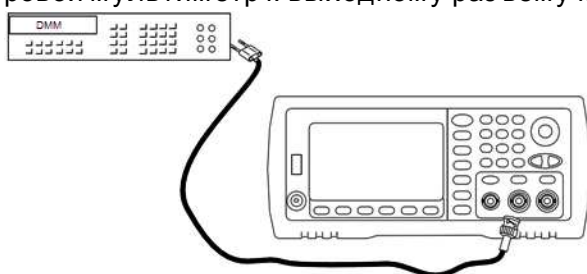
3. Сравните измеренное значение с предельными диагностическими значениями, указанными в таблице.
4. Только для двухканальных приборов: подсоедините цифровой мультиметр к выходу канала 2 и повторите шаги 2 и 3.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Проверка напряжения смещения постоянного тока – серия 33600

Выполняется проверка напряжения смещения постоянного тока в двух диапазонах аттенюатора.

1. Задайте для цифрового мультиметра измерение в В постоянного тока. Подключите цифровой мультиметр к выходному разъему канала, как показано далее.



2. Установите для прибора все выходные значения, указанные в таблице ниже, и измерьте выходное напряжение с помощью цифрового мультиметра.

Использование	Генератор сигналов			Измерение	
	Настройка вывода	Функция	Напряжение	Номинальное значение	Ошибка*
Q	Максимальное значение Z	Постоянный ток	0,0 В	0,0 В постоянного тока	$\pm 0,002$ В постоянного тока
Q	Максимальное значение Z	Постоянный ток	500 мВ	0,500 В постоянного тока	$\pm 0,007$ В постоянного тока
Q	Максимальное значение Z	Постоянный ток	10,0 В	10,0 В постоянного тока	$\pm 0,102$ В постоянного тока

* На основе 1% значения параметра ± 2 мВ постоянного тока для максимального значения Z.

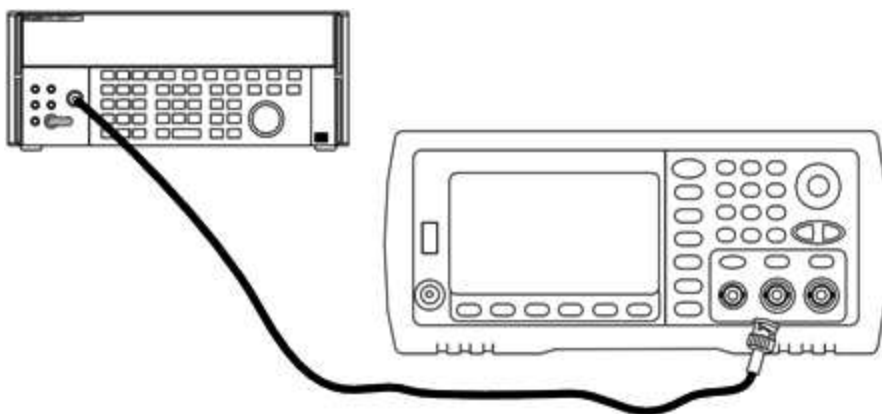
3. Сравните измеренное значение с предельными диагностическими значениями, указанными в таблице.
4. Только для двухканальных приборов: подсоедините цифровой мультиметр к выходу канала 2 и повторите шаги 2 и 3.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Проверка равномерности в диапазоне 1 В между пиками – серия 33600

Выполняется проверка равномерности амплитуды переменного тока в диапазоне 1 В между пиками.

1. Подключите вольтметр переменного тока для точных измерений, чтобы измерить выходную амплитуду, как показано далее. Подсоедините кабель BNC к широкополосному входному разъему Fluke 5790A. При использовании замещающего испытательного оборудования убедитесь в том, что входной импеданс равен 50 Ом, поскольку точность нагрузки непосредственно влияет на качество измерений.



2. Установите на вольтметре переменного тока для точных измерений значение "Medium, Medium" для параметров цифрового фильтра и перезапуска фильтра.
3. Установите выходной импеданс 50 Ом. Убедитесь в том, что выходной сигнал активирован. Установите на приборе выходные значения, указанные в таблице ниже, и измерьте выходную амплитуду с помощью вольтметра переменного тока. Полученное значение является контрольным измерением. Запишите это среднеквадратическое значение В в таблицу ниже, а также запишите эквивалентное значение в дБм, используя формулу $\text{дБм} = 10 \times \log_{10}(20 \times V_{\text{ср. квадрат}}^2)$.

Использование	Генератор сигналов				Измерение
	Выходная нагрузка	Функция	Амплитуда	Частота	Результаты измерений
Q	50 Ω	Синусоидальный	0,354 В (среднеквадратическое значение) (3,990 дБм)	1,000 кГц	В (среднеквадратические) дБм

4. Задайте для генератора сигналов функцию, значения амплитуды и частоты, как описано в таблице, приведенной далее. Измерьте значение амплитуды и запишите результаты в таблицу ниже.

Генератор сигналов					Измерение	
Использование	Выходная нагрузка	Функция	Амплитуда	Частота	Ошибка, связанная с опорным сигналом в шаге 3 (среднеквадратические В)	Результаты измерений (среднеквадратические В)
	50 Ω	Синусоидальный	0,354 В (среднеквадратическое значение)	100,000 кГц	$\pm 1,15\%$	
				500,000 кГц		
				1,000 МГц*		
				5,000 МГц*		
	50 Ω	Синусоидальный	0,354 В (среднеквадратическое значение)	10,000 МГц*	$\pm 2.92\%$	
				20,000 МГц*		

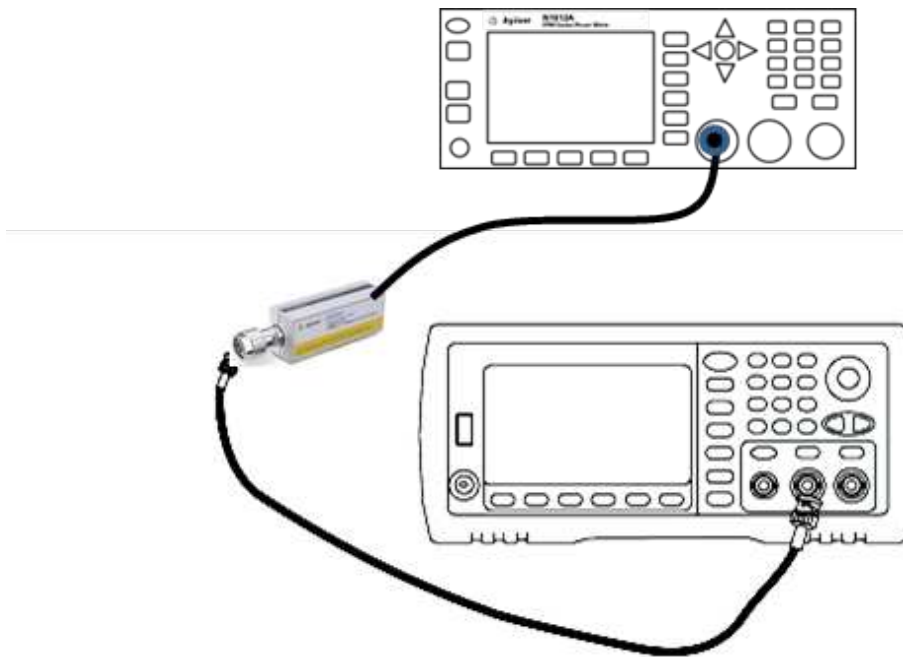
* Эти значения приведены в таблице поправочных коэффициентов, приведенной далее.

5. Коэффициент масштабирования прибора для Fluke 5790A вычисляется с использованием таблицы, приведенной далее. Используются значения амплитуды, измеренные 5790A и ваттметром при частоте от 1 МГц до 20 МГц. Введите значения для частот 1, 5, 10 и 20 МГц, измеренные с помощью Fluke 5790A, в приведенную далее таблицу для значений поправочных коэффициентов. Затем используйте следующую формулу для конвертации полученных в В (среднеквадратические значения) величин в дБм:

$$\text{дБм} = 10 \times \log_{10}(20 \times V \text{ ср. квад.}^2)$$

Вычислите среднее значение (среднее арифметическое значение) четырех результатов в дБм и введите полученный результат в таблицу в нижнюю строку столбца "Fluke 5790A, дБм".

6. Подключите N8482A к выходу канала 1 генератора сигналов, используя N-контактный разъем, как показано далее. Повторите измерения на частотах 1, 5, 10 и 20 МГц и введите результаты в дБм в таблицу, приведенную далее. Вычислите среднее значение (среднее арифметическое значение) четырех результатов в дБм и введите полученный результат в таблицу в нижнюю строку столбца "Ваттметр, дБм".



7. Для вычисления поправочного коэффициента вычтите среднее значение показаний ваттметра в дБм из среднего значения показаний Fluke 5790A в дБм. Запишите результат в нижнем правом углу таблицы поправочных коэффициентов. Добавьте этот поправочный коэффициент ко всем измеренным значениям ваттметра.

Таблица поправочных коэффициентов

	Fluke 5790A		Ваттметр	
Частота	В (среднеквадратическое значение) (измеренное)	дБм (см. формулу)		дБм (измеренное)
1 МГц				
5 МГц				
10 МГц				
20 МГц				
	Среднее значение:		Среднее значение:	
Поправочный коэффициент (разность среднего значения Fluke 5790A и среднего значения показаний ваттметра):				

8. Выполните следующие измерения с помощью ваттметра. Настройте прибор серии 33600 в соответствии с функцией, амплитудой и частотами, указанными далее. Запишите измеренные значения в дБм (с учетом поправочного коэффициента) для каждой частоты в таблице, приведенной далее.

Использование	Генератор сигналов				Измерение		
	Выходная нагрузка	Функция	Амплитуда	Частота	Ошибка, связанная с опорным сигналом в шаге 3	Результаты измерений (дБм)	Исправленные результаты (дБм)
	50 Ω	Синусоидальный	0,354 В (среднеквадратическое значение)	30,0-0 МГц	$\pm 0,25$ дБ		
				40,0-0 МГц			
				50,0-0 МГц			
				60,0-0 МГц			
	50 Ω	Синусоидальный	0,354 В (среднеквадратическое значение)	70,0-0 МГц	$\pm 0,40$ дБ		
				80,0-0 МГц			

Использование	Генератор сигналов				Измерение		
	Выходная нагрузка	Функция	Амплитуда	Частота	Ошибка, связанная с опорным сигналом в шаге 3	Результаты измерений (дБм)	Исправленные результаты (дБм)
	50 Ω	Синусоидальный	0,354 В (среднеквадратическое значение)	90,0-0 МГц	$\pm 0,50$ дБ		
				100,-00 МГц			
				110,-00 МГц			
				120,-00 МГц			

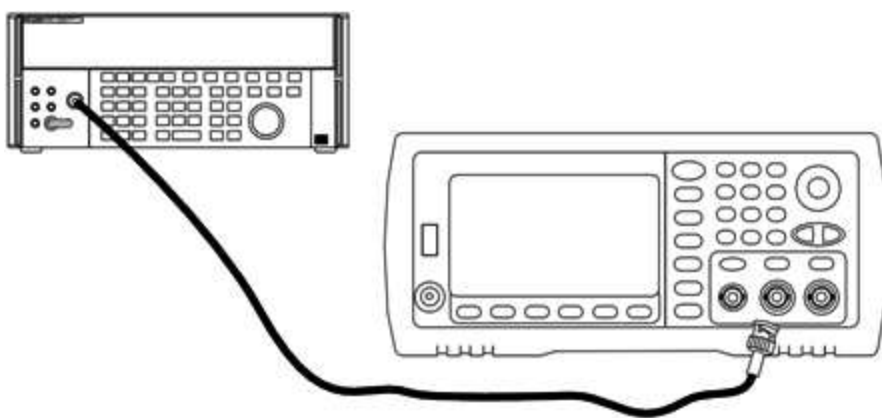
- Сравните измеренные значения с предельными диагностическими значениями, указанными в таблицах.
- Только для двухканальных приборов: подсоедините вольтметр переменного тока к каналу 2 и повторите шаги 2-6.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Проверка равномерности в диапазоне 4 В между пиками – серия 33600

Выполняется проверка равномерности амплитуды переменного тока в диапазоне 4 В между пиками.

- Подключите вольтметр переменного тока для точных измерений, чтобы измерить выходную амплитуду, как показано далее. Подсоедините кабель BNC к широкополосному входному разъему Fluke 5790A. При использовании замещающего испытательного оборудования убедитесь в том, что входной импеданс равен 50 Ом, поскольку точность нагрузки непосредственно влияет на качество измерений.



2. Установите на вольтметре переменного тока для точных измерений значение "Medium, Medium" для параметров цифрового фильтра и перезапуска фильтра.
3. Установите выходной импеданс 50 Ом. Убедитесь в том, что выходной сигнал активирован. Установите на приборе выходные значения, указанные в таблице ниже, и измерьте выходную амплитуду с помощью вольтметра переменного тока. Полученное значение является контрольным измерением. Запишите это среднеквадратическое значение V в таблицу ниже, а также запишите эквивалентное значение в дБм, используя формулу $\text{дБм} = 10 \times \log_{10}(20 \times V \text{ ср. квадр.}^2)$.

Использование	Генератор сигналов				Измерение
	Выходная нагрузка	Функция	Амплитуда	Частота	Результаты измерений
Q	50 Ω	Синусоидальный	1,414 В (среднеквадратическое значение) (16,019 дБм)	1,000 кГц	В (среднеквадратические) дБм

4. Задайте для генератора сигналов функцию, значения амплитуды и частоты, как описано в таблице, приведенной далее. Измерьте значение амплитуды и запишите результаты в таблицу ниже.

Генератор сигналов					Измерение	
Использование	Выходная нагрузка	Функция	Амплитуда	Частота	Ошибка, связанная с опорным сигналом в шаге 3 (среднеквадратические В)	Результаты измерений (среднеквадратические В)
	50 Ω	Синусоидальный	1,414 В (среднеквадратическое значение)	100,000 кГц	±1,15%	
				500,000 кГц		
				1,000 МГц*		
				5,000 МГц*		
	50 Ω	Синусоидальный	1,414 В (среднеквадратическое значение)	10,000 МГц*	±2.92%	
				20,000 МГц*		

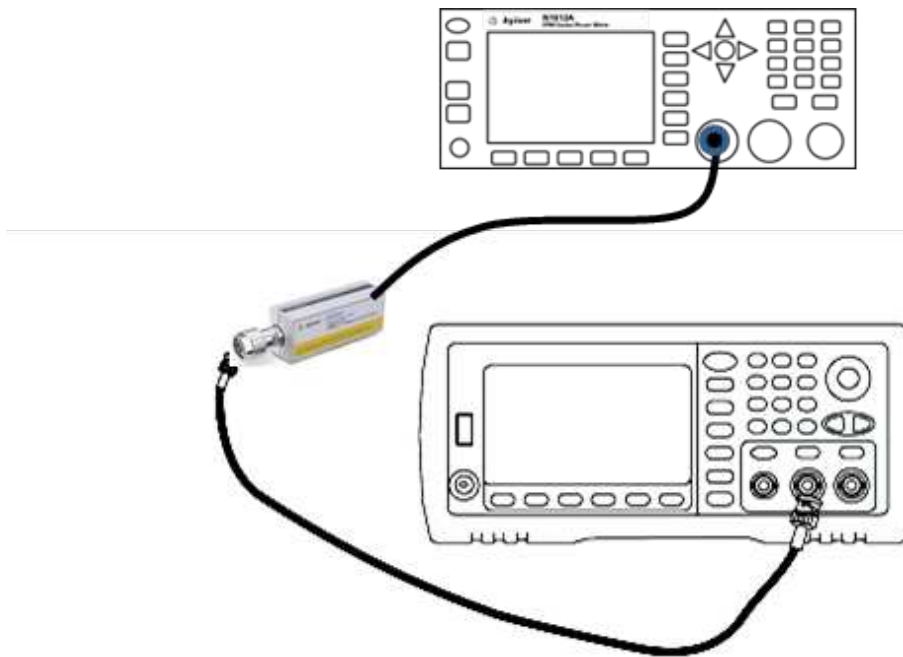
* Эти значения приведены в таблице поправочных коэффициентов, приведенной далее.

5. Коэффициент масштабирования прибора для Fluke 5790A вычисляется с использованием таблицы, приведенной далее. Используются значения амплитуды, измеренные 5790A и ваттметром при частоте от 1 МГц до 20 МГц. Введите значения для частот 1, 5, 10 и 20 МГц, измеренные с помощью Fluke 5790A, в приведенную далее таблицу для значений поправочных коэффициентов. Затем используйте следующую формулу для конвертации полученных в В (среднеквадратические значения) величин в дБм:

$$\text{дБм} = 10 \times \log_{10}(20 \times V \text{ ср. квад.}^2)$$

Вычислите среднее значение (среднее арифметическое значение) четырех результатов в дБм и введите полученный результат в таблицу в нижнюю строку столбца "Fluke 5790A, дБм".

6. Подключите N8482A к выходу канала 1 генератора сигналов, используя N-контактный разъем, как показано далее. Повторите измерения на частотах 1, 5, 10 и 20 МГц и введите результаты в дБм в таблицу, приведенную далее. Вычислите среднее значение (среднее арифметическое значение) четырех результатов в дБм и введите полученный результат в таблицу в нижнюю строку столбца "Ваттметр, дБм".



7. Для вычисления поправочного коэффициента вычтите среднее значение показаний ваттметра в дБм из среднего значения показаний Fluke 5790A в дБм. Запишите результат в нижнем правом углу таблицы поправочных коэффициентов. Добавьте этот поправочный коэффициент ко всем измеренным значениям ваттметра.

Таблица поправочных коэффициентов

	Fluke 5790A		Ваттметр	
Частота	В (среднеквадратическое значение) (измеренное)	дБм (см. формулу)		дБм (измеренное)
1 МГц				
5 МГц				
10 МГц				
20 МГц				
	Среднее значение:		Среднее значение:	
Поправочный коэффициент (разность среднего значения Fluke 5790A и среднего значения показаний ваттметра):				

8. Выполните следующие измерения с помощью ваттметра. Настройте прибор серии 33600 в соответствии с функцией, амплитудой и частотами, указанными далее. Запишите измеренные значения в дБм (с учетом поправочного коэффициента) для каждой частоты в таблице, приведенной далее.

Использование	Генератор сигналов				Измерение		
	Выходная нагрузка	Функция	Амплитуда	Частота	Ошибка, связанная с опорным сигналом в шаге 3	Результаты измерений (дБм)	Исправленные результаты (дБм)
	50 Ω	Синусоидальный	1,414 В (среднеквадратическое значение)	30,0-0 МГц	$\pm 0,25$ дБ		
				40,0-0 МГц			
				50,0-0 МГц			
				60,0-0 МГц			
	50 Ω	Синусоидальный	1,414 В (среднеквадратическое значение)	70,0-0 МГц	$\pm 0,40$ дБ		
				80,0-0 МГц			

Использование	Генератор сигналов				Измерение		
	Выходная нагрузка	Функция	Амплитуда	Частота	Ошибка, связанная с опорным сигналом в шаге 3	Результаты измерений (дБм)	Исправленные результаты (дБм)
	50 Ω	Синусоидальный	1,414 В (среднеквадратическое значение)	90,0-0 МГц	$\pm 0,50$ дБ		
				100,-00 МГц			
				110,-00 МГц			
				120,-00 МГц			

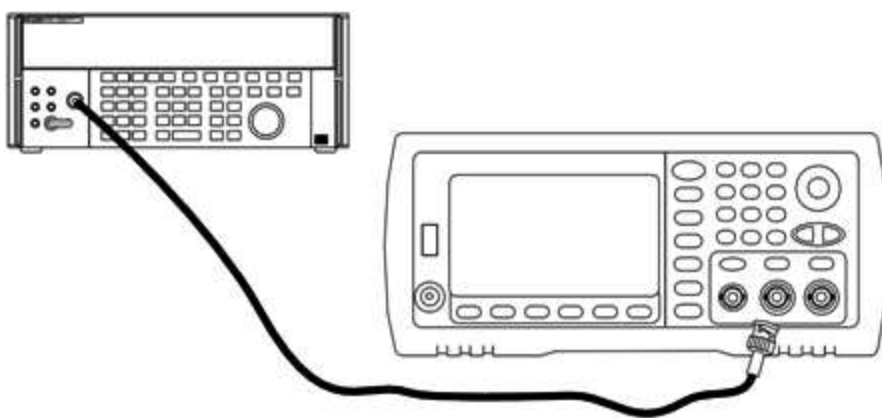
- Сравните измеренные значения с предельными диагностическими значениями, указанными в таблицах.
- Только для двухканальных приборов: подсоедините вольтметр переменного тока к каналу 2 и повторите шаги 2-6.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Проверка равномерности в диапазоне 8 В между пиками – серия 33600

Выполняется проверка равномерности амплитуды переменного тока в диапазоне 8 В между пиками.

- Подключите вольтметр переменного тока для точных измерений, чтобы измерить выходную амплитуду, как показано далее. Подсоедините кабель BNC к широкополосному входному разъему Fluke 5790A. При использовании замещающего испытательного оборудования убедитесь в том, что входной импеданс равен 50 Ом, поскольку точность нагрузки непосредственно влияет на качество измерений.



2. Установите на вольтметре переменного тока для точных измерений значение "Medium, Medium" для параметров цифрового фильтра и перезапуска фильтра.
3. Установите выходной импеданс 50 Ом. Убедитесь в том, что выходной сигнал активирован. Установите на приборе выходные значения, указанные в таблице ниже, и измерьте выходную амплитуду с помощью вольтметра переменного тока. Полученное значение является контрольным измерением. Запишите это среднеквадратическое значение В в таблицу ниже, а также запишите эквивалентное значение в дБм, используя формулу $\text{дБм} = 10 \times \log_{10}(20 \times V_{\text{ср. квадрат.}}^2)$.

Использование	Генератор сигналов				Измерение
	Выходная нагрузка	Функция	Амплитуда	Частота	Результаты измерений
Q	50 Ω	Синусоидальный	2,828 В (среднеквадратическое значение) (22,040 дБм)	1,000 кГц	В (среднеквадратические) дБм

4. Задайте для генератора сигналов функцию, значения амплитуды и частоты, как описано в таблице, приведенной далее. Измерьте значение амплитуды и запишите результаты в таблицу ниже.

Генератор сигналов					Измерение	
Использование	Выходная нагрузка	Функция	Амплитуда	Частота	Ошибка, связанная с опорным сигналом в шаге 3 (среднеквадратические В)	Результаты измерений (среднеквадратические В)
	50 Ω	Синусоидальный	2,828 В (среднеквадратическое значение)	100,000 кГц	$\pm 1,15\%$	
				500,000 кГц		
				1,000 МГц*		
				5,000 МГц*		
	50 Ω	Синусоидальный	2,828 В (среднеквадратическое значение)	10,000 МГц*	$\pm 2.92\%$	
				20,000 МГц*		

* Эти значения приведены в таблице поправочных коэффициентов, приведенной далее.

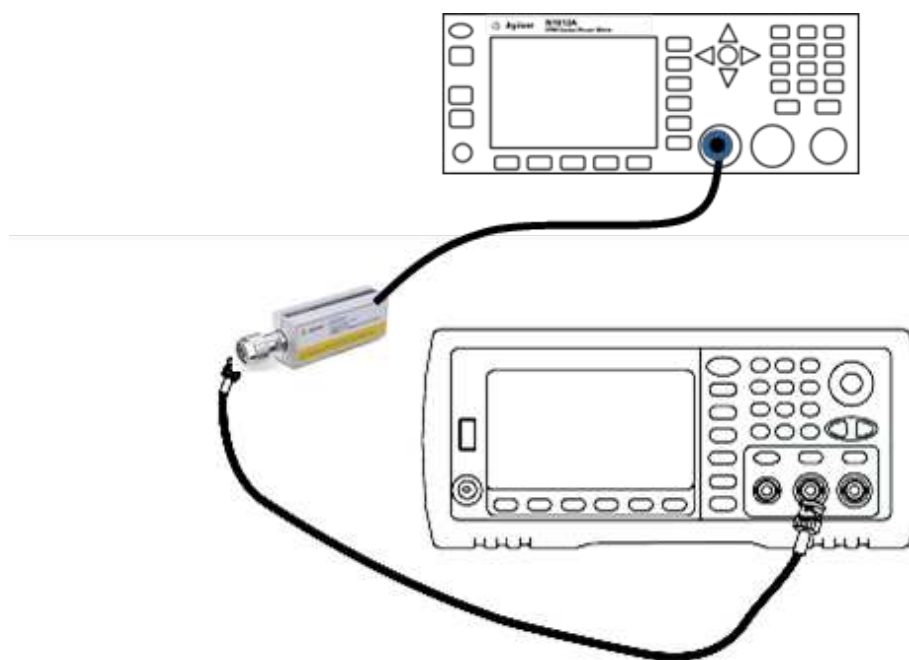
5. Коэффициент масштабирования прибора для Fluke 5790A вычисляется с использованием таблицы, приведенной далее. Используются значения амплитуды, измеренные 5790A и ваттметром при частоте от 1 МГц до 20 МГц. Введите значения для частот 1, 5, 10 и 20 МГц, измеренные с помощью Fluke 5790A, в приведенную далее таблицу для значений поправочных коэффициентов. Затем используйте следующую формулу для конвертации полученных в В (среднеквадратические значения) величин в дБм:

$$\text{дБм} = 10 \times \log_{10}(20 \times V \text{ ср. квад.}^2)$$

Вычислите среднее значение (среднее арифметическое значение) четырех результатов в дБм и введите полученный результат в таблицу в нижнюю строку столбца "Fluke 5790A, дБм".

6. Подключите N8482A к выходу канала 1 генератора сигналов, используя N-контактный разъем, как показано далее. Повторите измерения на частотах 1, 5, 10 и 20 МГц и введите результаты в дБм в таблицу, приведенную далее. Вычислите среднее значение (среднее арифметическое значение) четырех результатов в дБм и введите полученный результат в таблицу в нижнюю строку столбца "Ваттметр, дБм".

ВНИМАНИЕ Во избежание повреждения датчика мощности N8482A обязательно последовательно используйте аттенюатор 10 – 20 дБ при выполнении измерений.



7. Для вычисления поправочного коэффициента вычтите среднее значение показаний ваттметра в дБм из среднего значения показаний Fluke 5790A в дБм. Запишите результат в нижнем правом углу таблицы поправочных коэффициентов. Добавьте этот поправочный коэффициент ко всем измеренным значениям ваттметра.

Таблица поправочных коэффициентов

	Fluke 5790A		Ваттметр	
Частота	В (среднеквадратическое значение) (измеренное)	дБм (см. формулу)		дБм (измеренное)
1 МГц				
5 МГц				
10 МГц				
20 МГц				
	Среднее значение:		Среднее значение:	
Поправочный коэффициент (разность среднего значения Fluke 5790A и среднего значения показаний ваттметра):				

8. Выполните следующие измерения с помощью ваттметра. Настройте прибор серии 33600 в соответствии с функцией, амплитудой и частотами, указанными далее. Запишите измеренные значения в дБм (с учетом поправочного коэффициента) для каждой частоты в таблице, приведенной далее.

Использование	Генератор сигналов				Измерение		
	Выходная нагрузка	Функция	Амплитуда	Частота	Ошибка, связанная с опорным сигналом в шаге 3	Результаты измерений (дБм)	Исправленные результаты (дБм)
	50 Ω	Синусоидальный	2,828 В (среднеквадратическое значение)	30,0-0 МГц	$\pm 0,25$ дБ		
				40,0-0 МГц			
				50,0-0 МГц			
				60,0-0 МГц			
	50 Ω	Синусоидальный	2,828 В (среднеквадратическое значение)	70,0-0 МГц	$\pm 0,40$ дБ		
				80,0-0 МГц			

9. Сравните измеренные значения с предельными диагностическими значениями, указанными в таблицах.
10. Только для двухканальных приборов: подсоедините вольтметр переменного тока к каналу 2 и повторите шаги 2-6.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Общая процедура калибровки и регулировки – серия 33600

Рекомендуемый метод для выполнения полной калибровки прибора:

1. Прочтите раздел **Замечания по диагностике**.
2. **Выполните проверку**, чтобы узнать характеристики прибора (исходные данные).
3. Нажмите кнопку [**System > Instr Setup > Calibrate**]. Если прибор заблокирован для выполнения калибровки, **разблокируйте его**.
4. Введите номер настройки для выполняемой процедуры. Номер настройки по умолчанию "1"; ввод выполняется с помощью элементов управления лицевой панели, и значение этого номера возрастает по мере выполнения процедур.
5. Выберите **BEGIN**.
6. При выполнении настройки, для которой необходим ввод, отрегулируйте значение, отображаемое на дисплее, в соответствии с измеряемым значением и выберите **ENTER VALUE**.
7. Автоматически будет выполнен переход к следующему необходимому значению.

Чтобы отменить процедуру регулировки, выберите **CANCEL STEP**. На дисплее отобразится экран ввода номера настройки.

8. По окончании операции выберите **END CAL**.
9. (Дополнительно) Задайте новое сообщение калибровки, используя интерфейс дистанционного управления. Сообщение (до 40 символов) сохраняется вместе с коэффициентами калибровки.
10. Установите блокировку прибора от выполнения калибровки.
11. Запишите новый код безопасности и количество калибровок в записях обслуживания прибора.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Прерывание выполнения калибровки – серия 33600

Иногда требуется прервать выполнение калибровки. Можно прервать калибровку в любое время, отключив питание или отправив с устройства интерфейса дистанционного управления команду сброса настроек прибора, за которой следует команда ***RST**.

Прибор сохраняет константы калибровки в конце каждой процедуры регулировки. При отключении питания или прерывании выполнения регулировки потребуется только повторно выполнить прерванную процедуру регулировки.

ВНИМАНИЕ

Если подача питания прерывается, когда прибор пытается записать в память новые константы калибровки, можно потерять все константы калибровки для соответствующей функции. Обычно после повторного включения питания на дисплее прибора отображается сообщение об ошибке **"-313, Calibration Memory Lost"**.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Последовательность регулировок – серия 33600

Последовательность регулировок в виде нумерованных шагов сокращает количество выполняемых настроек диагностического оборудования и изменений соединений.

Если требуется, можно выполнить отдельные регулировки, но настройки 1 – 7 следует выполнять по порядку, перед любой другой процедурой настройки.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Самодиагностика – серия 33600

Перед выполнением дополнительных регулировок запустите самодиагностику, чтобы убедиться, что прибор находится в рабочем состоянии.

Обязательно разблокируйте прибор и выполняйте требования, перечисленные в разделе **Замечания по диагностике** перед выполнением регулировок.

1. Нажмите кнопку **[System > Instr Setup > Calibrate]**. Введите номер настройки 1 и выберите **BEGIN**.

Настройка	
1	Выполняет самодиагностику. Во время самодиагностики основной выходной канал отключается.

2. Если во время самодиагностики прибора происходит сбой, перед продолжением выполнения процедур регулировки необходимо выполнить ремонт прибора.

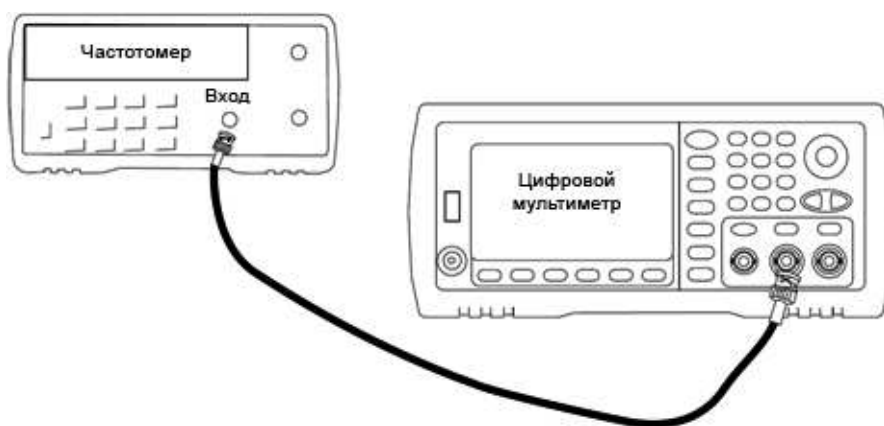
Полная процедура самодиагностики (***TST?**) занимает приблизительно 15 секунд.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка частоты (внутренняя временная развертка) – серия 33600

Прибор сохраняет константу калибровки, которая задает для кварцевого осциллятора точную выходную частоту 10 МГц. Прибор должен работать непрерывно в течение 30 минут до выполнения этой регулировки, чтобы обеспечить стабильность временной развертки

1. Установите разрешение частотомера больше 0,01 имп./мин и входную нагрузку 50 Ом (если для входной нагрузки частотомера задано значение, отличное от 50 Ом, необходимо обеспечить подключение к внешнему источнику нагрузки). Выполните подключения, показанные далее.



2. Используйте частотомер, чтобы измерить выходную частоту для каждой настройки в следующей таблице.

Настройка	Номинальный сигнал		
	Частота	Амплитуда	
2	<10 МГц	~1 В между пиками	Выходная частота немного меньше 10 МГц
3	>10 МГц		Выходная частота немного больше 10 МГц
4	~10 МГц		Выходная частота должна составлять приблизительно 10 МГц
5*	10 МГц		Выходная частота должна быть 10 МГц ± 1 имп./мин

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

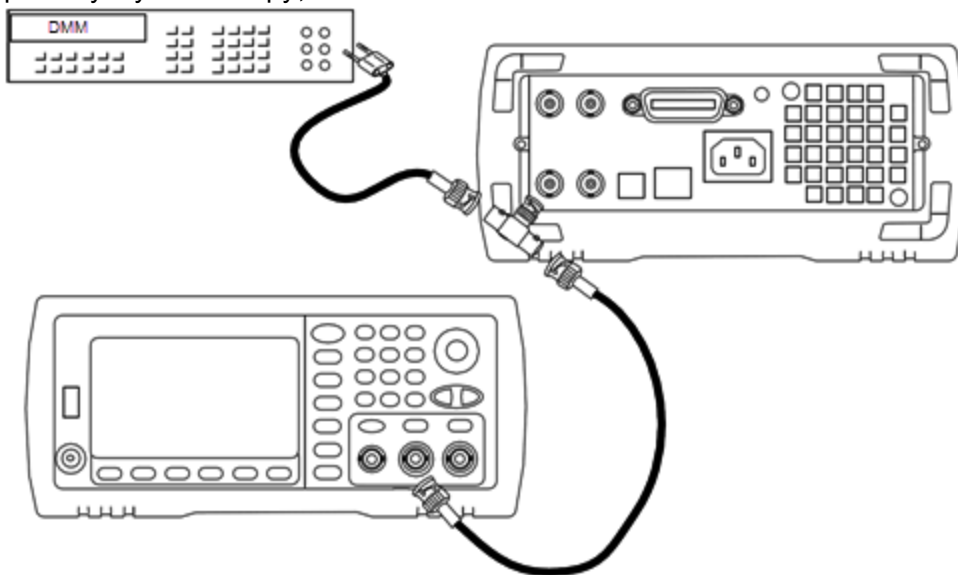
3. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемое значение частоты для каждой настройки, чтобы оно соответствовало измеренной частоте. Выберите **ENTER VALUE**.
4. Для продолжения выполните следующие действия:
- Если для процедур калибровки требуется проверка выполненной регулировки, закройте меню калибровки и выполните **Проверка внутренней временной развертки**.
 - После выполнения всех регулировок и последующей проверки работы прибора перейдите к следующей процедуре в этом разделе.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка внутреннего АЦП – серия 33600

Прибор сохраняет константы калибровки, относящиеся к усилению и смещению внутреннего АЦП. Настройка 6 должна всегда выполняться перед другими регулировками амплитуды. Внутренний АЦП далее используется в качестве источника констант калибровки, генерируемых во время самокалибровки (настройка 7).

1. Подключите выход канала 1 к модуляционному входу на задней панели прибора и цифровому мультиметру, как показано ниже.



2. Настройте цифровой мультиметр для отображения цифр $5\frac{1}{2}$ и установите функцию измерения В постоянного тока.
3. Введите следующую настройку.

	Номинальный сигнал	
Настройка	Уровень постоянного тока	
8*	~1,1 В постоянного тока $\pm 10\%$	Выполняет калибровку внутреннего АЦП.

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

4. С помощью цифровой клавиатуры и ручки введите значение, полученное в результате измерений с помощью цифрового мультиметра.

Примечание Для выполнения этой настройки необходимо приблизительно 15 секунд.

5. Отсоедините все кабели от прибора.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Настройка самокалибровки – серия 33600

1. Выполните ввод и приступите к следующей настройке.

Настройка	
9*	Самокалибровка. Выход отключен.

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

2. Для продолжения выполните следующие действия:

- а. Если в ходе процедуры калибровки необходимо проверить выполненные настройки, выйдите из меню калибровки и выполните процедуру **Проверка напряжения смещения постоянного тока**.
- б. После выполнения всех регулировок и последующей проверки работы прибора перейдите к следующей процедуре в этом разделе.

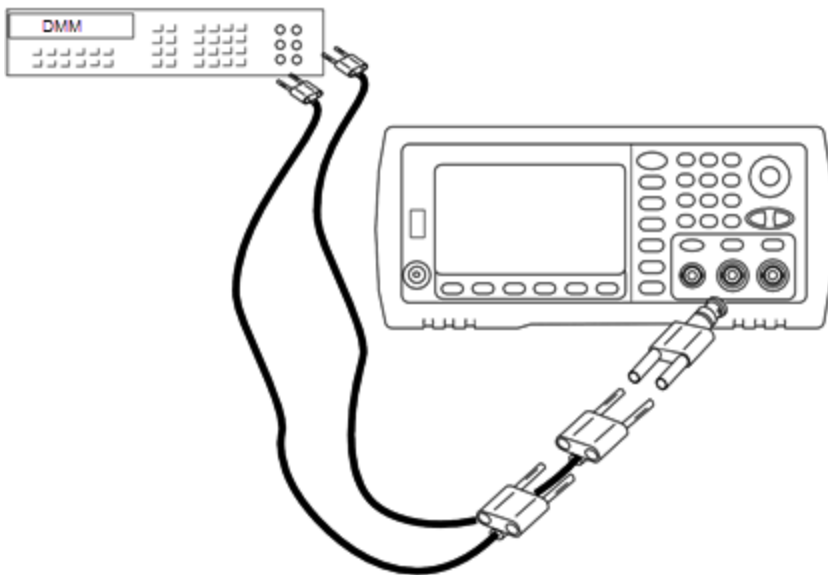
Примечание Для выполнения этой настройки необходимо приблизительно 15 секунд.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка выходного импеданса - серия 33600

В памяти прибора сохраняются постоянные калибровки для выходного импеданса канала. Эти постоянные могут быть генерированы с использованием аттенюатора, следующего за усилителем, или без его использования.

1. Настройте цифровой мультиметр для измерения сопротивления в омах в 4-проводных кабелях с учетом компенсации смещения. Настройте цифровой мультиметр для использования интеграции 100 циклов линии питания. Подсоедините входы источника и датчика сопротивления цифрового мультиметра к выходным разъемам канала, как показано далее.



2. С помощью цифрового мультиметра измерьте 4-проводное сопротивление на разъеме лицевой панели для каждой настройки, указанной в следующей таблице. Измеренное значение должно составить приблизительно 50 Ом.

Настройка	
10*	Прямой усилитель
11*	Усилитель и фильтр 100 МГц
12*	Усилитель и фильтр 150 МГц

Настройка	
13*	24 дБ после аттенюатора
14*	24 дБ после аттенюатора и фильтр 150 МГц

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

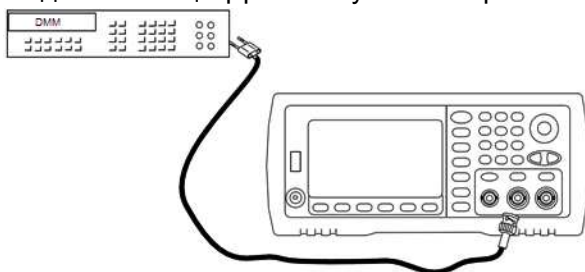
3. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемый импеданс каждой настройки в соответствии с измеренным импедансом. Выберите **ENTER VALUE**.
4. Для выходного импеданса не предусмотрено специальных испытаний для проверки функциональности. Перейдите к следующей процедуре регулировки в данном разделе.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом) – серия 33600

В памяти прибора сохраняются постоянные калибровки для всех трактов с высокоимпедансным аттенюатором. Коэффициент усиления для каждого тракта вычисляется на основе двух измерений: измерение с сигналом ЦАП при положительном выходе и измерение с сигналом ЦАП при отрицательном выходе. Таким образом, настройку параметров необходимо производить попарно.

1. Подключите цифровой мультиметр к выходному разъему канала, как показано далее.



2. С помощью цифрового мультиметра измерьте напряжение постоянного тока на разъеме лицевой панели для каждой настройки, указанной в следующей таблице.

Настройка	Номинальный сигнал	
	Уровень постоянного тока	
15	+0,0028 В	Выход в пределах диапазона -72 дБ
16*	-0,0028 В	Выход в пределах диапазона -72 дБ
17	+0,0068 В	Выход в пределах диапазона -64 дБ
18*	-0,0068 В	Выход в пределах диапазона -64 дБ
19	+0,0170 В	Выход в пределах диапазона -56 дБ
20*	-0,0170 В	Выход в пределах диапазона -56 дБ
21	+0,0430 В	Выход в пределах диапазона -48 дБ
22*	-0,0430 В	Выход в пределах диапазона -48 дБ
23	+0,1060 В	Выход в пределах диапазона -40 дБ
24*	-0,1060 В	Выход в пределах диапазона -40 дБ
25	+0,2680 В	Выход в пределах диапазона -32 дБ
26*	-0,2680 В	Выход в пределах диапазона -32 дБ
27	+0,6600 В	Выход в пределах диапазона -24 дБ
28*	-0,6600 В	Выход в пределах диапазона -24 дБ
29	+1,6500 В	Выход в пределах диапазона -16 дБ
30*	-1,6500 В	Выход в пределах диапазона -16 дБ
31	+4,2000 В	Выход в пределах диапазона -8 дБ
32*	-4,2000 В	Выход в пределах диапазона -8 дБ
33	+10,4000 В	Выход в пределах диапазона -0 дБ
34*	-10,4000 В	Выход в пределах диапазона -0 дБ
35	+0,0430 В	Выход в диапазоне -48 дБ по постоянному току верхнего уровня
36*	-0,0430 В	Выход в диапазоне -48 дБ по постоянному току верхнего уровня
37	+0,1060 В	Выход в диапазоне -40 дБ по постоянному току верхнего уровня

Настройка	Номинальный сигнал	
	Уровень постоянного тока	
38*	-0,1060 В	Выход в диапазоне -40 дБ по постоянному току верхнего уровня
39	+0,2680 В	Выход в диапазоне -32 дБ по постоянному току верхнего уровня
40*	-0,2680 В	Выход в диапазоне -32 дБ по постоянному току верхнего уровня
41	+0,6600 В	Выход в диапазоне -24 дБ по постоянному току верхнего уровня
42*	-0,6600 В	Выход в диапазоне -24 дБ по постоянному току верхнего уровня

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

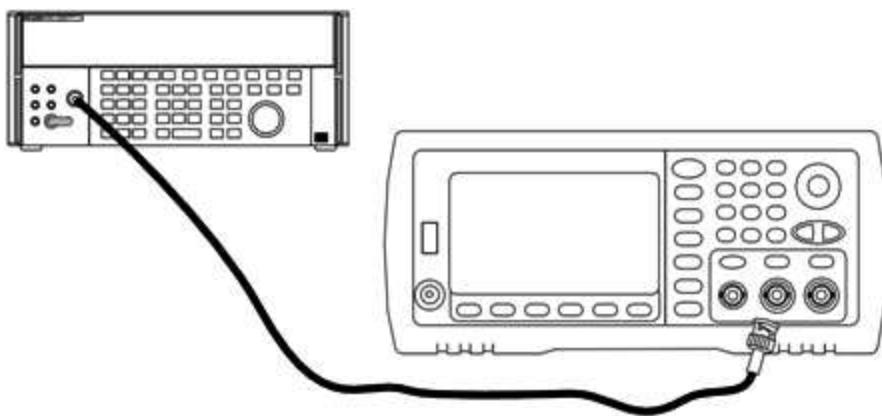
3.

4. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемое напряжение каждой настройки в соответствии с измеренным напряжением. Выберите **ENTER VALUE**.
5. Для продолжения выполните следующие действия:
 - a. Если в ходе калибровки необходимо проверить эту настройку, выйдите из меню калибровки и выполните процедуру **Проверка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом)**.
 - b. После выполнения всех регулировок и последующей проверки работы прибора перейдите к следующей процедуре в этом разделе.

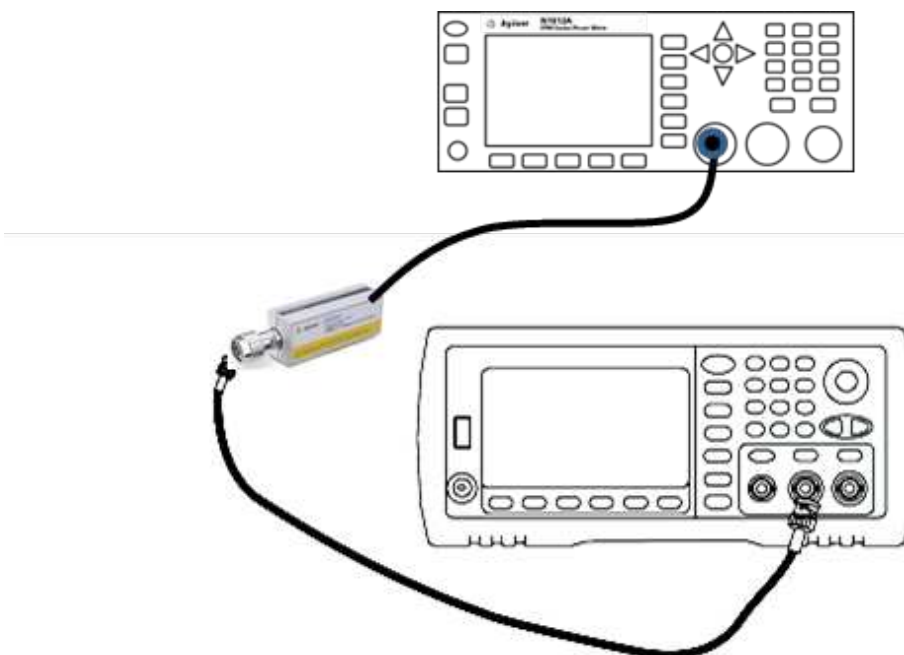
Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка равномерности в диапазоне 1 В между пиками – серия 33600

1. Для частот до 20 МГц включительно подключите точный вольтметр переменного тока, чтобы измерить выходное значение амплитуды, как показано далее. Подсоедините кабель BNC к широкополосному входному разъему Fluke 5790A.



Для частот более 20 МГц подключите точный датчик мощности и ваттметр, чтобы измерить выходное значение амплитуды, как показано далее.



2. С помощью вольтметра переменного тока для точных измерений измерьте выходную амплитуду каждой настройки, указанной в таблице ниже.

Настройка	Номинальный сигнал		
	Частота	Амплитуда	
43*	1 кГц	380 мВ (среднеквадратическое значение)	Равномерность для диапазона 1 В между пиками
44*	100 кГц		
45*	1 МГц		
46*	5 МГц		
47*	10 МГц		
48*	20 МГц		
49*	25 МГц		
50*	30 МГц		
51	40 МГц		
52	50 МГц		
53	60 МГц		
54	70 МГц		
55	80 МГц		
56	90 МГц		
57	100 МГц		
58	110 МГц		
59	120 МГц		

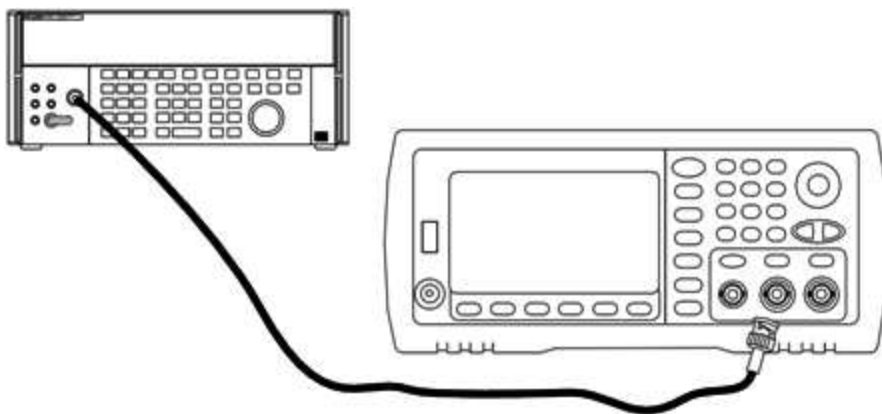
* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

3. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемое напряжение каждой настройки в соответствии с измеренным напряжением. Выберите **ENTER VALUE**.
4. Для продолжения выполните следующие действия:
- Если для процедур калибровки требуется проверка выполненной регулировки, закройте меню калибровки и выполните **Проверка равномерности в диапазоне 1 В между пиками**.
 - После выполнения всех регулировок и последующей проверки работы прибора перейдите к следующей процедуре в этом разделе.

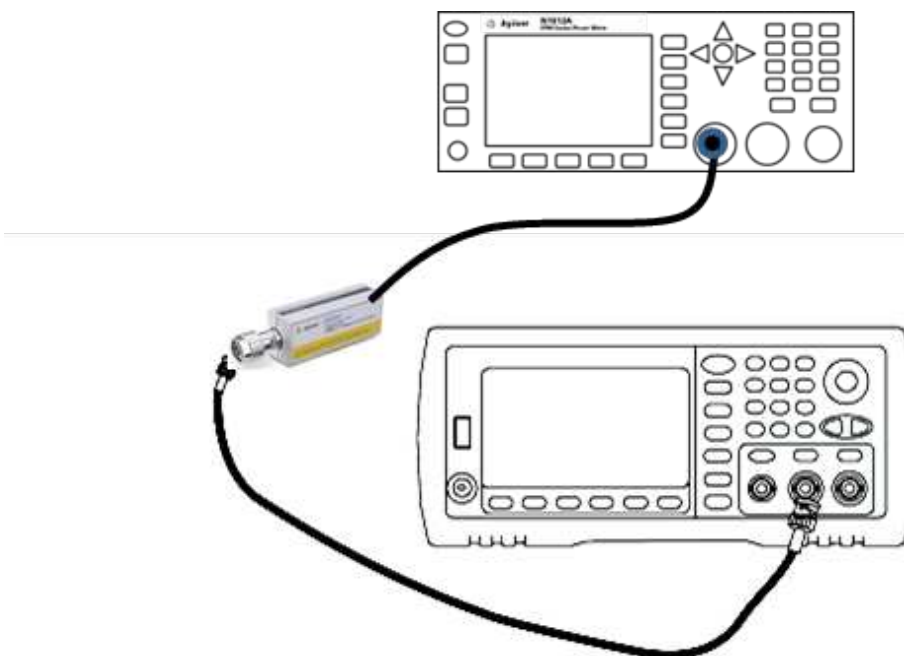
Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка равномерности в диапазоне 4 В между пиками - серия 33600

1. Для частот до 20 МГц включительно подключите точный вольтметр переменного тока, чтобы измерить выходное значение амплитуды, как показано далее. Подсоедините кабель BNC к широкополосному входному разъему Fluke 5790A.



Для частот более 20 МГц подключите точный датчик мощности и ваттметр, чтобы измерить выходное значение амплитуды, как показано далее.



2. С помощью вольтметра переменного тока для точных измерений измерьте выходную амплитуду каждой настройки, указанной в таблице ниже.

Настройка	Номинальный сигнал		
	Частота	Амплитуда	
60*	1 кГц	960 мВ (среднеквадратическое значение)	Равномерность для диапазона -8 дБ
61*	100 кГц		
62*	1 МГц		
63*	5 МГц		
64*	10 МГц		
65*	20 МГц		
66*	25 МГц		
67*	30 МГц		
68	40 МГц		
69	50 МГц		
70	60 МГц		
71	70 МГц		
72	80 МГц		
73	90 МГц		
74	100 МГц		
75	110 МГц		
76	120 МГц		

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

3. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемое напряжение каждой настройки в соответствии с измеренным напряжением. Выберите **ENTER VALUE**.
4. Для продолжения выполните следующие действия:
 - a. Если для процедур калибровки требуется проверка выполненной регулировки, закройте меню калибровки и выполните **Проверка равномерности в диапазоне 4 В между пиками**.
 - b. Если выполнены все регулировки и проверена работа прибора, проверьте выходные характеристики прибора, выполнив процедуру **Диагностика работы**.

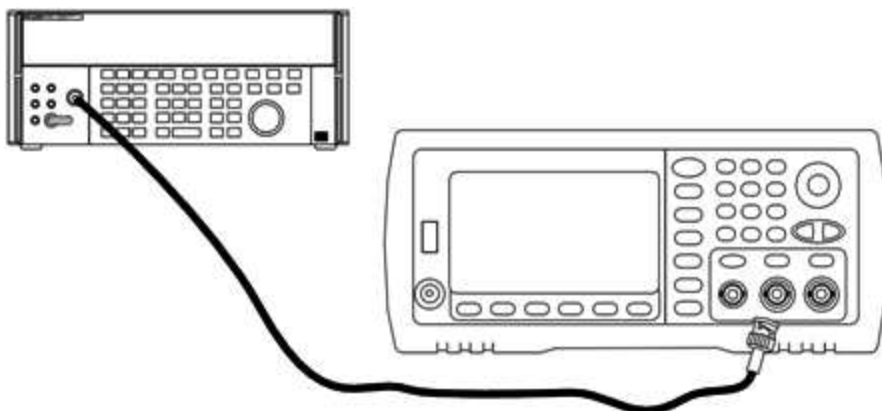
При этом процедуры регулировки для одноканального прибора можно считать завершенными. Рекомендуется выполнение проверки выходных характеристик прибора.

При регулировке двухканального прибора перейдите к выполнению следующей процедуры в данном разделе.

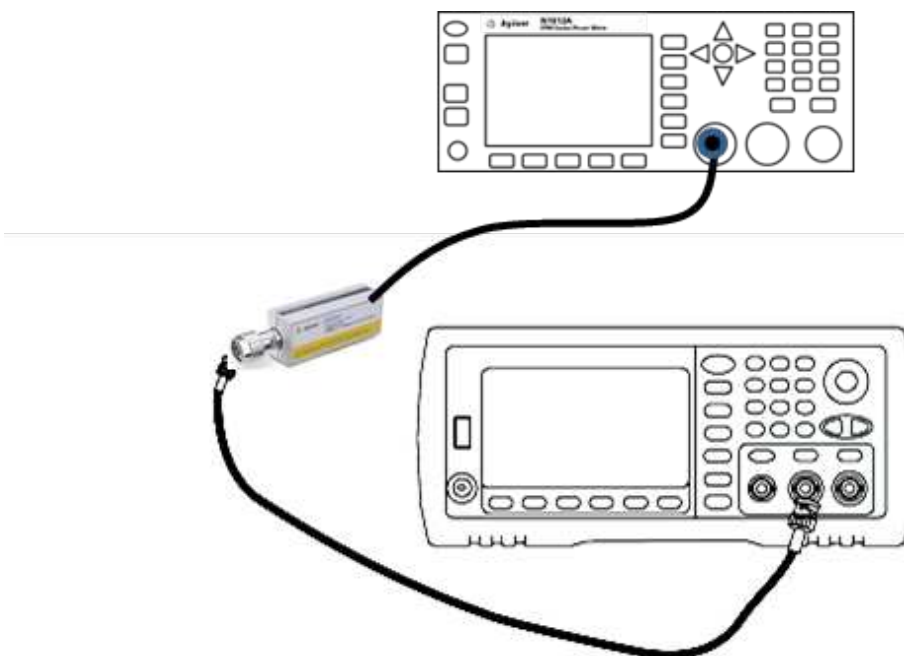
Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка равномерности в диапазоне 8 В между пиками - серия 33600

1. Для частот до 20 МГц включительно подключите точный вольтметр переменного тока, чтобы измерить выходное значение амплитуды, как показано далее. Подсоедините кабель BNC к широкополосному входному разъему Fluke 5790A.



Для частот более 20 МГц подключите точный датчик мощности и ваттметр, чтобы измерить выходное значение амплитуды, как показано далее.



2. С помощью вольтметра переменного тока для точных измерений измерьте выходную амплитуду каждой настройки, указанной в таблице ниже.

Настройка	Номинальный сигнал		
	Частота	Амплитуда	
77*	1 кГц	2,4 В (среднеквадратичное значение)	Равномерность для диапазона 0 дБ
78*	100 кГц		
79*	1 МГц		
80*	5 МГц		
81*	10 МГц		
82*	20 МГц		
83*	25 МГц		
84*	30 МГц		
85	40 МГц		
86	50 МГц		
87	60 МГц		
88	70 МГц		
89	80 МГц		

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

3. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемое напряжение каждой настройки в соответствии с измеренным напряжением. Выберите **ENTER VALUE**.

4. Для продолжения выполните следующие действия:

- Если для процедур калибровки требуется проверка выполненной регулировки, закройте меню калибровки и выполните **Проверка равномерности в диапазоне 8 В между пиками**.
- Если выполнены все регулировки и проверена работа прибора, проверьте выходные характеристики прибора, выполнив процедуру **Диагностика работы**.

При этом процедуры регулировки для одноканального прибора можно считать завершенными. Рекомендуется выполнение проверки выходных характеристик прибора.

При регулировке двухканального прибора перейдите к выполнению следующей процедуры в данном разделе.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка канала 2 – серия 33600

В приведенных далее разделах описывается регулировка канала 2.

- Настройка самокалибровки (канал 2)
- Регулировка выходного импеданса (канал 2)
- Регулировка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом) (канал 2)
- Регулировка равномерности в диапазоне -16 дБ (канал 2)
- Регулировка равномерности в диапазоне -8 дБ (канал 2)
- Регулировка равномерности в диапазоне 0 дБ

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Настройка самокалибровки (канал 2) – серия 33600

1. Выполните ввод и приступите к следующей настройке.

Настройка	
90*	Самокалибровка. Выход отключен.

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

2. Для продолжения выполните следующие действия:

- Если в ходе процедуры калибровки необходимо проверить выполненные настройки, выйдите из меню калибровки и выполните процедуру **Проверка напряжения смещения постоянного тока**. Регулировка выполняется для канала 2.
- После выполнения всех регулировок и последующей проверки работы прибора перейдите к следующей процедуре в этом разделе.

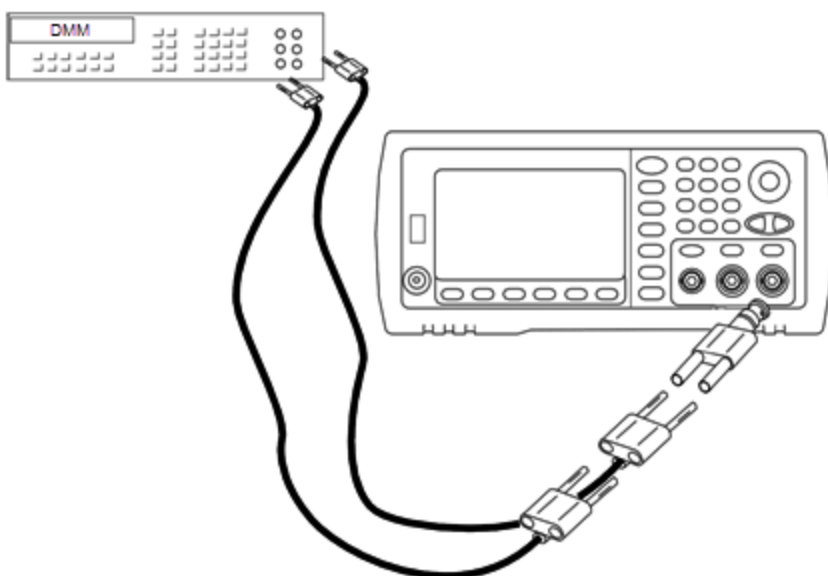
Примечание Для выполнения этой настройки необходимо приблизительно 15 секунд.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка выходного импеданса (канал 2) – серия 33600

В памяти прибора сохраняются постоянные калибровки для выходного импеданса канала. Эти постоянные могут быть генерированы с использованием аттенюатора, следующего за усилителем, или без его использования.

- Настройте цифровой мультиметр для измерения сопротивления в омах в 4-проводных кабелях с учетом компенсации смещения. Настройте цифровой мультиметр для использования интеграции 100 циклов линии питания. Подсоедините входы источника и датчика сопротивления цифрового мультиметра к выходным разъемам канала, как показано далее.



2. С помощью цифрового мультиметра измерьте 4-проводное сопротивление на разъеме лицевой панели для каждой настройки, указанной в следующей таблице. Измеренное значение должно составить приблизительно 50 Ом.

Настройка	
91*	Прямой усилитель
92*	Усилитель и фильтр 100 МГц
93*	Усилитель и фильтр 150 МГц
94*	24 дБ после аттенюатора
95*	24 дБ после аттенюатора и фильтр 150 МГц

3.

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

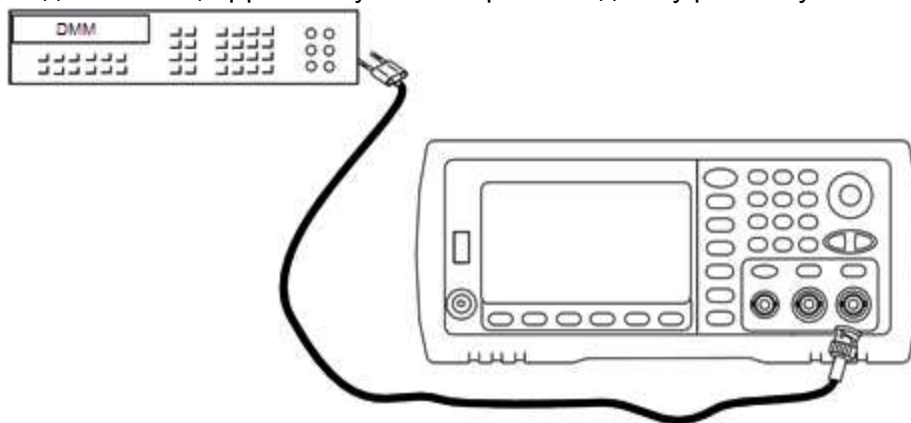
4. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемый импеданс каждой настройки в соответствии с измеренным импедансом. Выберите **ENTER VALUE**.
5. Для выходного импеданса не предусмотрено специальных испытаний для проверки функциональности. Перейдите к следующей процедуре регулировки в данном разделе.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом) (канал 2) – серия 33600

В памяти прибора сохраняются постоянные калибровки для всех трактов с высокоимпедансным аттенюатором. Коэффициент усиления для каждого тракта вычисляется на основе двух измерений: измерение с сигналом ЦАП при положительном выходе и измерение с сигналом ЦАП при отрицательном выходе. Таким образом, настройку параметров необходимо производить попарно.

1. Подключите цифровой мультиметр к выходному разъему канала, как показано далее.



2. С помощью цифрового мультиметра измерьте напряжение постоянного тока на разъеме лицевой панели для каждой настройки, указанной в следующей таблице.

Настройка	Номинальный сигнал	
	Уровень постоянного тока	
96	+0,0028 В	Выход в пределах диапазона -72 дБ
97*	-0,0028 В	Выход в пределах диапазона -72 дБ
98	+0,0068 В	Выход в пределах диапазона -64 дБ
99*	-0,0068 В	Выход в пределах диапазона -64 дБ
100	+0,0170 В	Выход в пределах диапазона -56 дБ
101*	-0,0170 В	Выход в пределах диапазона -56 дБ
102	+0,0430 В	Выход в пределах диапазона -48 дБ
103*	-0,0430 В	Выход в пределах диапазона -48 дБ
104	+0,1060 В	Выход в пределах диапазона -40 дБ
105*	-0,1060 В	Выход в пределах диапазона -40 дБ
106	+0,2680 В	Выход в пределах диапазона -32 дБ
107*	-0,2680 В	Выход в пределах диапазона -32 дБ
108	+0,6600 В	Выход в пределах диапазона -24 дБ
109*	-0,6600 В	Выход в пределах диапазона -24 дБ
110	+1,6500 В	Выход в пределах диапазона -16 дБ
111*	-1,6500 В	Выход в пределах диапазона -16 дБ
112	+4,2000 В	Выход в пределах диапазона -8 дБ
113*	-4,2000 В	Выход в пределах диапазона -8 дБ
114	+10,4000 В	Выход в пределах диапазона -0 дБ
115*	-10,4000 В	Выход в пределах диапазона -0 дБ
116	+0,0430 В	Выход в диапазоне -48 дБ по постоянному току верхнего уровня
117*	-0,0430 В	Выход в диапазоне -48 дБ по постоянному току верхнего уровня
118	+0,1060 В	Выход в диапазоне -40 дБ по постоянному току верхнего уровня
119*	-0,1060 В	Выход в диапазоне -40 дБ по постоянному току верхнего уровня
120	+0,2680 В	Выход в диапазоне -32 дБ по постоянному току верхнего уровня

3.

Настройка	Номинальный сигнал	
	Уровень постоянного тока	
121*	-0,2680 В	Выход в диапазоне -32 дБ по постоянному току верхнего уровня
122	+0,6600 В	Выход в диапазоне -24 дБ по постоянному току верхнего уровня
123*	-0,6600 В	Выход в диапазоне -24 дБ по постоянному току верхнего уровня

4.

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

5. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемое напряжение каждой настройки в соответствии с измеренным напряжением. Выберите **ENTER VALUE**.

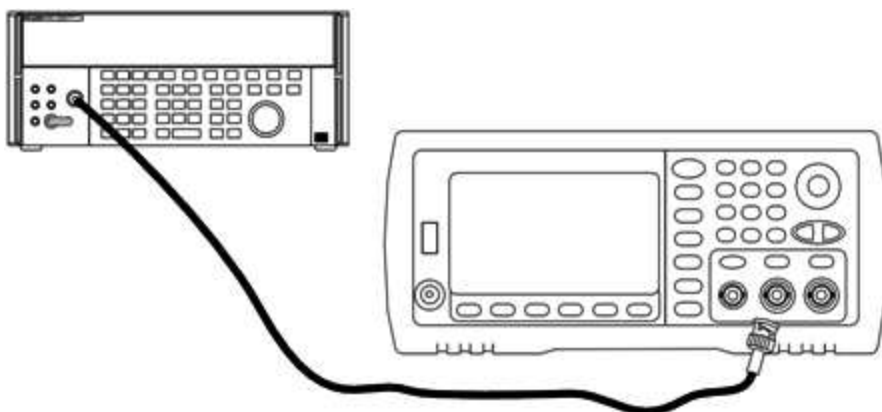
6. Для продолжения выполните следующие действия:

- Если в ходе калибровки необходимо проверить эту настройку, выйдите из меню калибровки и выполните процедуру **Проверка амплитуды переменного тока (с высоким импедансом)**.
- После выполнения всех регулировок и последующей проверки работы прибора перейдите к следующей процедуре в этом разделе.

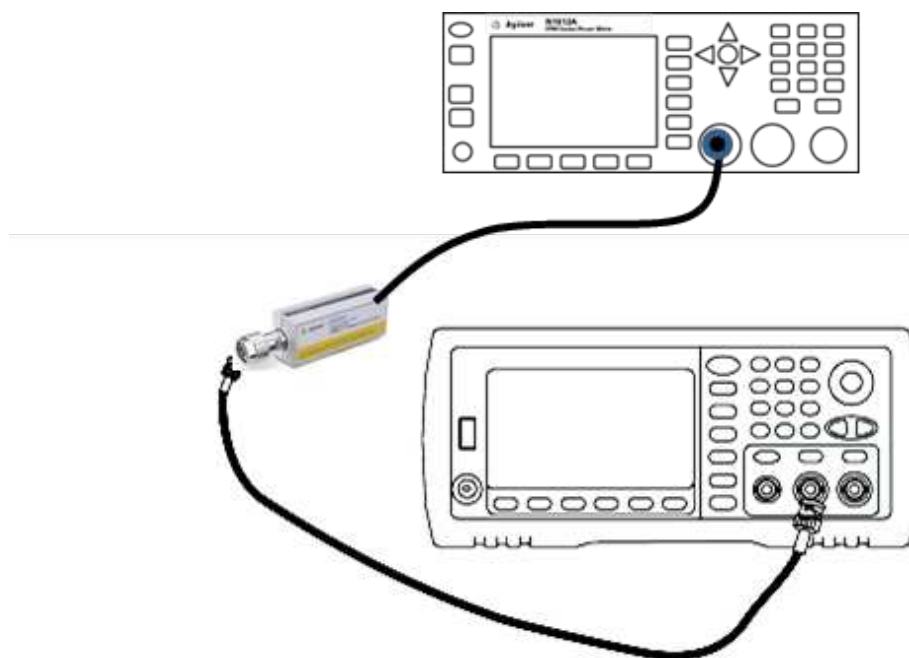
Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка равномерности в диапазоне 1 В между пиками (канал 2) - серия 33600

- Для частот до 20 МГц включительно подключите точный вольтметр переменного тока, чтобы измерить выходное значение амплитуды, как показано далее. Подсоедините кабель BNC к широкополосному входному разъему Fluke 5790A.



Для частот более 20 МГц подключите точный датчик мощности и ваттметр, чтобы измерить выходное значение амплитуды, как показано далее.



2. С помощью вольтметра переменного тока для точных измерений измерьте выходную амплитуду каждой настройки, указанной в таблице ниже.

Настройка	Номинальный сигнал		
	Частота	Амплитуда	
124*	1 кГц	380 мВ (среднеквадратическое значение)	Равномерность для диапазона 1 В между пиками
125*	100 кГц		
126*	1 МГц		
127*	5 МГц		
128*	10 МГц		
129*	20 МГц		
130*	25 МГц		
131*	30 МГц		
132	40 МГц		
133	50 МГц		
134	60 МГц		
135	70 МГц		
136	80 МГц		
137	90 МГц		
138	100 МГц		
139	110 МГц		
140	120 МГц		

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

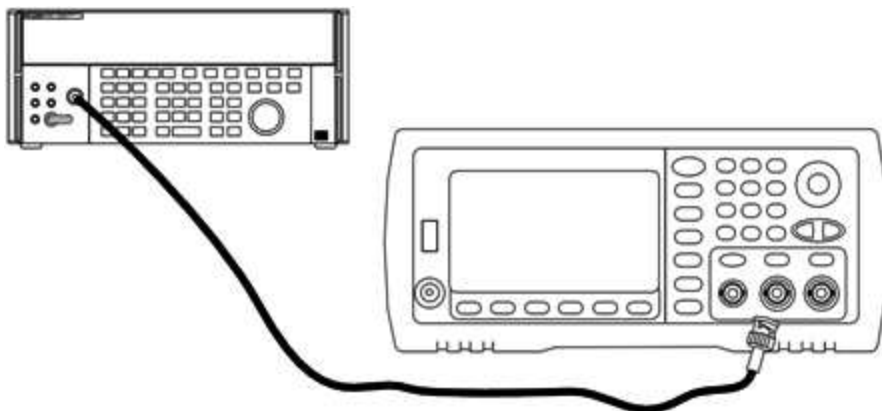
3. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемое напряжение каждой настройки в соответствии с измеренным напряжением. Выберите **ENTER VALUE**.
4. Для продолжения выполните следующие действия:
- Если для процедур калибровки требуется проверка выполненной регулировки, закройте меню калибровки и выполните **Проверка равномерности в диапазоне 1 В между пиками**. Регулировка выполняется для канала 2.
 - После выполнения всех регулировок и последующей проверки работы прибора перейдите к следующей процедуре в этом разделе.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

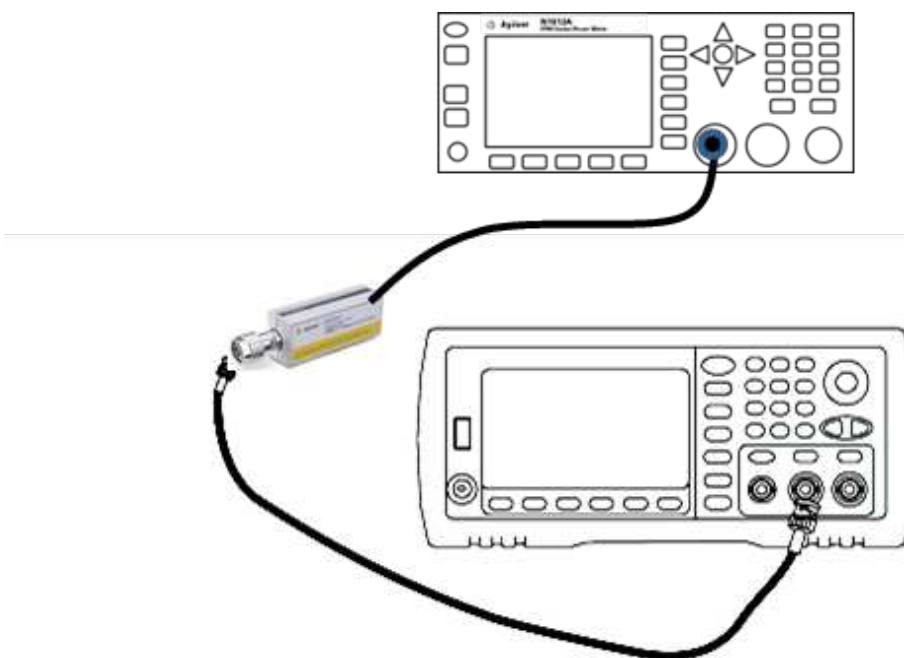
Регулировка равномерности в диапазоне 4 В между пиками (канал 2) - серия 33600

Данный раздел относится к каналу 2. Выполняется проверка равномерности амплитуды переменного тока с высокой частотой в диапазоне аттенюатора -8 дБ. Также выполняется проверка равномерности для других диапазонов, исключая диапазоны аттенюатора -24 дБ и 0 дБ.

1. Для частот до 20 МГц включительно подключите точный вольтметр переменного тока, чтобы измерить выходное значение амплитуды, как показано далее. Подсоедините кабель BNC к широкополосному входному разъему Fluke 5790A.



Для частот более 20 МГц подключите точный датчик мощности и ваттметр, чтобы измерить выходное значение амплитуды, как показано далее.



2. С помощью вольтметра переменного тока для точных измерений измерьте выходную амплитуду каждой настройки, указанной в таблице ниже.

Настройка	Номинальный сигнал		
	Частота	Амплитуда	
141*	1 кГц	960 мВ (среднеквадратическое значение)	Равномерность для диапазона - 8 дБ
142*	100 кГц		
143*	1 МГц		
144*	5 МГц		
145*	10 МГц		
146*	20 МГц		
147*	25 МГц		
148*	30 МГц		
149	40 МГц		
150	50 МГц		
151	60 МГц		
152	70 МГц		
153	80 МГц		
154	90 МГц		
155	100 МГц		
156	110 МГц		
157	120 МГц		

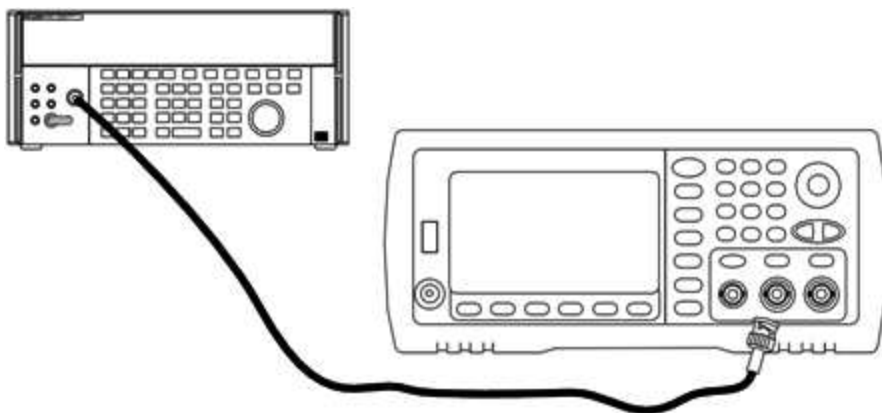
* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

3. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемое напряжение каждой настройки в соответствии с измеренным напряжением. Выберите **ENTER VALUE**.
4. Рекомендуемые процедуры регулировки завершены. Рекомендуется выполнение проверки выходных характеристик прибора.
- а. Если для процедур калибровки требуется проверка выполненной регулировки, закройте меню калибровки и выполните **Проверка равномерности в диапазоне 4 В между пиками**.

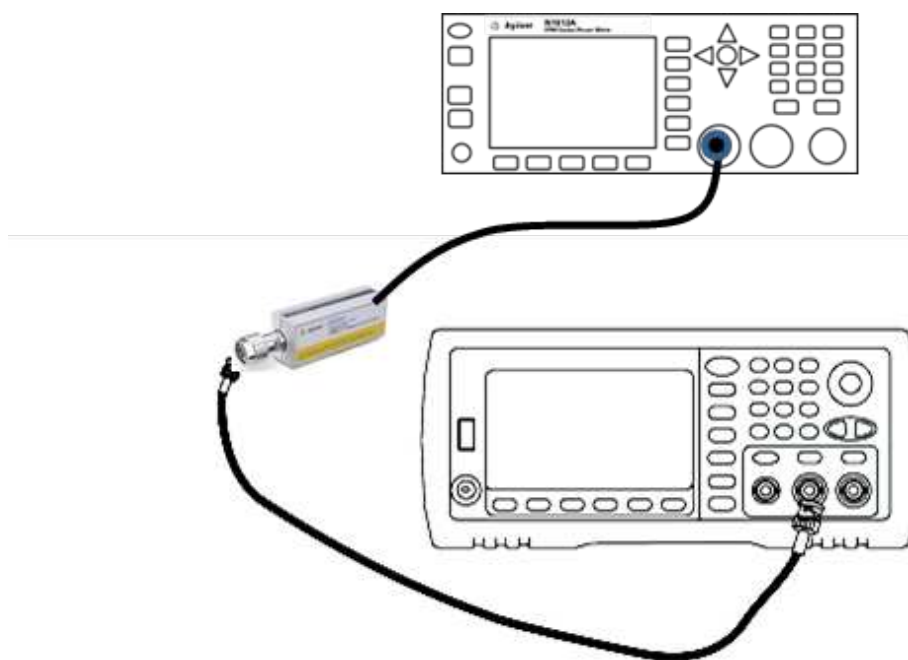
Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Регулировка равномерности в диапазоне 8 В между пиками - серия 33600

1. Для частот до 20 МГц включительно подключите точный вольтметр переменного тока, чтобы измерить выходное значение амплитуды, как показано далее. Подсоедините кабель BNC к широкополосному входному разъему Fluke 5790A.



Для частот более 20 МГц подключите точный датчик мощности и ваттметр, чтобы измерить выходное значение амплитуды, как показано далее.



2. С помощью вольтметра переменного тока для точных измерений измерьте выходную амплитуду каждой настройки, указанной в таблице ниже.

Настройка	Номинальный сигнал		
	Частота	Амплитуда	
158*	1 кГц	2,4 В (среднеквадратичное значение)	Равномерность для диапазона 0 дБ
159*	100 кГц		
160*	1 МГц		
161*	5 МГц		
162*	10 МГц		
163*	20 МГц		
164*	25 МГц		
165*	30 МГц		
166	40 МГц		
167	50 МГц		
168	60 МГц		
169	70 МГц		
170	80 МГц		

* После выполнения этой настройки постоянные сохраняются.

3. С помощью цифровой клавиатуры или ручки отрегулируйте отображаемое напряжение каждой настройки в соответствии с измеренным напряжением. Выберите **ENTER VALUE**.

4. Для продолжения выполните следующие действия:

- Если для процедур калибровки требуется проверка выполненной регулировки, закройте меню калибровки и выполните **Проверка равномерности в диапазоне 8 В между пиками**.
- Если выполнены все регулировки и проверена работа прибора, проверьте выходные характеристики прибора, выполнив процедуру **Диагностика работы**.

При этом процедуры регулировки для одноканального прибора можно считать законченными. Рекомендуется выполнение проверки выходных характеристик прибора.

При регулировке двухканального прибора перейдите к выполнению следующей процедуры в данном разделе.

Предыдущий раздел главы "Калибровка" Следующий раздел главы "Калибровка"

Ошибки калибровки – серия 33600

Во время выполнения калибровки могут возникать следующие ошибки. Существуют также **системные ошибки** и **ошибки самодиагностики**. Некоторые сообщения об ошибках

включают номер неисправного канала (1 или 2), который в сообщениях ниже обозначен буквой "n".

701 Calibration error; security defeated by hardware jumper

Если при включении прибора сделано короткое замыкание перемычки блокировки калибровки (CAL ENABLE), эта ошибка указывает на то, что был изменен пароль безопасности. Для получения подробной информации см. раздел **Безопасность калибровки**.

702 Calibration error; calibration memory is secured

Чтобы выполнить калибровку, разблокируйте прибор. Для получения подробной информации см. раздел **Безопасность калибровки**.

703 Calibration error; secure code provided was invalid

Указан недействительный код безопасности.

706 Calibration error; value out of range

Введенное значение выходит за пределы допустимого диапазона.

707 Calibration error; signal input is out of range

Возникает во время регулировки АЦП на стадии настройки 6, если входное напряжение 1 В слишком высокое. Может также возникнуть во время самокалибровки (настройка 7). Запустите процедуру самодиагностики для определения проблемы.

710 Self-calibration failed; Chan n, null DAC cal, invalid self cal

Self-calibration failed; Chan n, offset DAC cal with attenuator, invalid self cal

Self-calibration failed; Chan n, offset DAC cal no attenuator, invalid self cal

Ошибка возникла при выполнении внутренней калибровки заданного ЦАП. В результате самокалибровки постоянные самокалибровки не изменены. Запустите процедуру самодиагностики для определения проблемы.

711 Self-calibration failed; Chan n, null DAC cal gain too low (too high), <meas_value>

Self-calibration failed; Chan n, offset DAC cal with attenuator gain too low (too high), <meas_value>

Self-calibration failed; Chan n, offset DAC cal no attenuator gain too low (too high), <meas_value>

Вычисленный коэффициент усиления калибровки для заданного ЦАП вышел за границы предельных значений. В результате самокалибровки постоянные самокалибровки не изменены. Запустите процедуру самодиагностики для определения проблемы.

712 Self-calibration failed; Chan n, null DAC cal zero too low (too high), <meas_value>

Self-calibration failed; Chan n, offset DAC cal with attenuator zero too low (too high), <meas_value>

Self-calibration failed; Chan n, offset DAC cal no attenuator zero too low (too high), <meas_value>

Self-calibration failed; Chan n, GND measurement out of limits, <meas_value>

Вычисленный коэффициент нулевой калибровки для заданного ЦАП вышел за границы предельных значений. В результате самокалибровки постоянные самокалибровки не изменены. Запустите процедуру самодиагностики для определения проблемы.

715 Self-calibration failed; Chan n, null DAC cal, convergence error sub attenuator value dB

Не удалось объединить значение внутренней калибровки при выполнении внутренней нулевой калибровки ЦАП. В результате самокалибровки постоянные самокалибровки не изменены. Запустите процедуру самодиагностики для определения проблемы.

720 Self-calibration failed; Chan n, offset DAC cal with attenuator, convergence error Self-calibration failed; Chan n, offset DAC cal no attenuator, convergence error

Не удалось объединить значение внутренней калибровки при выполнении внутренней калибровки ЦАП смещения. В результате самокалибровки постоянные самокалибровки не изменены. Запустите процедуру самодиагностики для определения проблемы.

850 Calibration error; set up is invalid

Выбран недействительный номер настройки калибровки.

850 Calibration error; set up is out of order

Для выполнения определенных шагов калибровки требуются конкретные исходные и конечные условия. Не начинайте выполнение калибровки с середины процедуры.

Предыдущий раздел главы "Калибровка"

Блок-схема – серия 33500

Прибор состоит из четырех основных компонентов:

- процессор;
- главная плата;
- лицевая панель;
- основной источник питания.

Упрощенная блок-схема приведена в конце данного раздела.

Процессор является одноплатным вычислительным устройством, содержащим ЦПУ, ОЗУ, ПЗУ и цепи управления портами GPIB, LAN и USB. Встроенный веб-интерфейс содержится в ПЗУ. Схема процессора подключена к системе заземления.

При нажатии выключателя питания процессор устанавливает связь и выполняет загрузку ППВМ. При установке этой связи используются несинхронные линии последовательной передачи данных и одна линия последовательной синхронизации. Эти четыре линии являются изолированными.

В ППВМ сохраняются все сигналы, кроме сигналов произвольной формы. Сигналы произвольной формы загружаются в синхронное динамическое ОЗУ на главной плате. Управление всеми сигналами, запусками, сигналами sync, выходами, аттенюаторами и смещением выполняется ППВМ.

Основной сигнал для каждого канала (только один канал показан в блок-схеме) загружается в ЦАП сигналов и синхронизируется с временной разверткой. Выходной сигнал ЦАП

проходит через эллиптический фильтр перед основными аттенюаторами. В тракте имеется три аттенюатора: -7,96 дБ, -15,91 дБ и -23,87 дБ.

Сигнал применяется к выходному усилителю. Смещение постоянного тока суммируется на выходном усилителе. После усилителя -23,87 дБ имеется аттенюатор для сигналов низкого уровня. В таблице ниже показаны аттенюаторы, которые создают амплитуду выходного сигнала.

Выходной диапазон Смещение постоянного тока < 320 мВ	-7,96 дБ	-15,91 дБ	-23,87 дБ	-23,87 дБ (после)
10 В между пиками - 3,6 В между пиками	Выход	Выход	Выход	Выход
4 В между пиками - 1,44 В между пиками	Вход	Выход	Выход	Выход
1,6 В между пиками - 576 мВ между пиками	Выход	Вход	Выход	Выход
640 мВ между пиками - 230 мВ между пиками	Выход	Выход	Выход	Вход
256 мВ между пиками - 92 мВ между пиками	Вход	Выход	Выход	Вход
102,4 мВ между пиками - 36,86 мВ между пиками	Выход	Вход	Выход	Вход
40,96 мВ между пиками - 14,75 мВ между пиками	Выход	Выход	Вход	Вход
16,38 мВ между пиками - 5,90 мВ между пиками	Вход	Выход	Вход	Вход
6,55 мВ между пиками - 2,36 мВ между пиками	Выход	Вход	Вход	Вход
2,62 мВ между пиками - 1,00 мВ между пиками	Вход	Вход	Вход	Вход

Выходной диапазон Смещение постоянного тока ≥ 320 мВ	-7,96 дБ	-15,91 дБ	-23,87 дБ	-23,87 дБ (после)
9,36 В между пиками - 3,6 В между пиками	Выход	Выход	Выход	Выход
4 В между пиками - 1,44 В между пиками	Вход	Выход	Выход	Выход
1,6 В между пиками - 576 мВ между пиками	Выход	Вход	Выход	Выход
640 мВ между пиками - 230 мВ между пиками	Выход	Выход	Вход	Выход
256 мВ между пиками - 92 мВ между пиками	Вход	Выход	Вход	Выход
102,4 мВ между пиками - 36,86 мВ между пиками	Выход	Вход	Вход	Выход
40,96 мВ между пиками - 1,00 мВ между пиками	Вход	Вход	Вход	Выход

Выходное реле во включенном состоянии обеспечивает подачу сигнала на BNC-коннектор на передней панели. Кроме того, в отключенном состоянии это реле направляет сигнал в модуляционный АЦП для выполнения внутренней самодиагностики и процедур калибровки.

Выходное реле контролируется ППВМ. Две цепи обеспечивают защиту от перенапряжения и сверттока, главным образом поступающих из внешней цепи. Прибор может быть источником очень низкого выходного импеданса.

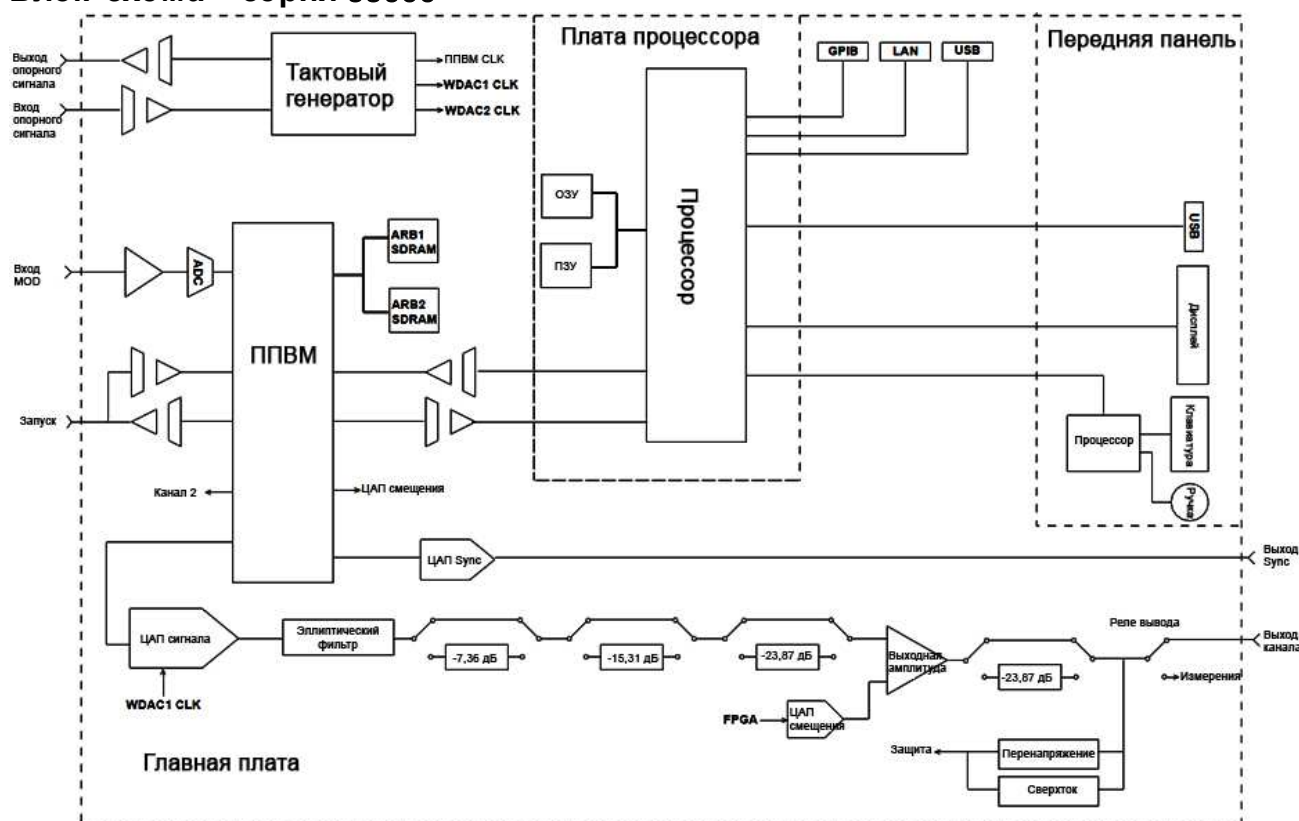
Выходной сигнал **Sync** генерируется как сигнал ППВМ, поступающий в ЦАП **Sync**.

Внешний сигнал запуска на входе и на выходе связан с корпусом через BNC-коннектор, но изолирован для ППВМ.

Входной сигнал модуляции изолирован на входе в АЦП. ППВМ применяет сигнал модуляции к выходному сигналу.

Тактовый генератор прибора использует кварцевый осциллятор 10 МГц и петлю с блокировкой фазы для генерирования тактов 250 МГц, используемых ППВМ и ЦАП сигналов. Когда используется внешняя опорная частота 10 МГц, петля с блокировкой цифровой фазы в ППВМ поддерживает кварцевый осциллятор в режиме sync.

Блок-схема – серия 33500



Блок-схема – серия 33600

Прибор состоит из четырех основных компонентов:

- процессор;
- главная плата;

- лицевая панель;
- основной источник питания.

Упрощенная блок-схема приведена в конце данного раздела.

Процессор располагается в сборке передней панели и содержит ЦПУ, ОЗУ, ПЗУ и цепи управления портами GPIB, LAN и USB. Встроенный веб-интерфейс содержится в ПЗУ. Схема процессора подключена к системе заземления.

При нажатии выключателя питания процессор устанавливает связь и выполняет загрузку ППВМ в сборке мезонинной платы. При установке этой связи используются несинхронные линии последовательной передачи данных и одна линия последовательной синхронизации. Эти четыре линии являются изолированными.

В ППВМ сохраняются все сигналы, кроме сигналов произвольной формы. Сигналы произвольной формы загружаются в синхронное динамическое ОЗУ в сборке мезонинной платы. Управление всеми сигналами, запусками, сигналами sync, выходами, аттенюаторами и смещением выполняется ППВМ.

Основной сигнал для каждого канала (только один канал показан в блок-схеме) загружается в ЦАП сигналов и синхронизируется с помощью тактового генератора. Выходной сигнал ЦАП проходит через фильтр для устранения эффектов наложения спектров перед основными аттенюаторами. В тракте имеется три аттенюатора: -7,96 дБ, -15,91 дБ и -23,87 дБ.

Сигнал применяется к выходному усилителю. Смещение постоянного тока суммируется на выходном усилителе. После усилителя -23,87 дБ имеется аттенюатор для сигналов низкого уровня. В таблице ниже показаны аттенюаторы, которые создают амплитуду выходного сигнала.

Выходной диапазон Смещение постоянного тока < 320 мВ	-7,96 дБ	-15,91 дБ	-23,87 дБ	-23,87 дБ (после)
10 В между пиками - 4,0001 В между пиками	Выход	Выход	Выход	Выход
4,1 В между пиками - 1,44 В между пиками	Вход	Выход	Выход	Выход
1,6 В между пиками - 576 мВ между пиками	Выход	Вход	Выход	Выход
640 мВ между пиками - 230 мВ между пиками	Выход	Выход	Выход	Вход
256 мВ между пиками - 92 мВ между пиками	Вход	Выход	Выход	Вход
102,4 мВ между пиками - 36,86 мВ между пиками	Выход	Вход	Выход	Вход
40,96 мВ между пиками - 14,75 мВ между пиками	Выход	Выход	Вход	Вход
16,38 мВ между пиками - 5,90 мВ между пиками	Вход	Выход	Вход	Вход
6,55 мВ между пиками - 2,36 мВ между пиками	Выход	Вход	Вход	Вход
2,62 мВ между пиками - 1,00 мВ между пиками	Вход	Вход	Вход	Вход

Выходной диапазон Смещение постоянного тока ≥ 320 мВ	-7,96 дБ	-15,91 дБ	-23,87 дБ	-23,87 дБ (после)
9,36 В между пиками - 3,6 В между пиками	Выход	Выход	Выход	Выход
4 В между пиками - 1,44 В между пиками	Вход	Выход	Выход	Выход
1,6 В между пиками - 576 мВ между пиками	Выход	Вход	Выход	Выход
640 мВ между пиками - 230 мВ между пиками	Выход	Выход	Вход	Выход
256 мВ между пиками - 92 мВ между пиками	Вход	Выход	Вход	Выход
102,4 мВ между пиками - 36,86 мВ между пиками	Выход	Вход	Вход	Выход
40,96 мВ между пиками - 1,00 мВ между пиками	Вход	Вход	Вход	Выход
Напряжение постоянного тока < 320 мВ	Вход	Вход	Вход	Вход
Напряжение постоянного тока ≥ 320 мВ	Вход	Вход	Вход	Выход

Два реле в блоке переключения вывода и фильтров обеспечивают три тракта к разъему BNC на передней панели (один прямой и два через фильтры, которые снижают уровень искажения выходного сигнала), а также открытый тракт для выключения вывода. Атенюированная версия вывода направляется в модуляционный АЦП и используется для внутренней самодиагностики и калибровки.

Выходные реле контролируется ППВМ. Две цепи обеспечивают защиту от перенапряжения и сверхтока, главным образом поступающих из внешней цепи. Прибор может быть источником очень низкого выходного импеданса.

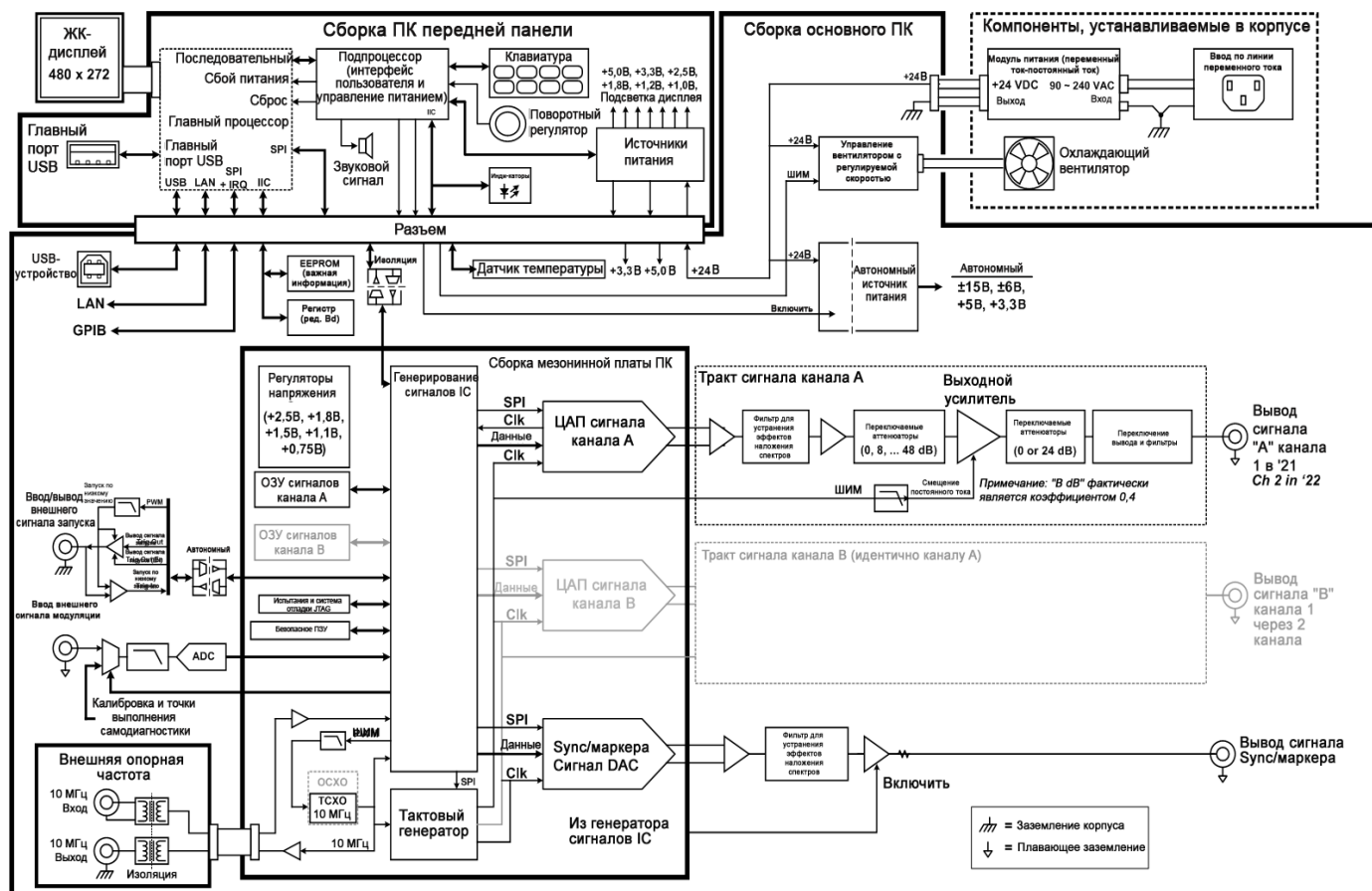
Выходной сигнал **Sync** генерируется как сигнал ППВМ, поступающий в ЦАП **Sync**.

Внешний сигнал запуска на входе и на выходе связан с корпусом через BNC-коннектор, но изолирован для ППВМ.

Входной сигнал модуляции присутствует на входе в АЦП. ППВМ применяет сигнал модуляции к выходному сигналу.

Тактовый генератор прибора использует кварцевый осциллятор 10 МГц и петлю с блокировкой фазы для генерирования тактов 2 ГГц, используемых ППВМ и ЦАП сигналов. Когда используется внешняя опорная частота 10 МГц, петля с блокировкой фазы в ППВМ поддерживает кварцевый осциллятор в режиме sync.

Блок-схема – серия 33600



Источники питания – серия 33500

Напряжение в сети фильтруется и поступает к основному источнику питания; источник питания +15 В всегда включен при поступлении электропитания из сети. Регулятор напряжения обеспечивает поступление электропитания +3,3 В с основного источника питания с заземлением, это напряжение всегда присутствует при поступлении электропитания из сети.

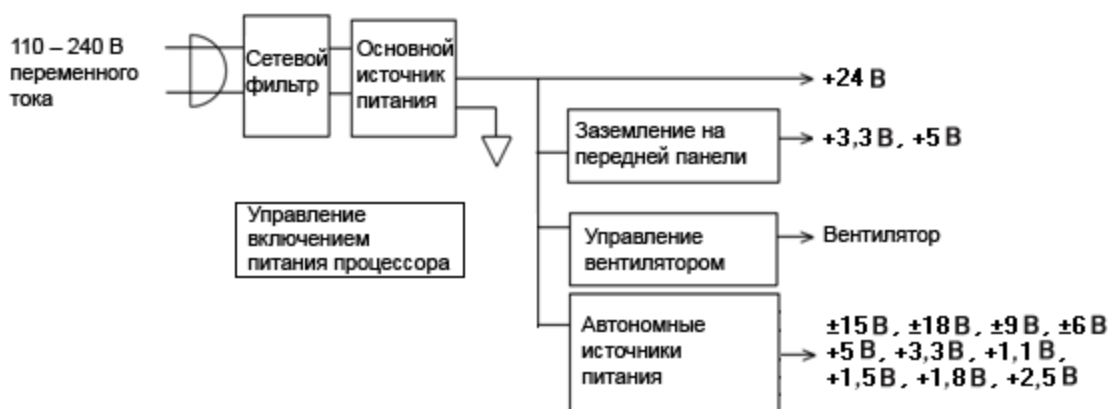
Малый микропроцессор на главной плате определяет положение выключателя питания и включает все остальные источники питания.



Источники питания – серия 33600

Напряжение в сети фильтруется и поступает к основному источнику питания; источник питания +24 В всегда включен при поступлении электропитания из сети. Регулятор напряжения обеспечивает поступление электропитания +5 В с основного источника питания с заземлением, это напряжение всегда присутствует при поступлении электропитания из сети.

Малый микропроцессор на передней панели определяет положение выключателя питания и включает все остальные источники питания.



Поиск и устранение неисправностей – серия 33500

Далее приведен краткий список наиболее распространенных неполадок. Перед поиском и устранением неисправностей или перед ремонтом прибора убедитесь, что текущая

неполадка является неполадкой самого прибора, а не внешних подключений. Также убедитесь, что прибор был надлежащим образом откалиброван в течение последнего года. Поиск и устранение неисправностей и ремонт электроцепей прибора можно выполнять с помощью основного диагностического оборудования.

Прибор не работает

Проверьте следующее:

- Кабель питания переменного тока надежно подключен к прибору и розетке сети электропитания.
- На лицевой панели нажат выключатель питания/режима ожидания.

Сбой самодиагностики прибора

Убедитесь, что при выполнении самодиагностики все кабели (на лицевой и задней панели) отсоединены. Во время самодиагностики ошибки могут быть вызваны сигналами, присутствующими во внешних проводах, поэтому при длительной самодиагностике сигналы могут действовать как антенны.

ВНИМАНИЕ

НЕ переустанавливайте материнскую плату, плату процессора или плату передней панели с одного прибора на другой. На этих платах указан номер модели и серийный номер, которые идентифицируют определенный прибор, и взаимная замена плат приборов может привести к неполадкам в их работе, проблемам лицензирования, обслуживания, импорта/экспорта или аннулированию гарантии.

Источники питания

Проверьте основной источник питания.

ОСТОРОЖНО

Риск поражения электрическим током. Чтобы проверить источники питания, снимите крышку прибора, как описано в разделе **Разборка прибора**.

Основной источник питания обеспечивает подачу питания +15 В постоянного тока ($\pm 0,3$ В постоянного тока) на главную плату. Питание для всех остальных источников поступает от этого основного источника. Питание подается всегда, когда подключен кабель электропитания.

Проверьте подачу питания на разъеме главной платы. Обратите внимание, что источник питания не связан с корпусом, когда отключается от главной платы.

- Сбой в подаче питания может привести к перегрузке источника питания и понижению выходного напряжения источника. Отключите основной источник питания от главной платы, чтобы выполнить проверку.
- Всегда с помощью осциллографа проверяйте отсутствие колебаний в источнике.

- Основной источник питания оснащен предохранителем. Замена этого предохранителя не рекомендуется. Заменяйте всю сборку основного источника питания. Обратите внимание, что сбои в работе источника питания зачастую происходят вследствие неполадок других приборов.

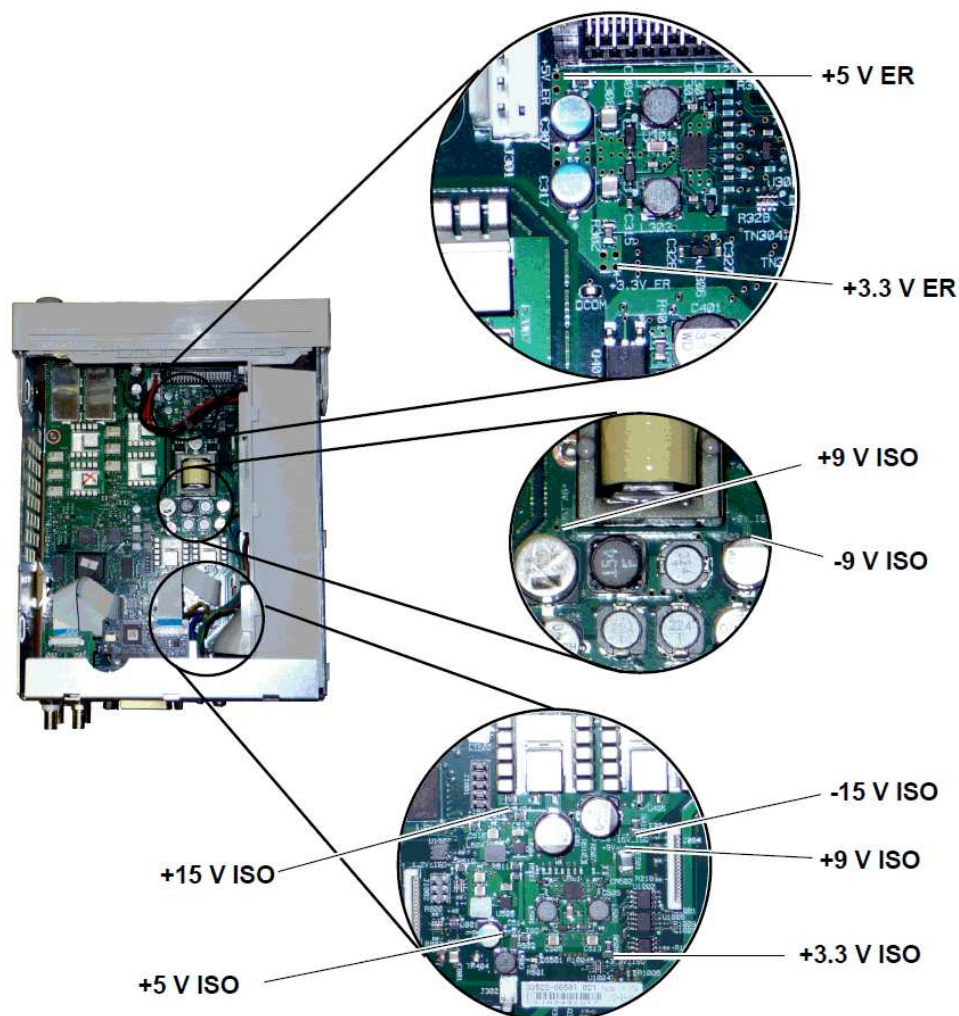
ВНИМАНИЕ

Радиаторы главной платы имеют разные потенциалы. Повреждение прибора может возникнуть при замыкании радиаторов. При выполнении измерений на главной плате будьте осторожны.

Проверьте источники питания, перечисленные в таблице ниже и показанные в **блок-схеме источника питания**. Источники питания с возможностью заземления можно проверять, используя для заземления корпус прибора. Изолированные источники питания можно проверять, используя один из радиаторов, показанных на рисунке.

Источник питания			
+3,3 В ER*	+15 В (с изоляцией)	+9 В (с изоляцией)	+3,3 В (с изоляцией)
+5 В ER	-15 В (с изоляцией)	-9 В (с изоляцией)	+5 В (с изоляцией)

* Этот источник питания активен при поступлении в прибор электропитания переменного тока.



Ошибки самодиагностики 605 – 609

Ошибки самодиагностики 605 – 609 указывают на то, что плата процессора не в состоянии правильно программировать или устанавливать связь с ППВМ сигнала (U1005) на главной плате. В данном случае необходимо продолжить поиск и устранение неисправностей. Неполадка может возникнуть как следствие устаревания микропрограммного обеспечения или поврежденной либо смещенной платы-процессора или главной платы. Перед выполнением поиска и устранения неисправностей по этим ошибкам убедитесь, что микропрограммное обеспечение прибора обновлено. Если ошибки не устраняются, приступите к выполнению следующей процедуры.

Переустановка плат

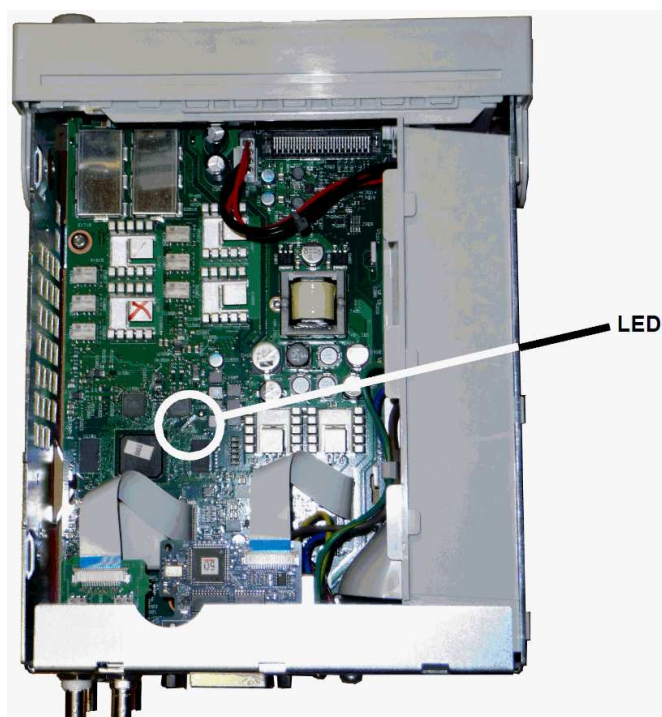
Отключите питание прибора, снимите крышку. Переустановите плату процессора и главную плату. Включите питание прибора и проверьте, отображаются ли ошибки 605 – 609 при включении питания.

Проверка источников питания

Выполните измерения источников питания системы и убедитесь, что они работают в диапазоне предельных значений. Если показания какого-либо источника питания выходят за пределы предельных значений, выполните диагностику этого источника питания. В противном случае проверьте связи SPI.

Проверка связей SPI

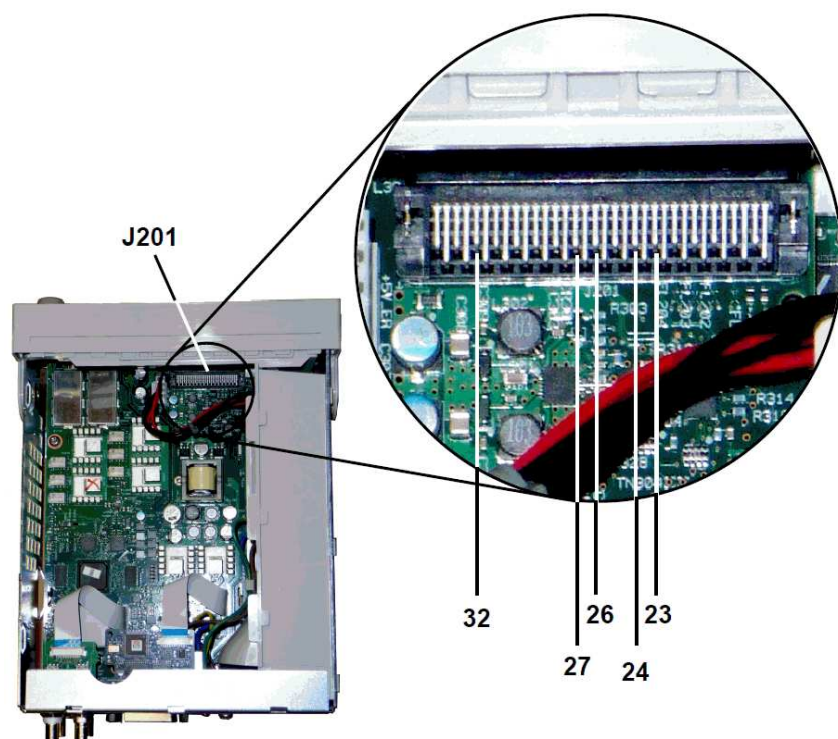
Если ошибки отображаются после переустановки плат, выполните измерения в линиях связи SPI между платой процессора и главной платой. Сначала найдите индикатор DS1001 на главной плате, как показано ниже. Включите питание прибора, подождите до конца выполнения загрузки и посмотрите, загорелся ли этот индикатор на главной плате. Индикатор на главной плате указывает на успешность выполнения программирования ППВМ. В следующих разделах описаны линии сигналов, в которых необходимо выполнить измерения на разъеме главной платы (J201).



Главная плата Индикатор загорается после загрузки

Индикатор указывает на то, что ППВМ успешно запрограммирована и запущена. Наиболее вероятно, что произошел сбой связи между главной и платой и платой процессора. Выполните измерения на разъеме J201 в линии контакта 27 с помощью осциллографа, включите питание прибора (подождите до выполнения загрузки) и посмотрите, присутствует ли активность в этой линии. В линии должны присутствовать импульсы +3,3 В (с изоляцией). Обратите внимание, что активность понижается, когда загрузка прибора выполнена.

- Если активность в линии отсутствует даже после того, как загорелся индикатор, наиболее вероятно, что причиной неполадки является главная плата.
- Если активность в линии присутствует, то неполадка возникла вследствие неисправности платы процессора.



Главная плата Индикатор не загорается после загрузки

Индикатор не загорается, если процессор не в состоянии выполнить программирование ППВМ. Наиболее вероятно, что произошла неполадка связи между платой процессора и главной платой. Выполните измерения для следующих линий последовательных данных при включении питания с помощью осциллографа.

- J201, контакт 23
- J201, контакт 24
- J201, контакт 26
- J201, контакт 32

Если во всех приведенных выше линиях SPI присутствует активность во время программирования ППВМ, наиболее вероятно, что причиной неполадки является главная плата. В противном случае, возможно, неисправна плата процессора.

Выход 10 МГц

Если источники питания функционируют надлежащим образом и прошли процедуру самодиагностики, проверьте выход 10 МГц на задней панели прибора. Сигнал на этом выходе присутствует всегда при включении питания прибора, если процессор и главная плата в рабочем состоянии. Если сигнал 10 МГц присутствует, но дисплей не работает, возможно, не работает плата передней панели или сборка дисплея.

Поиск и устранение неисправностей – серия 33600

Далее приведен краткий список наиболее распространенных неполадок. Перед поиском и устранением неисправностей или перед ремонтом прибора убедитесь, что текущая неполадка является неполадкой самого прибора, а не внешних подключений. Также убедитесь, что прибор был надлежащим образом откалиброван в течение последнего года. Поиск и устранение неисправностей и ремонт электроцепей прибора можно выполнять с помощью основного диагностического оборудования.

Прибор не работает

Проверьте следующее:

- Кабель питания переменного тока надежно подключен к прибору и розетке сети электропитания.
- На лицевой панели нажат выключатель питания/режима ожидания.

Сбой самодиагностики прибора

Убедитесь, что при выполнении самодиагностики все кабели (на лицевой и задней панели) отсоединены. Во время самодиагностики ошибки могут быть вызваны сигналами, присутствующими во внешних проводах, поэтому при длительной самодиагностике сигналы могут действовать как антенны.

ВНИМАНИЕ

НЕ переустанавливайте материнскую плату, плату процессора или плату передней панели с одного прибора на другой. На этих платах указан номер модели и серийный номер, которые идентифицируют определенный прибор, и взаимная замена плат приборов может привести к неполадкам в их работе, проблемам лицензирования, обслуживания, импорта/экспорта или аннулированию гарантии.

Источники питания

Проверьте основной источник питания.

ОСТОРОЖНО

Риск поражения электрическим током. Чтобы проверить источники питания, снимите крышку прибора, как описано в разделе **Разборка прибора**.

Основной источник питания обеспечивает подачу питания +24 В постоянного тока на главную плату. Питание для всех остальных источников поступает от этого основного источника. Питание подается всегда, когда подключен кабель электропитания.

ВНИМАНИЕ

Проверьте подачу питания на разъеме главной платы. Обратите внимание, что источник питания не связан с корпусом, когда отключается от главной платы. Если разъем подключен к главной плате, убедитесь, что крепежный винт главной платы находится на месте и провод заземления входного сигнала переменного тока (зеленый/желтый провод) подключен к корпусу.

- Сбой в подаче питания может привести к перегрузке источника питания и понижению выходного напряжения источника. Отключите основной источник питания от главной

платы, чтобы выполнить проверку.

- Всегда с помощью осциллографа проверяйте колебания в выводе источника питания.

ВНИМАНИЕ

Основной источник питания оснащен двумя предохранителями. Замена этих предохранителей не рекомендуется. Заменяйте всю сборку основного источника питания. Обратите внимание, что сбой в работе источника питания зачастую происходят вследствие неполадок других приборов.

ВНИМАНИЕ

Радиаторы главной платы имеют разные потенциалы. Повреждение прибора может возникнуть при замыкании радиаторов. При выполнении измерений на главной плате будьте осторожны.

Источники питания главной платы

Проверьте источники питания, перечисленные в таблице ниже и показанные в **блок-схеме источника питания**. Источники питания с возможностью заземления можно проверять, используя для заземления корпус прибора. Изолированные источники питания можно проверять, используя один из радиаторов.

Напряжение в сети фильтруется и поступает к основному источнику питания; источник питания +24 В ($\pm 0,3$ В постоянного тока) всегда включен при поступлении электропитания из сети. Регуляторы напряжения на плате передней панели обеспечивают поступление электропитания +5 В и +3,3 В с основного источника питания с заземлением, это напряжение всегда присутствует при поступлении электропитания из сети.

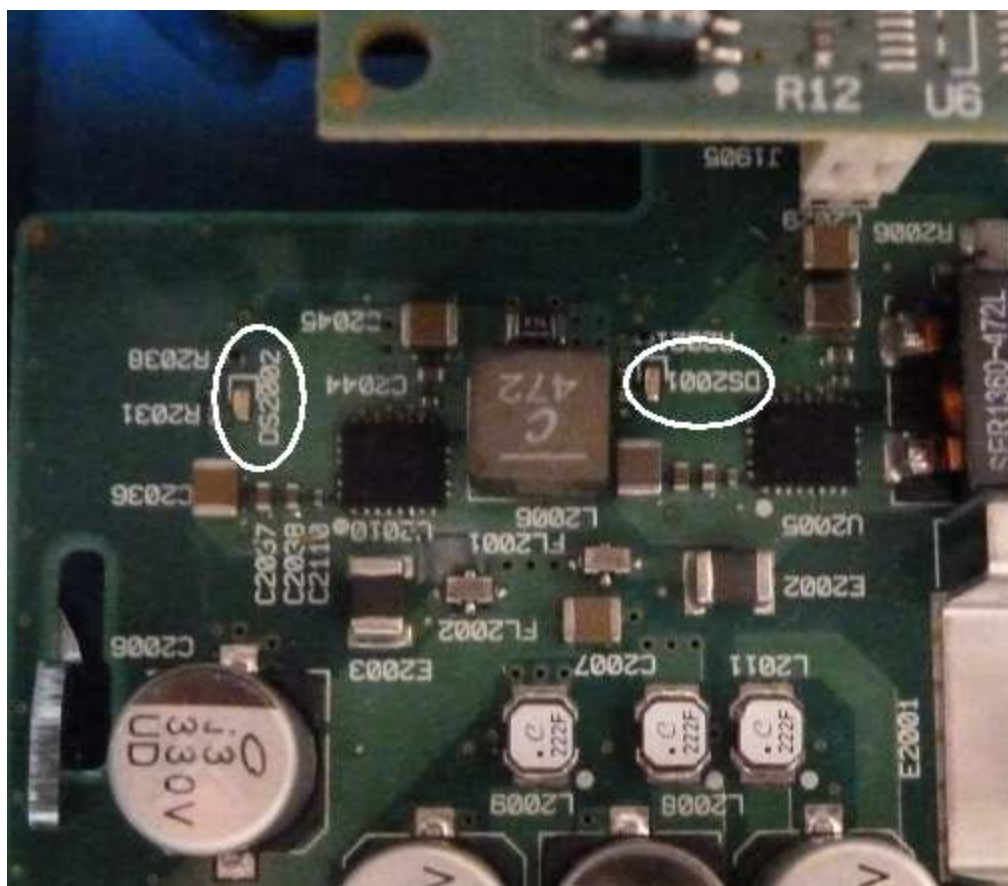
Индикаторы на главной плате загораются при включении питания и свидетельствуют об удовлетворительном состоянии источников питания +5 В (с изоляцией) и +3,3 В (с изоляцией). На главной плате индикатор DS2001 загорается при работе источника питания +3,3 В (с изоляцией) и индикатор DS2002 загорается при работе источника питания +5 В (с изоляцией).

Источники питания на главной плате			
+3,3 В ER*	+15 В (с изоляцией)	+9 В (с изоляцией)	+3,3 В (с изоляцией)*** DS2001
+5 В ER	-15 В (с изоляцией)	-9 В (с изоляцией)	+5 В (с изоляцией)** , *** DS2002

* Этот источник питания активен при поступлении в прибор электропитания переменного тока.

** Этот источник питания подает питание на источники питания мезонинной платы.

*** Этот источник питания имеет индикатор стабильной подачи питания, как показано на рисунке ниже.



Источники питания мезонинной платы

Источники питания на мезонинной плате			
+1,1 В*** DS1501	+1,5 В*** DS1501	+1,8 В*** DS1501	+2,5 В*** DS1501

*** Этот источник питания имеет индикатор стабильной подачи питания, как показано на рисунке ниже.



Ошибки самодиагностики 607 – 611

Ошибки самодиагностики 607 – 611 указывают на то, что плата процессора не в состоянии правильно программировать или устанавливать связь с ППВМ сигнала (U301) на мезонинной плате. В данном случае необходимо продолжить поиск и устранение неисправностей. Неполадка может возникнуть как следствие устаревания микропрограммного обеспечения или поврежденной либо смещенной платы-процессора или главной платы. Перед устранением неисправностей по этим ошибкам убедитесь, что микропрограммное обеспечение прибора обновлено. Если ошибки не устраняются, преступите к выполнению следующей процедуры.

Переустановка плат

Отключите питание прибора и снимите крышку. Переустановите мезонинную плату и главную плату. Включите питание прибора и проверьте, отображаются ли ошибки 607 – 611. Проверьте все индикаторы стабильного питания, чтобы убедиться, что источники питания работают. Не все источники питания имеют индикаторы.

Проверка связей SPI

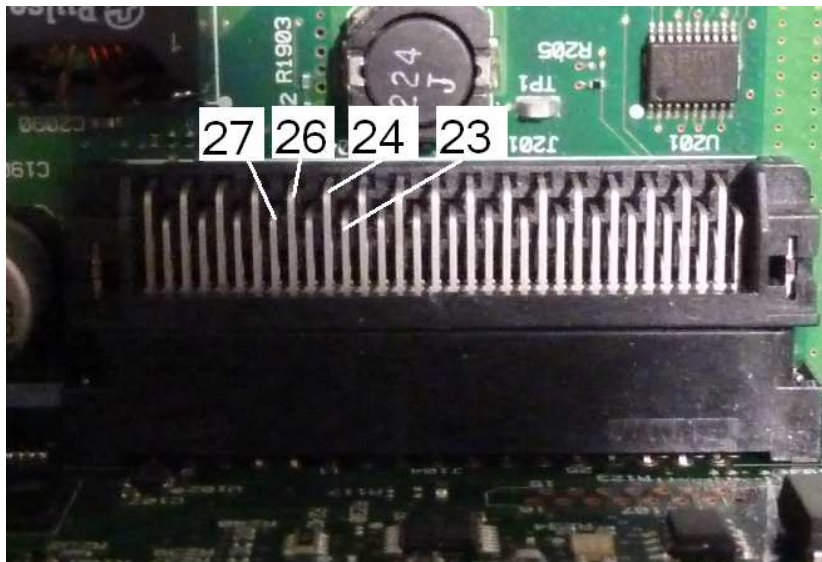
Если ошибки самодиагностики отображаются после переустановки плат, выполните изменения в линиях связи SPI между платой процессора и главной платой. Сначала найдите индикатор DS1501 на мезонинной плате, как показано выше. Включите питание прибора, подождите до конца выполнения загрузки и посмотрите, загорелись ли индикаторы стабильного питания DS2001, DS2002) на главной плате. Проверьте, горит ли индикатор стабильного питания DS1501 на мезонинной плате, который указывает на то, что источники питания на мезонинной плате исправны.

Проверка успешного выполнения программирования ППВМ

Индикатор DS401 на мезонинной плате (слева от индикатора DS1501 на рисунке выше) указывает на успешное выполнение программирования ППВМ. Если индикатор горит, это говорит о том, что ППВМ успешно запрограммирована и запущена. Если индикатор не горит и все источники питания исправны, наиболее вероятно, что произошла неполадка связи SPI между платой процессора и главной платой или между главной платой и мезонинной платой.

Проверка связей SPI

Выполните измерение на разъеме J201 для подключения контактов 23, 24, 26 и 27 главной платы к передней панели, чтобы убедиться, что присутствует активность между главной платой и платой передней панели во время запуска. В линии должны присутствовать импульсы +3,3 В (с изоляцией). Обратите внимание, что активность понижается или становится непостоянной, когда загрузка прибора выполнена. Если активность отсутствует, наиболее вероятно, что неполадка возникла на плате передней панели.

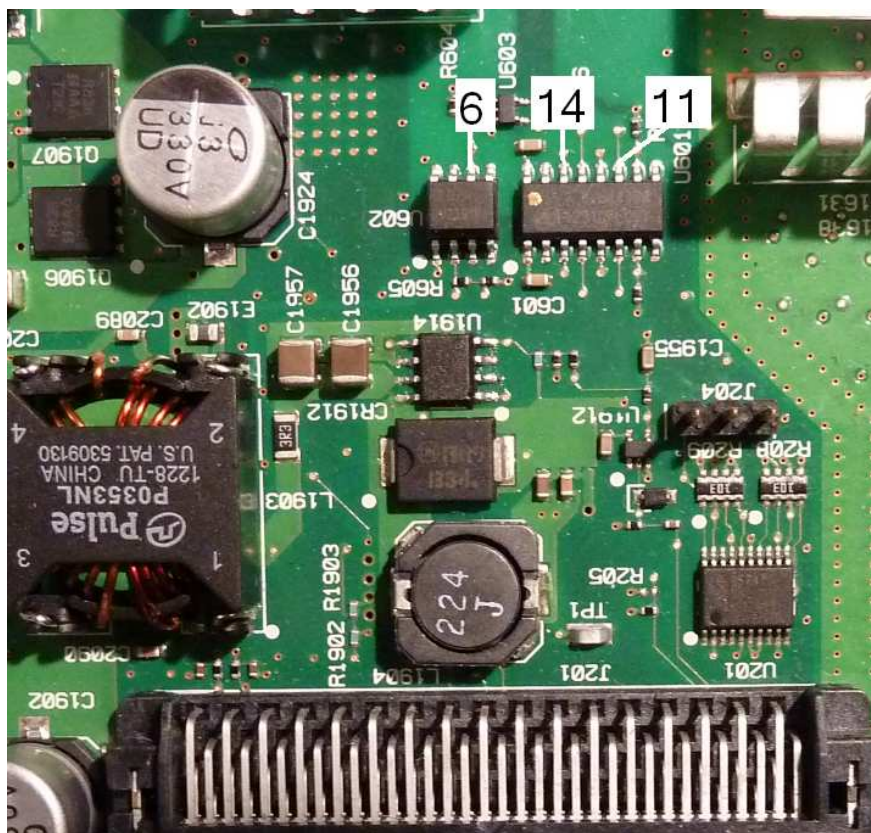


Выполните измерения на оптроне U602, контакт 6 на главной плате, с помощью осциллографа, включите питание прибора (подождите до выполнения загрузки) и посмотрите, присутствует ли активность в этой линии. Эта линия используется для сброса ППВМ и инициирования программирования. В линии должны присутствовать импульсы +3,3 В (с изоляцией).

Также проверьте разъем U601 (на главной плате), контакты 11, 12, 13 и 14, чтобы убедиться, что во время запуска присутствует активность. Обратите внимание, что активность понижается или становится непостоянной, когда загрузка прибора выполнена.

Если активность отсутствует, наиболее вероятно, что неполадка возникла на главной плате.

Если активность отсутствует и индикатор DS401 не горит, наиболее вероятно, что неполадка возникла на мезонинной плате.



Выход 10 МГц

Если источники питания функционируют надлежащим образом и прошли процедуру самодиагностики, проверьте выход 10 МГц на задней панели прибора. Сигнал на этом выходе присутствует всегда при включении питания прибора, если процессор и главная плата в рабочем состоянии. Если сигнал 10 МГц присутствует, но дисплей не работает, возможно, не работает плата передней панели или сборка дисплея.

Процедуры самодиагностики

Самодиагностика при включении питания

Каждый раз при включении питания прибора выполняется самодиагностика, в ходе которой проверяется минимальный набор логических компонентов и подсистем на правильность функционирования.

Полная самодиагностика

Если прибор прошел процедуру самодиагностики, это является достоверным доказательством того, что он работает нормально. При выполнении самодиагностики систематически используется внутренний осциллятор, цифровая инфраструктура, память сигналов и тракты аналоговых аттенюаторов. Производится попытка определения конкретной сборки, в которой имеется неполадка, для выполнения надлежащего обслуживания. Во время самодиагностики основные выходы прибора отключаются от разъемов BNC и подключаются к внутреннему АЦП, который выполняет проверку ожидаемых уровней сигналов на всех разъемах прибора.

Полная процедура самодиагностики (***TST?**) занимает приблизительно 15 секунд. Можно услышать, как во время выполнения процедуры переключаются реле. Когда выполнение самодиагностики завершено, на дисплее передней панели отобразится сообщение "Self-test Passed" или "Self-test Failed". Сообщения об ошибках выполнения самодиагностики подробно описаны ниже.

Выполняйте самодиагностику перед проверками или регулировками.

Запуск самодиагностики

Перед выполнением самодиагностики отсоедините от прибора все входные подключения. Включите питание, чтобы запустить диагностику при включении питания.

Использование интерфейса дистанционного управления

1. Подключите прибор, используя интерфейс дистанционного управления (**Процедура настройки локальной сети**).
2. Отправьте команду ***TST?** и просмотрите результаты: выполнено успешно (+0) или произошел сбой (+1). Для просмотра ошибок используйте команду **SYSTem:ERRor?**.

Использование передней панели

1. Нажмите **[System] > Instr Setup > Self Test**.
2. Строка выполнения отобразится при выполнении самодиагностики. По завершении просмотрите ошибки, нажав **[System] > Help** и выберите раздел **View remote command error queue**.

Номера ошибок и сообщения самодиагностики (для приборов серии 33500)

В результате неполадки может генерироваться несколько сообщений об ошибках. При этом первое сообщение должно расцениваться как основная причина возникновения неполадки. Некоторые сообщения об ошибках включают номер неисправного канала (1 или 2), который в сообщениях ниже обозначен буквой "n".

Ошибка	Сообщение и значение (для приборов серии 33500)	Возможная причина (для приборов серии 33500)
601	<p>Self-test failed; real time clock settings lost</p> <p>Были утеряны настройки даты и времени часов реального времени вследствие отключения или разрядки батареи RTC (плоская круглая батарея на плате лицевой панели). Ошибка также может возникнуть, если плата-процессор удалена или повторно вставлена в сборку лицевой панели. Условие для появления этой ошибки возникает при включении питания; ошибка будет выводиться при выполнении самодиагностики, пока неполадка не будет устранена и не будет выключено и повторно включено питание.</p>	Батарея RTC
602	<p>Self-test failed; main CPU power supply out of range</p> <p>Плата процессора обнаружила, что напряжение одного из источников питания более чем на 10 % ниже номинального диапазона напряжения.</p>	Плата процессора
603	<p>Self-test failed; main CPU error accessing boot env</p> <p>Процессор не смог получить доступ к параметрам загрузки во флеш-памяти, возможно, это произошло вследствие использования устаревшего микропрограммного обеспечения или неполадки платы процессора.</p>	Плата процессора
604	<p>Self-test failed; front panel processor ping failed</p> <p>Плата процессора выполнила попытку считывания кода проверки передней панели и получила значение 0, возможно, это произошло вследствие наличия незапрограммированного процессора передней панели, смещенной платы процессора или дефекта процессора передней панели.</p>	Плата лицевой панели

Ошибка	Сообщение и значение (для приборов серии 33500)	Возможная причина (для приборов серии 33500)
605	Self-test failed; waveform FPGA not programmed Процессор не может выполнить программирование ППВМ сигнала (U1005) при загрузке. Оборудование будет работать неправильно.	Плата процессора или Главная плата. См. раздел Поиск и устранение неисправностей для получения дополнительной информации по ошибкам 605-609.
606	Self-test failed; waveform FPGA revision check failed Процессор выполнил попытку прочтения регистра проверок для ППВМ сигнала (U1005) и получил недействительное значение, возможно, это произошло вследствие наличия незапрограммированной ППВМ или неполадки внутренних соединений SPI.	
607	Self-test failed; waveform FPGA read back error Процессор не смог выполнить запись или чтение из места проверки в ППВМ сигнала (U1005), возможно, это произошло вследствие наличия незапрограммированной ППВМ или неполадки внутренних соединений SPI.	
608	Self-test failed; waveform FPGA security check failed Сбой сигнала ППВМ (U1005) во время внутренней проверки безопасности. Возможная причина: сбой ППВМ (тесты 605-608), недопустимое изображение ППВМ или сбой работы предохранительного устройства (U1007). В результате данной ошибки самодиагностика прерывается.	
609	Self-test failed; waveform FPGA security check failed Сбой сигнала ППВМ (U1005) во время внутренней проверки безопасности. Возможная причина: сбой ППВМ (тесты 605-608), недопустимое изображение ППВМ или сбой работы предохранительного устройства (U1007). В результате данной ошибки самодиагностика прерывается.	
610	Self-test failed; main PLL not locked ППВМ сигнала (U1005) невозможно заблокировать для внутреннего осциллятора 10 МГц (U903 или U905).	Главная плата
611	Self-test failed; FPGA PLL not locked ППВМ сигнала (U1005) невозможно заблокировать для внутреннего тактового генератора выборок IC (U906).	Главная плата
612	Self-test failed; Chan n, waveform memory PLL not locked ОЗУ сигналов для заданного канала (U1101 или U1102) невозможно заблокировать для тактовых сигналов.	Главная плата
613	Self-test failed; Chan n, waveform memory not initialized Сбой инициализации ОЗУ сигналов для заданного канала (U1101 или U1102).	Главная плата

Ошибка	Сообщение и значение (для приборов серии 33500)	Возможная причина (для приборов серии 33500)
615	Self-test failed; modulation ADC offset too low (too high) Значение измерений внутреннего АЦП выходного сигнала АСМ вне диапазона предельных значений.	Главная плата
616	Self-test failed; modulation ADC reference too low (too high) Значение измерений внутреннего АЦП опорного напряжения (VRef) вне диапазона предельных значений.	Главная плата
620	Self-test failed; Chan n, waveform memory test failed on idle Запуск проверки памяти сигналов выполнен неправильно, возможно, вследствие ошибки ППВМ сигнала (U1005)	Главная плата
621	Self-test failed; Chan n, waveform memory test failed Сбой проверки памяти ОЗУ сигналов для заданного канала (U1101 или U1102); проверка заключается в записи и считывании всего содержимого ОЗУ сигналов с использованием предопределенного шаблона.	Главная плата
625	Self-test failed; Chan n, waveform DAC gain[idx] too low (too high) Неправильный выходной сигнал ЦАП сигнала (U1801 или U1501). Усиление [idx] "1" относится к испытанию при положительном напряжении; усиление [idx] "2" относится к испытанию при отрицательном напряжении.	Главная плата
630	Self-test failed; Chan n, sub attenuator failure 0dB Вследствие урезанного сигнала ЦАП внутри ЦАП сигнала (U1801 или U1501) выполняется неправильный вывод сигнала 0 дБ. При подобном сбое проверка 631 выполняться не будет.	Главная плата
631	Self-test failed; Chan n, sub attenuator <-7.00 to 0.00>dB too low (too high) Вследствие урезанного сигнала ЦАП внутри ЦАП сигнала (U1801 или U1501) выполняется вывод сигнала вне ожидаемого диапазона.	Главная плата
635	Self-test failed; Chan n, null DAC gain[idx] too low (too high) Вспомогательный выход ЦАП сигнала (U1801 или U1501) или связанная с ним аналоговая цепь производят выходной сигнал вне ожидаемого диапазона. Усиление [idx] "1" относится к испытанию при положительном напряжении; усиление [idx] "2" относится к испытанию при отрицательном напряжении.	Главная плата

Ошибка	Сообщение и значение (для приборов серии 33500)	Возможная причина (для приборов серии 33500)
640	Self-test failed; Chan n, offset DAC gain[idx] too low (too high) ЦАП смещения (U1702 или U2002) или связанная с ним цепь выдают выходной сигнал вне ожидаемого диапазона. Для ЦАП смещения полярности [idx] инвертированы: усиление [idx] 1 опорного сигнала при проверке напряжения NEG; усиление [idx] 2 опорных сигналов при проверке напряжения POS.	Главная плата
650	Self-test failed; Chan n, 0dB path failure expected 0dB, measured value dB Прямой тракт (без аттенюатора) от ЦАП сигнала к входу АЦП производит выходной сигнал вне ожидаемого диапазона. При подобном сбое расширенная проверка аттенюатора 655 не выполняется.	Главная плата
655	Self-test failed; Chan n, -8 dB pre attenuator path too low (too high) Self-test failed; Chan n, -16 dB pre attenuator path too low (too high) Self-test failed; Chan n, -24 dB pre attenuator path too low (too high) Self-test failed; Chan n, -24 dB post attenuator path too low (too high) Сбой в работе реле заданного аттенюатора или связанной цепи не привел к ожидаемому затуханию сигнала.	Главная плата

Номера ошибок и сообщения самодиагностики (для приборов серии 33600)

В результате неполадки может генерироваться несколько сообщений об ошибках. При этом первое сообщение должно расцениваться как основная причина возникновения неполадки. Некоторые сообщения об ошибках включают номер неисправного канала (1 или 2), который в сообщениях ниже обозначен буквой "n".

Ошибка	Сообщение и значение (для приборов серии 33600)	Возможная причина (для приборов серии 33600)
601	<p>Self-test failed; real time clock settings lost</p> <p>Были утеряны настройки даты и времени часов реального времени вследствие отключения или разрядки батареи RTC (плоская круглая батарея на плате лицевой панели). Ошибка также может возникнуть, если плата-процессор удалена или повторно вставлена в сборку лицевой панели. Условие для появления этой ошибки возникает при включении питания; ошибка будет выводиться при выполнении самодиагностики, пока неполадка не будет устранена и не будет выключено и повторно включено питание.</p>	Батарея RTC
602	<p>Self-test failed; keyboard processor not responding</p> <p>Микропроцессор на передней панели не работает.</p>	Плата лицевой панели
603	<p>Self-test failed; incorrect keyboard processor product ID</p> <p>Микропроцессор на передней панели поврежден.</p>	Плата лицевой панели
604	<p>Self-test failed; FPGA temperature out of limits</p> <p>Датчик температуры на ППВМ (U301 на мезонинной плате) указывает на повышение температуры.</p>	Мезонинная плата или вентилятор
604	<p>Self-test failed; unknown CPU exception during temperature test</p> <p>Не удалось установить связь с датчиком температуры на ППВМ (U301 на мезонинной плате).</p>	Плата лицевой панели
605	<p>Self-test failed; front panel I2C communication to main board temp sensor failed</p> <p>Связь передней панели с датчиком температуры на главной плате не работает.</p>	Главная плата
605	<p>Self-test failed; main board temperature out of limits</p> <p>Датчик температуры на главной плате указывает на повышение температуры.</p>	Главная плата или вентилятор
606	<p>Self-test failed; front panel processor ping failed</p> <p>Плата процессора выполнила попытку считывания кода проверки передней панели и получила значение 0, возможно, это произошло вследствие наличия незапрограммированного или поврежденного процессора передней панели.</p>	Плата лицевой панели

Ошибка	Сообщение и значение (для приборов серии 33600)	Возможная причина (для приборов серии 33600)
607	Self-test failed; waveform FPGA not programmed Процессор не может выполнить программирование ППВМ сигнала (U301 на мезонинной плате) при загрузке. Оборудование будет работать неправильно.	Плата передней панели, главная плата или мезонинная плата. См. раздел Поиск и устранение неисправностей – серия 33600 для получения дополнительной информации по ошибкам 607 – 611.
608	Self-test failed; waveform FPGA revision check failed Процессор выполнил попытку прочтения регистра проверок для ППВМ сигнала (U301 на мезонинной плате) и получил недействительное значение, возможно, это произошло вследствие наличия незапрограммированной ППВМ или неполадки внутренних соединений SPI.	
609	Self-test failed; waveform FPGA read back error Процессор не смог выполнить запись или чтение из места проверки в ППВМ сигнала (U301 на мезонинной плате), возможно, это произошло вследствие наличия незапрограммированной ППВМ или неполадки внутренних соединений SPI.	
610	Self-test failed; waveform FPGA error Процессор не смог выполнить запись или чтение из ППВМ вследствие аппаратного сбоя сигнала ППВМ (U301 на мезонинной плате) или, возможно, это произошло вследствие наличия незапрограммированной ППВМ или неполадки внутренних соединений SPI.	
611	Self-test failed; waveform FPGA authentication failed Процессор не смог выполнить проверку правильности программирования ППВМ и проверку безопасности.	Плата Mezzanine. См. раздел Поиск и устранение неисправностей – серия 33600 для получения дополнительной информации по ошибкам 607 – 611.
612	Self-test failed; main PLL not locked Цепь фазовой синхронизации на мезонинной плате невозможно заблокировать для внутреннего генератора опорной частоты 10 МГц.	Плата расширения
613	Self-test failed; FPGA not locked to 250MHz Цепь фазовой синхронизации на мезонинной плате невозможно заблокировать на частоте 250 МГц.	Плата расширения
614	Self-test failed; waveform memory PLL not locked Цепь фазовой синхронизации на мезонинной плате невозможно заблокировать на частоте памяти сигналов.	Плата расширения

Ошибка	Сообщение и значение (для приборов серии 33600)	Возможная причина (для приборов серии 33600)
615	Self-test failed; waveform memory not initialized Неправильная инициализация памяти сигналов.	
616	Self-test failed; modulation ADC offset too low Цепь ADC внешней модуляции неправильно выполнила изменение заземляющего эталонного напряжения.	Главная плата
616	Self-test failed; modulation ADC offset too high Цепь ADC внешней модуляции неправильно выполнила изменение заземляющего эталонного напряжения.	Главная плата
617	Self-test failed; modulation ADC reference too low Цепь ADC внешней модуляции неправильно выполнила изменение эталонного напряжения.	Главная плата
617	Self-test failed; modulation ADC reference too high Цепь ADC внешней модуляции неправильно выполнила изменение эталонного напряжения.	Главная плата
620	Self-test failed; Chan n, waveform memory test failed on idle Запуск проверки памяти сигналов выполнен неправильно, возможно, вследствие ошибки ППВМ сигнала (U301)	Плата расширения
621	Self-test failed; Chan n, waveform memory test failed Сбой проверки памяти ОЗУ сигналов для заданного канала (U601 и U602 или U701 и U702); проверка заключается в записи и считывании всего содержимого ОЗУ сигналов с использованием предопределенного шаблона.	Плата расширения
625	Self-test failed; Chan n, waveform DAC gain[idx] too low (too high) Неправильный выходной сигнал ЦАП сигнала (U1001 или U1101 на мезонинной плате). Усиление [idx] (1) ссылается на испытание положительного напряжения; усиление [idx] (2) ссылается на испытание отрицательного напряжения. Также выполняются испытания U901 и U902 для канала 1 или U1401 и U1402 (для канала 2) на главной плате.	Мезонинная плата или главная плата
626	Self-test failed; CH1 waveform DAC is not synchronized properly ЦАП сигнала (U1001) на канале 1 невозможно заблокировать для тактовых сигналов.	Плата расширения

Ошибка	Сообщение и значение (для приборов серии 33600)	Возможная причина (для приборов серии 33600)
626	Self-test failed; CH2 waveform DAC is not synchronized properly ЦАП сигнала (U1101) на канале 2 невозможно заблокировать на частоте для тактовых сигналов.	Плата расширения
626	Self-test failed; Sync waveform DAC is not synchronized properly ЦАП сигнала (U1201) на канале Sync невозможно заблокировать на частоте для тактовых сигналов.	Плата расширения
630	Self-test failed; Chan n, sub attenuator failure 0dB Вследствие урезанного сигнала ЦАП внутри ЦАП сигнала (U1001 – Ch1 или U1101 – Ch2) выполняется неправильный вывод сигнала 0 дБ. Это испытание также зависит от цепи затухания сигнала на главной плате (для канала 1 это означает U1401, U1402, реле аттенюаторов K1501 - K1503, K1701 - K1704 и цепь усилителя). При подобном сбое проверка 631 выполняться не будет.	Мезонинная плата (ЦАП) или главная плата (схема аттенюатора сигнала).
631	Self-test failed; Chan n, sub attenuator xx dB Вследствие урезанного сигнала ЦАП внутри ЦАП сигнала (U1001 или U1101) выполняется вывод сигнала вне ожидаемого диапазона.	Плата расширения
635	Self-test failed; Chan n, null DAC gain xx Цепь обнуления постоянного тока (U1404, U1405) не обеспечила ожидаемого изменения напряжения.	Главная плата
640	Self-test failed; Chan n, offset DAC gain xx Цепь генерирования сигнала смещения постоянного тока (U1609, U1610) не обеспечила ожидаемого изменения напряжения.	Главная плата
650	Self-test failed; 0dB path failure channel n expected 0dB, measured yy dB Прямой тракт (без аттенюатора) от ЦАП сигнала к входу АЦП производит выходной сигнал вне ожидаемого диапазона. ЦАП сигнала (U1001 – Ch1 или U1101 – Ch2) выполняет неправильный вывод сигнала 0 дБ. Это испытание также зависит от цепи затухания сигнала на главной плате (для канала 1 это означает U1401, U1402, реле аттенюаторов K1501 - K1503, K1701 - K1704 и цепь усилителя). При подобном сбое расширенная проверка аттенюатора 655 не выполняется.	ЦАП сигнала на мезонинной плате или главная плата

Ошибка	Сообщение и значение (для приборов серии 33600)	Возможная причина (для приборов серии 33600)
655	Self-test failed; Chan n, -8 dB pre attenuator path too low (too high) Self-test failed; Chan n, -16 dB pre attenuator path too low (too high) Self-test failed; Chan n, -24 дБ pre attenuator path too low (too high) Self-test failed; Chan n, -24 дБ post attenuator path too low (too high) Сбой в работе реле заданного аттенюатора или связанной цепи не привел к ожидаемому затуханию сигнала.	Главная плата
660	Self-test failed; Channel n: xx dB pre/post attenuator relay inoperative Во время самодиагностики не удастся изменить амплитуду сигнала с помощью упомянутых реле аттенюаторов.	Главная плата
661	Self-test failed; EEPROM access failed Главный ЦПУ не может выполнить считывание состояния микросхемы памяти (U2) на плате передней панели.	Главная плата

Заменяемые детали

ВНИМАНИЕ

Всегда используйте антистатические приспособления при обслуживании сборок прибора.

В следующей таблице перечислены заменяемые сборки прибора.

Номер детали	Описание
34401-86020	Комплект накладок
34401-45021	Ручка
33220-84101	Крышка
1990-3263	Кодировщик (приборы серии 33500)
1990-3728	Кодировщик (приборы серии 33600)
35220-87401	Ручка
33521-80001	Клавиатура для одноканальных моделей
33522-80001	Клавиатура для двухканальных моделей
2090-0977	Дисплей (приборы серии 33500)
2090-1051	Дисплей (приборы серии 33600)
1250-3569	Разъемы BNC передней панели

Номер детали	Описание
33521-80002	Передняя панель для 33521A
33522-80002	Передняя панель для 33522A
33520-80001	Передняя панель для одноканальных моделей 335xxB
33520-80002	Передняя панель для двухканальных моделей 335xxB
33621-80002	Передняя панель для одноканальных моделей приборов серии 33600
33622-80002	Передняя панель для двухканальных моделей приборов серии 33600
33522-66502	Плата передней панели (приборы серии 33500)
1252-8483	Разъем USB
1253-4669	Разъем LAN (приборы серии 33500)
1254-0795	Разъем LAN (приборы серии 33600)
53200-61608	Сетевой фильтр (приборы серии 33500)
5041-5250	Сетевой фильтр (приборы серии 33600)
33250-68501	Вентилятор (приборы серии 33500)
5041-5244	Комплект вентилятора (приборы серии 33600)
1420-0356	Батарея CR2032 (для передней панели)
53200-80002	Источник питания и крышка* (приборы серии 33500)
5041-5252	Экран источника питания (только для серии 33600)
5041-5256	Источник питания* (только для серии 33600)

* Модели приборов серии 33500 оснащены радиальным свинцовым предохранителем 15 А, 250 В. Не рекомендуется заменять предохранитель.

* Модели приборов серии 33600 оснащены двумя радиальными свинцовыми предохранителями 3,15 А, 250 В. Не рекомендуется заменять предохранитель.

Разборка прибора – серия 33500

В этом разделе описывается процедура разборки прибора.

Необходимые инструменты

Для выполнения разборки прибора требуются приведенные далее инструменты.

- Отвертка в форме шестилучевой звезды T15 (для большинства операций разборки)
- Отвертка в форме шестилучевой звезды T8 (для разборки лицевой панели)
- Крестовая отвертка с четырьмя дополнительными направляющими и плоская отвертка

- Гаечный ключ 14 мм с полый рукояткой (для BNC-коннекторов на задней панели)
- Гаечный ключ 7 мм (разъем GPIB на задней панели)

ОСТОРОЖНО

Только квалифицированный, обученный обслуживанию персонал, предупрежденный о возможной опасности, может снимать крышки прибора. Перед снятием крышки всегда следует отключать кабель питания и все внешние цепи. Некоторые цепи остаются активными и в них поступает электропитание, даже когда выключатель питания находится в выключенном положении.

Перед разборкой прибора всегда отсоединяйте все входные соединения, шнуры и кабели.

Общая процедура разборки

1. Выключите питание. Отсоедините от прибора все кабели.
2. Поверните ручку вверх и выньте ее.



3. Снимите накладку с прибора.



4. Ослабьте два невыпадающих винта (обведенные красным на рисунке ниже) на задней панели и снимите ее.



5. Сдвиньте и снимите крышку прибора.



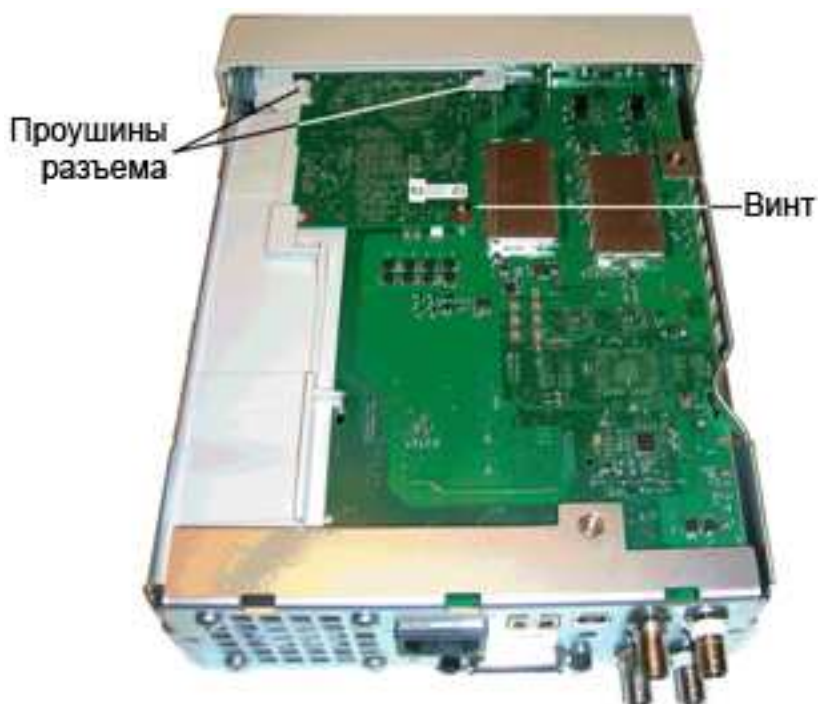
Теперь большинство процедур обслуживания можно выполнить, не разбирая прибор далее. Поиск и устранение неисправностей и процедуры обслуживания, для выполнения которых необходима подача питания, можно выполнить, когда прибор находится в текущем состоянии разборки.

ОСТОРОЖНО

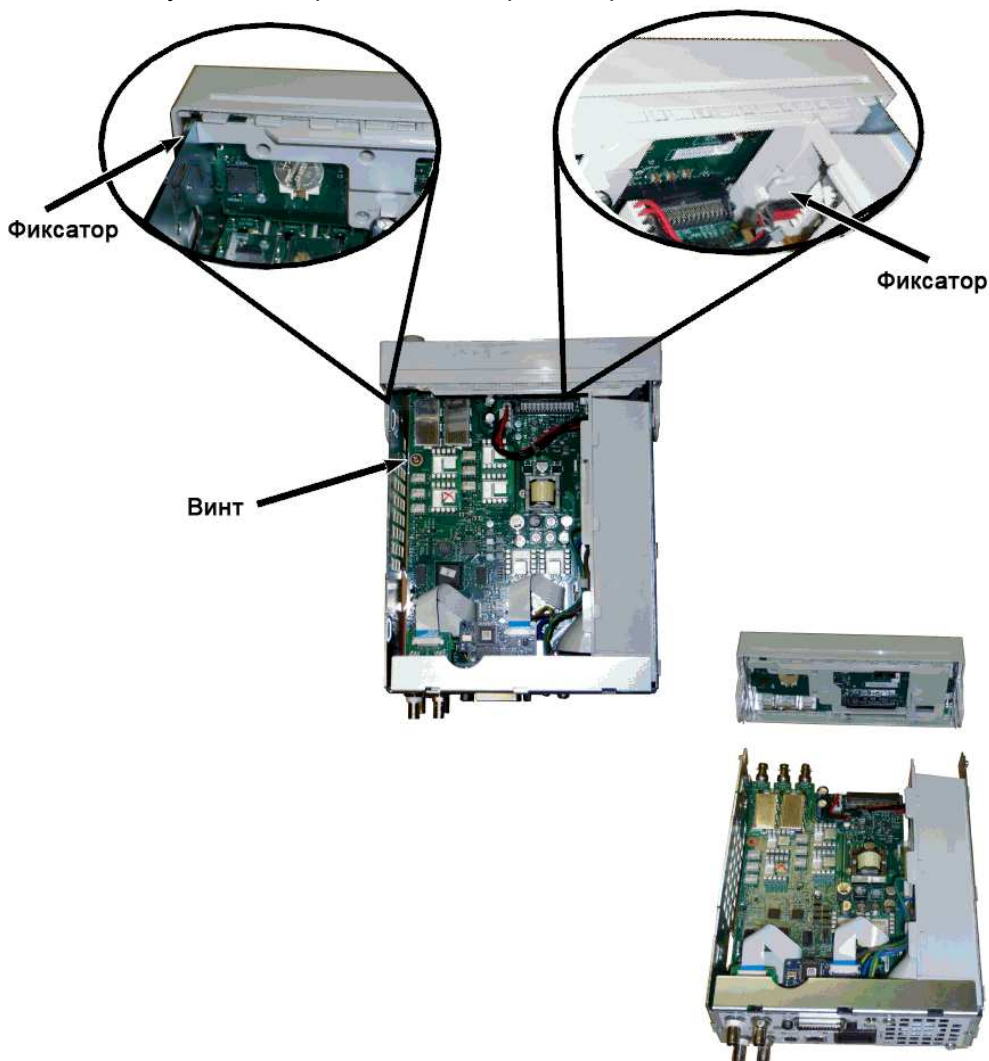
РИСК ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ. Снятие крышек прибора должно выполняться только подготовленными специалистами по обслуживанию, которые знают об опасности. Когда крышки прибора сняты, становятся доступными участки цепи с опасным напряжением.

Демонтаж основных компонентов

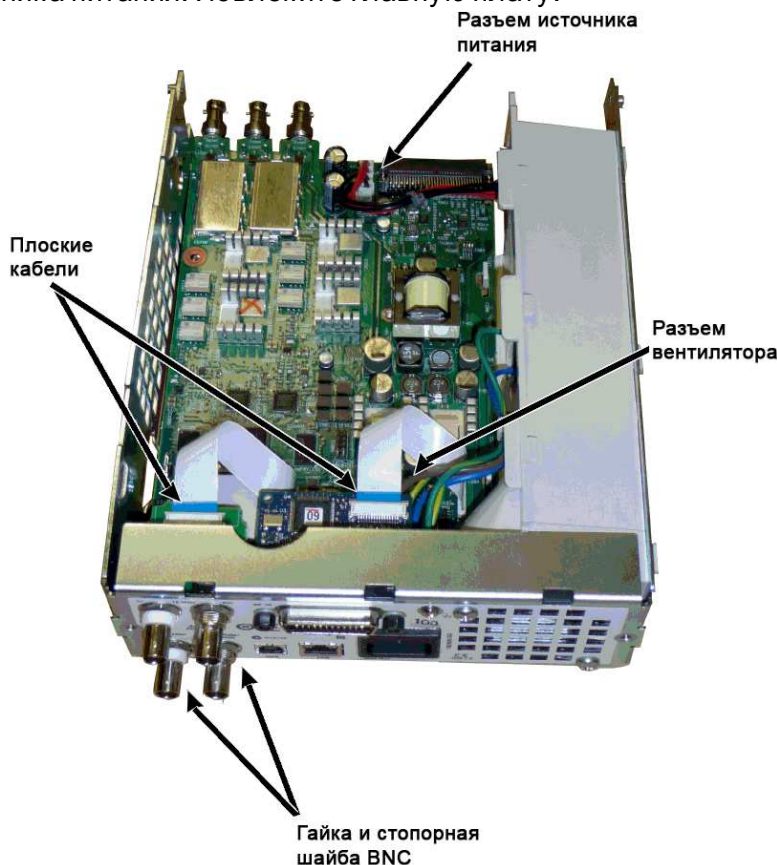
1. Снимите плату процессора. Переверните прибор. Извлеките винт Т-8, с помощью которого крепится плата процессора. Нажмите проушины на разъеме платы процессора и сдвиньте плату процессора по направлению к задней панели прибора, чтобы освободить разъем. Извлеките плату процессора.



2. Снимите переднюю панель. Извлеките винт T15, с помощью которого крепится главная плата. Нажмите фиксатор на левой стороне передней панели и фиксатор на крышке источника питания на правой стороне передней панели. Сдвиньте стороны металлического корпуса по направлению к центру, чтобы освободить штифты по сторонам сборки передней панели. Аккуратно извлеките переднюю панель из корпуса. Обратите внимание, что сборка передней панели подключена к электрическому разъему на главной плате. Будьте осторожны, не повредите разъем.



3. Снимите Главная плата. Отключите разъем источника питания от главной платы. Отсоедините плоские кабели **GPIO** и **Oscillator In**. Отсоедините кабель питания вентилятора от главной платы. Ослабьте и снимите гайки, с помощью которых крепится разъем **BNC Modulation In** и **Ext Trig** на задней панели. Извлеките винт, располагающийся под платой **GPIO**, с помощью которого главная плата крепится к корпусу. Сдвиньте главную плату по направлению к передней панели прибора, чтобы освободить проушины на крышке источника питания. Извлеките главную плату.



4. Извлеките источник питания. Отсоедините входной разъем питания от платы источника питания (синий и коричневый провода). Отсоедините зеленый заземляющий разъем от платы источника питания. Извлеките винт, с помощью которого к корпусу прибора крепится крышка источника питания. Сдвиньте сборку источника питания по направлению к лицевой части прибора и снимите ее.

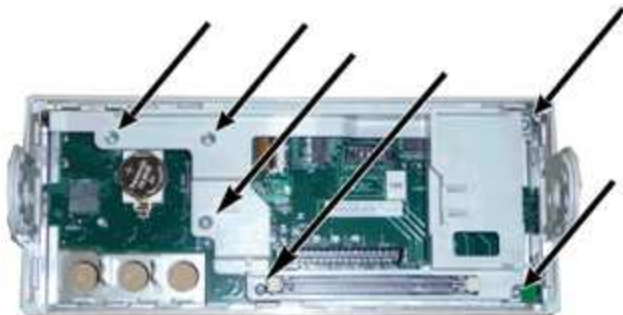
ОСТОРОЖНО

Перед включением прибора всегда подсоединяйте зеленый заземляющий провод к источнику питания.

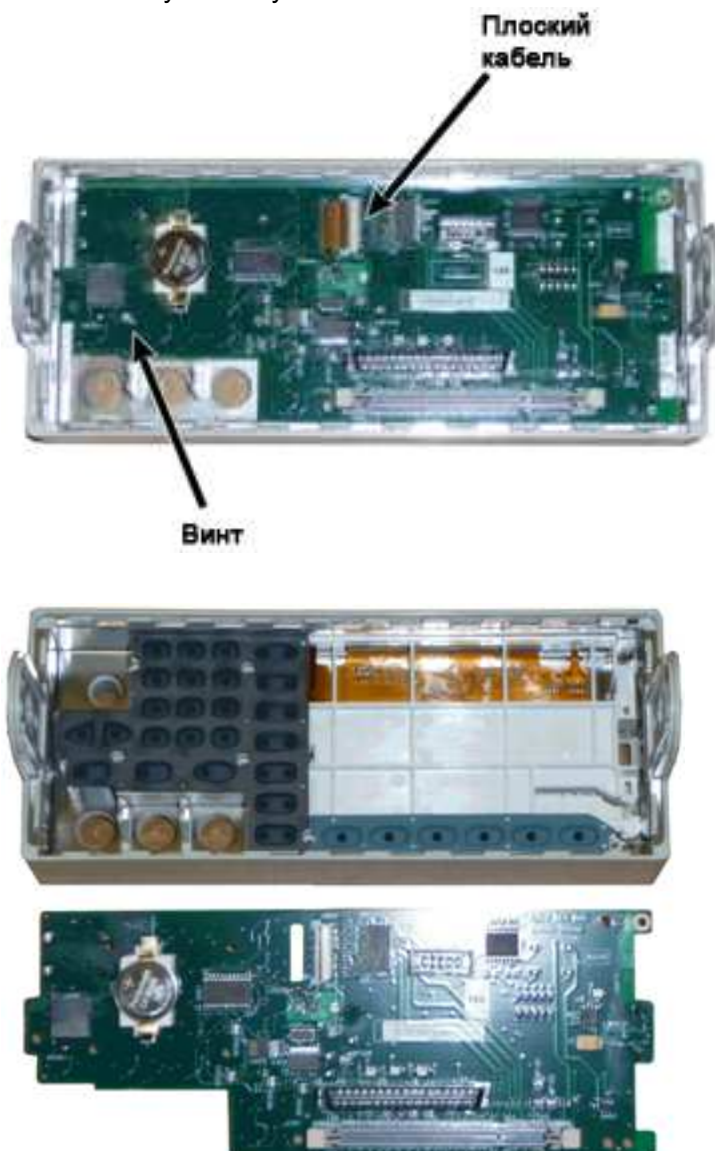
5. Если необходимо, можно извлечь из корпуса оставшиеся модули.

Разборка передней панели

1. Потяните ручку, чтобы снять ее. Извлеките шесть винтов T8, с помощью которых к сборке передней панели крепится держатель передней панели. Извлеките держатель.



2. Отсоедините плоский кабель дисплея от платы передней панели. Извлеките винты T8, с помощью которых к сборке передней панели крепится плата передней панели. Извлеките печатную плату.



3. Все дополнительные сборки передней панели теперь можно извлечь из корпуса передней панели.

Разборка прибора – серия 33600

В этом разделе описывается процедура разборки прибора.

Необходимые инструменты

Для выполнения разборки прибора требуются приведенные далее инструменты.

- Отвертка в форме шестилучевой звезды T15 (для большинства операций разборки)
- Отвертка в форме шестилучевой звезды T8 (для разборки лицевой панели)
- Крестовая отвертка с четырьмя дополнительными направляющими и плоская отвертка
- Гаечный ключ 14 мм с полый рукояткой (для BNC-коннекторов на задней панели)
- Звездообразная отвертка T10 (разъем GPIB на задней панели)

ОСТОРОЖНО

Только квалифицированный, обученный обслуживанию персонал, предупрежденный о возможной опасности, может снимать крышки прибора. Перед снятием крышки всегда следует отключать кабель питания и все внешние цепи. Некоторые цепи остаются активными и в них поступает электропитание, даже когда выключатель питания находится в выключенном положении.

Перед разборкой прибора всегда отсоединяйте все входные соединения, шнуры и кабели.

Общая процедура разборки

1. Выключите питание. Отсоедините от прибора все кабели.
2. Поверните ручку вверх и выньте ее.



3. Снимите накладки с прибора.



- Ослабьте два невыпадающих винта (обведенные красным на рисунке ниже) на задней панели и снимите ее.



- Сдвиньте и снимите крышку прибора.



Теперь большинство процедур обслуживания можно выполнить, не разбирая прибор далее. Поиск и устранение неисправностей и процедуры обслуживания, для выполнения которых необходима подача питания, можно выполнить, когда прибор находится в текущем состоянии разборки.

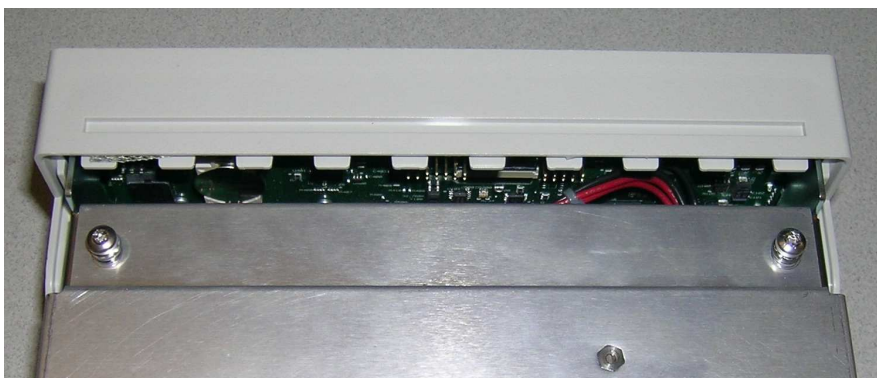
ОСТОРОЖНО

РИСК ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ. Снятие крышек прибора должно выполняться только подготовленными специалистами по обслуживанию, которые знают об опасности. Когда крышки прибора сняты можно получить поражение током с опасным напряжением.

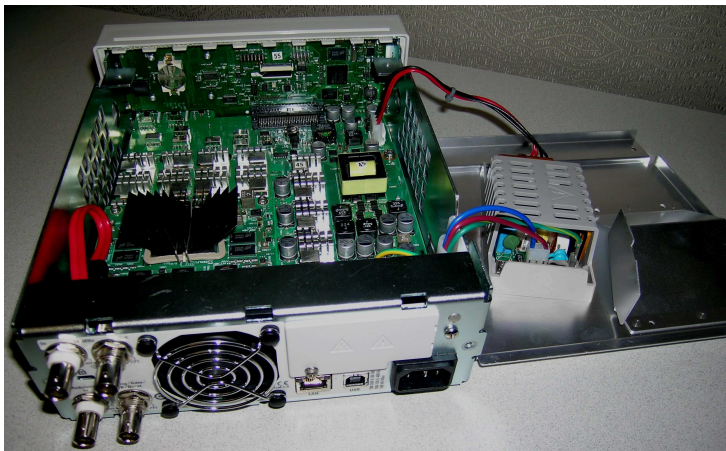
Демонтаж основных компонентов

Снятие передней панели и ППВМ передней панели

- Извлеките два винта, располагающихся вблизи передней части блока источника питания, с помощью которых крепится сам блок источника питания.



2. Наклоните блок источника питания по направлению вверх и поднимите его над краями корпуса. Затем переверните его вверх дном и положите на рабочую поверхность, как показано ниже.

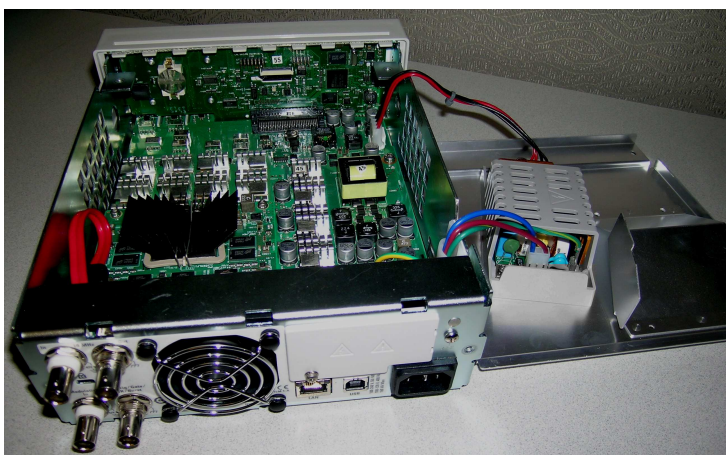


3. Извлеките два винта из главной платы. Они располагаются непосредственно под двумя винтами, которые были извлечены в шаге 1.
4. Нажмите на стороны корпуса по направлению внутрь и сдвиньте переднюю панель вперед, чтобы снять ее.
5. Отсоедините кабель, с помощью которого плата передней панели подключается к дисплею, подняв рычажок разъема, чтобы освободить кабель.
6. Извлеките семь винтов, с помощью которых ППВМ крепится к пластику передней панели.

Снятие главной панели

1. Если установлен дополнительный модуль GPIB, удалите его, как описано [здесь](#).
2. Снимите переднюю панель, как описано выше.

3. Чтобы получить доступ к главной плате, поднимите вверх блок источника питания и извлеките его из прибора. Блок можно оставить на корпусе прибора или извлечь его полностью и положить рядом на рабочую поверхность, как показано ниже.



4. Отсоедините кабель из красного и черного провода от разъема на передней части главной платы.
5. Отсоедините другие кабели (от модуля питания переменного тока) от разъемов на задней панели источника питания.
6. Отсоедините красный кабель и кабель вентилятора от разъемов на задней части главной платы.
7. Извлеките винт, с помощью которого главная плата крепится к корпусу на задней панели прибора.
8. Снимите контргайки и гайки с двух нижних разъемов BNC на задней панели.
9. Слегка сдвиньте главную плату, чтобы освободить крючки на корпусе, затем потяните вверх и извлеките плату.

Замена батареи

В этом разделе описана процедура замены батареи через переднюю панель прибора.

ОСТОРОЖНО

Только квалифицированный, обученный обслуживанию персонал, предупрежденный о возможной опасности, может снимать крышки прибора. Перед снятием крышки всегда следует отключать кабель питания и все внешние цепи. Некоторые цепи остаются активными и в них поступает электропитание, даже когда выключатель питания находится в выключенном положении.

Перед разборкой прибора всегда отсоединяйте все входные соединения, шнуры и кабели.

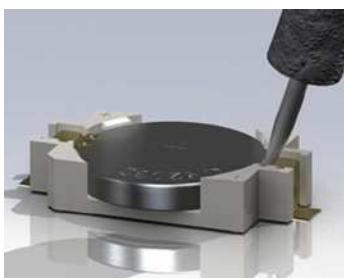
Необходимые инструменты

- Звездообразная отвертка T20 (в основном для операций разборки)
- Небольшая отвертка с плоским жалом (для извлечения элементов)

Процедура

(Изображения ниже предоставлены компанией Keystone Electronics Corp.)

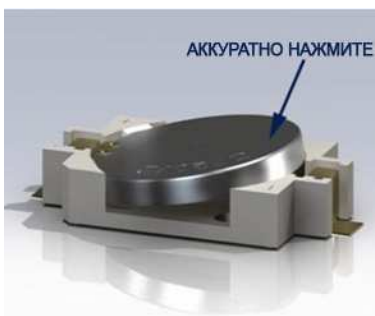
1. Перед продолжением выключите питание и отсоедините от прибора все провода для измерений и другие кабели, включая кабель питания.
2. Выполните **процедуру разборки для приборов серии 33500** или **процедуру разборки для приборов серии 33600**, чтобы разобрать прибор.
3. Найдите на передней панели батарею и поместите кончик отвертки под батареей, как показано на рисунке.



4. С помощью отвертки извлеките батарею из держателя.



5. Утилизируйте или передайте батарею на переработку в соответствии с действующим законодательством.
6. Вставьте в держатель новую батарею, положительным полюсом верх. Чтобы зафиксировать батарею, аккуратно надавите на нее.



7. Перед подключением любых кабелей и шнуров полностью соберите прибор.

Процедура замены батареи завершена.

Установка интерфейса GPIB (дополнительный модуль)

ОСТОРОЖНО

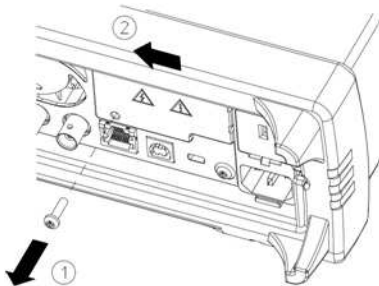
Эту процедуру может выполнять только квалифицированный специалист по техническому обслуживанию. Перед продолжением выключите питание и отсоедините от прибора все провода для измерений и другие кабели, включая кабель питания.

Необходимые инструменты

Для выполнения этой процедуры потребуется звездообразная отвертка T10.

Процедура установки

1. Перед продолжением выключите питание и отсоедините от прибора все провода для измерений и другие кабели, включая кабель питания.
2. Извлеките винт из крышки GPIB с помощью звездообразной отвертки. Сохраните винт, чтобы использовать его повторно. Затем снимите крышку, сдвинув ее влево.

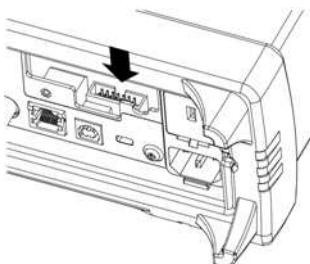


ОСТОРОЖНО

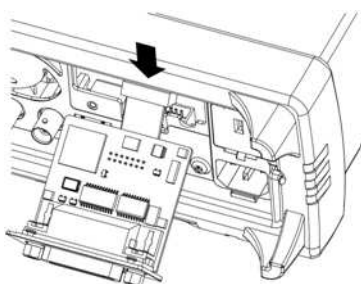
Сохраните крышку GPIB

После установки дополнительного модуля GPIB сохраните крышку, чтобы использовать ее, если модуль GPIB будет демонтирован. Нельзя подключать прибор к источнику питания или входным разъемам на измерительных приборах, если к задней панели не подключен модуль GPIB или надежно не прикреплена крышка.

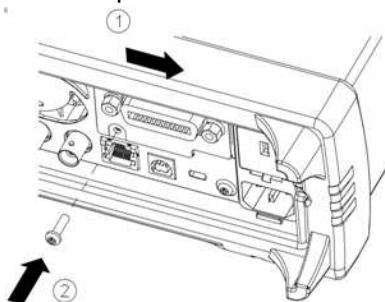
3. Найдите разъем, расположенный внутри устройства, для присоединения кабеля от модуля GPIB.



4. Согните кабель так, чтобы он располагался над печатной платой. Присоедините кабель к разъему, определенному в предыдущем шаге.



5. Поместите модуль в устройство и сдвиньте плату GPIB вправо, чтобы она располагалась вровень с металлическим листом прибора. Закрепите крышку GPIB с помощью винта, снятого ранее.



Процедура установки GPIB завершена.

Index

*

*CLS 335
*ESE 336
*ESR? 336
*IDN? 337
*OPC 338
*OPC? 338
*OPT? 339
*PSC 339
*PSC? 339
*RCL 340
*RST 341
*SAV 340
*SRE 341
*STB? 342
*TRG 342
*TST? 343
*WAI 343

A

ABORt 221
ADDReSS 431
ADVance 308
ALL 259, 346-347, 365,
371, 434
AM 223-226, 226, 229,

247, 250, 287,
290, 300, 303,
391, 394, 399, 402

AMPLitude 421
ANGLe 461
ANGLE 459
APPLy 232-235, 237,
239, 241, 243-244
ARB2 268
ARBitrary 233, 269,
307-310, 313-
314, 328-332,
366, 385, 406, 461
ARBRate 280
ATTRibute 271-273
AUTO 408, 472
AVERage 271

B

BALance 328-330
BANDwidth 315
BEEPer 429-430
BORDeR 291
BOTH 318, 323
BPSK 226, 229, 246-
247, 250, 287,
290, 300, 303,
391, 394, 399, 402
BRATe 315
BURSt 254-258
BUS 215

C

CALibration 259-263
CATalog 276, 356, 365-
367, 433
CDIRectory 368
CENTer 293
CFACtor 271
CLEar 277
CLEAR 280, 282
CLICk 430
CLS 214, 335, 505
CODE 260
COMBine 265
COMMunicate 431, 441-
450

CONDition 414, 416
CONTInuous 346
CONTrol 441
COPY 368-369
COUNT 260, 435, 454
COUPle 293-296, 403-
406, 465

CURRent 408
CYCLe 354

D

DAC 269

DATA 268-269, 271-274, 276-277, 311, 316, 333, 366, 370, 372, 374

DATE 432

DC 234

DCYCLe 319, 326, 397

DELaY 454

DELeTe 357, 370, 434

DEPTTh 223

DESCRiption 434

DESiRed 351

DEViAtion 284, 389, 396-397

DHCP 442

DISPlay 278-282

display view 282

DNS 443

DOMain 443

DOWNload 370

DSSC 224

DUAL view 282

DWELL 349

E

ENABle 351, 415, 417, 431

ERRor 387, 432, 435

ESE 336

ESR? 336

EVENTt 415, 418

Ext Trig BNC 455

EXTernal 215

F

Factory Reset 341

FEED 265

FIFO 504

FM 226, 229, 247, 250, 284-287, 290, 300, 303, 391, 394, 399, 402

FNAME 370

FOCus 279

FORMat 268, 291, 333

FREE 277

FREQuency 225, 285, 292-297, 299, 309, 350, 354, 390, 398, 422

FSKey 226, 229, 247, 250, 287, 290, 299-300, 303, 391, 394, 399, 402

FUNCtion 226, 286, 306-311, 313-316, 318-319, 321-332, 391, 399, 406, 423

G

GAIN 329

GATE 254

GATeway 444

GPIB 12, 431, 504

GRAPh view 282

H

HCOPy 333

HIGH 466, 468

HNAME 351

HOLD 321

HOSTname 445

HTIME 427

I

IDENTify 350

IDN? 337

IMMediate 215, 347, 429, 440

INITiate 346-347

INSTall 436

INTernal 225-226, 246, 255, 285-286, 299, 390-391, 398-399, 422-423

IPADdress 446

K

Keysight IO Libraries Suite 12

<p style="text-align: center;">L</p> <p>LAN 441-450</p> <p>LEADing 323</p> <p>LEVel 454</p> <p>LIcense 433-436</p> <p>LIMit 468-469</p> <p>LIST 349-350, 372</p> <p>LOAD 371-373, 376</p> <p>Local key 279</p> <p>LOCK 437-438</p> <p>LOW 466, 468</p> <p>LXI 350-353</p>	<p>NOISe 235, 315</p> <p>NSTates 356</p> <p style="text-align: center;">O</p> <p>OFFSet 295, 328, 330, 405, 470</p> <p>OPC 214, 338</p> <p>OPC? 338</p> <p>OPERation 414-415</p> <p>OPT? 339</p> <p>OUTPut 375-379, 381-383</p> <p>OWNer 437</p> <p style="text-align: center;">P</p> <p>PERiod 255, 309, 322, 327</p> <p>PHASe 246, 258, 314, 384-387</p> <p>PM 226, 229, 247, 250, 287, 290, 300, 303, 389-391, 394, 399, 402</p> <p>POINt 355</p> <p>POINts 272, 310, 350</p> <p>POLarity 254, 377, 381</p> <p>PRBS 237, 316, 318</p> <p>PRESet 416</p> <p>PRNoise 315</p> <p>PROMpt 448</p> <p>PSC 339</p>	<p>PTPeak 273, 311</p> <p>PULSe 239, 280, 319, 321-324</p> <p>PWM 226, 229, 247, 250, 287, 290, 300, 303, 391, 394, 396-399, 402</p> <p style="text-align: center;">Q</p> <p>QUESTionable 416-418</p> <p style="text-align: center;">R</p> <p>RAMP 241, 325</p> <p>RANGe 472</p> <p>RATE 246, 281, 403-405</p> <p>RATio 296, 406</p> <p>RDIRectory 368</p> <p>RECall 358</p> <p>REFerence 386, 479</p> <p>RELease 437</p> <p>REQuest 341, 438</p> <p>RESet 352</p> <p>RESolved 352</p> <p>REStart 353</p> <p>ROSCillator 407-408</p> <p>RST 214, 341, 358</p> <p>RTIME 427</p>
<p style="text-align: center;">M</p> <p>MAC 446</p> <p>MARKer 354-355</p> <p>MDIRectory 368</p> <p>MDNS 351-352</p> <p>MEMory 356-358</p> <p>MMEMory 365-374</p> <p>MODE 256, 294, 296, 377, 379, 404</p> <p>MODulation 386</p> <p>MOVE 373</p> <p style="text-align: center;">N</p> <p>NAME 437</p> <p>NCYCles 257</p>		<p style="text-align: center;">S</p> <p>SAV 340</p>

SCPI 211	261, 290, 293, 303, 331, 350, 353, 356-358, 367, 373, 387, 394, 402-403, 425, 428, 430, 469	TRIGger 382-383, 453- 457
команды по под- системам 218		TST? 343
команды под- системы 20		U
краткий спра- вочник 479	STATus 414-418	UNIT 280-281, 459, 461, 473
SDUMp 333	STB? 342	UNLock 387
SECure 260-261	STOP 297	UPDate 449
SECurity 440	STORe 262, 371-374	UPLoad 374
SEQuence 274, 369	STRing 262	V
SETup 261	SUM 421-425	
SINusoid 243	SWEep 281, 427-428	VALid 358
SKEW 331-332	SYMMetry 325	VALue 263
SLOPe 383, 455	SYNC 378-379, 381	VERsion 441
SMASk 447	SYNChronize 314, 387	VIEW 282
SNAME 351-352	SYSTem 429-438, 440- 450	VOLatile 276-277
SOURce 226, 247, 287, 300, 381, 383, 391, 399, 407- 408, 424, 456	T	VOLTage 463, 465-466, 468-470, 472-473
SPACing 427	TELNet 448	W
SPAN 297	TEXT 214, 279-280, 282	WAI 343
SQUare 244, 326-327	TEXT view 282	WIDTh 324
SRATe 313, 406	TIME 332, 428, 440	WINS 450
SRE 341	TIMer 457	WMESsage 448
STANdard view 282	TRACk 451	A
STARt 297	TRAIling 323	AM 105
STATe 229, 250, 258,	TRANSition 318, 323	амплитуда 38
	TRG 342	
	TRlangle 241	

амплитуда переменного
тока 531, 545,
552, 568, 593, 603

амплитудная моду-
ляция 105

Аппаратный
адрес 446

Б

Байт состояния 341

батарея 653

безопасность 526,
564

блок-схема 614, 616

Булевы
параметры 215

В

Ввод-вывод 504

очередь 504

ввод чисел 31

Веб-интерфейс 13

внешняя опорная вре-
менная раз-
вертка 175

внутренний АЦП 542,
590

внутренняя вре-
менная раз-
вертка 530, 541,
567, 589

Внутренняя

функция 216

восстановление
заводских
настроек 497,
505

временная
развертка 175,
541, 589

временная развертка,
внешний
эталон 175

время фронта 318,
323

встроенный редактор
сигналов 71, 177

выбор сохраненного
сигнала произ-
вольной
формы 45

выходная
амплитуда 38

выходная нагрузка 50

выходная частота 37,
120, 129, 138,
153, 160, 166,
523, 529, 560, 566

выходное сопро-
тивление 544,
551, 592, 602

выходные каналы 83

Г

Главная сводка 341-
342

Д

детали 642

диапазон -24 дБ 537,
547, 554, 595, 606

диапазон -8 дБ 534,
549, 576, 582,
598, 600, 611

диапазон 1 В между
пиками 571

Дискретные пара-
метры 215

дисплей 30

Дополнительный
модуль GPIB 656

Доступное
сообщение 341-
342

З

задняя панель 32

замена батареи 653

заменяемые
детали 642

Запрос 213

настройки пара-
метров 213

регистр байтов
состояния
342

Запрос обслуживания
разрешение 339

запуск пакетного сигнала 60

запуск развертки 60

Затухание входного сигнала 349

Затухание модуляции 349

Знакомство 211

язык SCPI 211

Знакомство с под-системой STATus 411

Знакомство с под-системой SUM 418

Знакомство с под-системой SWEep 426

знакомство с под-системой TRIGger 148

Знакомство с под-системой TRIGger 453

Знакомство с под-системой VOLTage 461

Знакомство с прибором 27

значение максимального уровня 41

значение минимального уровня 41

И

импульс 44, 100

импульсный 476

импульсный сигнал 44, 100, 476

информация по эксплуатации 11

Использование сброса настроек прибора 216

источники питания 619-620

К

калибровка 521, 523, 526, 529-531, 534, 537, 540-542, 545, 547, 549-550, 552, 554, 556, 558, 560, 564-568, 571, 576, 582, 587-590, 593, 595, 598, 600-601, 603, 606, 609, 611

командный язык

команды под-системы 20

компакт-диске 12

Конец или идентификация 213

конфигурация канала 83

конфигурация локальной сети 69

Конфигурация локальной сети 441

коэффициент заполнения 43, 319, 326, 397

коэффициент заполнения сигнала прямоугольной формы 43

Краткий справочник по командам 479

М

максимальный уровень 41

меню 63

меню передней панели 63

минимальный уровень 41

модулированный сигнал 51

модуляция 51

модуляция суммы 126

монтаж в стойке 48

Н

нагрузка 50

напряжение постоянного тока 42

напряжение смещения постоянного тока 40	Очередь 504	FREQuency 291
настройка выходной амплитуды 38	ввод-вывод 504	Подсистема FSKey 297
настройка импульсного сигнала 44	ошибки 557, 612	Подсистема FUNCtion 304
настройка напряжения смещения постоянного тока 40	ошибки калибровки 557, 612	Подсистема HCOpy 332
настройки вывода 83	П	Подсистема INITiate – введение 345
настройки интерфейса дистанционного управления 69	пакет 58	Подсистема LIST 349
Настройки параметров 213	пакетный сигнал 58, 60	Подсистема LXI 350
запрос 213	Параметры DEF 213	Подсистема MARKer 353
О	Параметры строк ASCII 215	Подсистема MEMory 355
образцы программ 473	пароль 526, 564	Подсистема MMEMory 359
Обращение Keysight 9	передняя панель 29-31, 63	Подсистема OUTPut 374
обслуживание 519	пилообразный 475	Подсистема PHASe 383
Обслуживание 341	Поддержка 19	Подсистема PM 388
Общие команды IEEE-488 333	Подсистема AM 221	Подсистема RATE 403
Ожидание запуска 342, 456	Подсистема APPLy 230	Подсистема ROSCillator 406
	Подсистема BPSK 245	Подсистема SOURce 409
	Подсистема BURSt 251	Подсистема ЧМ 282
	Подсистема CALibration 259	Подсистема ШИМ 395
	Подсистема DATA 266	поиск и устранение неисправностей 620, 626
	Подсистема DISPlay 277	
	Подсистема	

Последовательное считывание 342	Разделители команд 212	редактор сигналов произвольной формы 71
Предварительная установка параметров прибора 430	разрешение состояния событий 339	ремонт 519
Предупреждающие символы 17	регистр байтов состояния 339	ручка 36
прерывание калибровки 540, 588	Регистр байтов состояния 341-342	ручка для переноски 36
примеры программ 473	регистр запрашиваемых данных 339	С
проверка 529-531, 533, 550, 565-568, 570, 601	Регистр запрашиваемых данных	самодиагностика 343, 541, 589, 620, 626, 633
проверка работы 529, 566	запросы 418	самодиагностика при включении питания 633
проигрыватель IQ 157	регистр стандартных операций 339, 341-342	сброс 50, 497
произвольный 478	регистр стандартных событий 339	Сброс до заводских настроек 430
простая очередность 504	регистры 343	Сброс настроек прибора 216
прямоугольный 474	регулировка 523, 534, 537, 540-543, 545, 547, 549-550, 552, 554, 556, 560, 571, 576, 582, 587, 589-591, 593, 595, 598, 600, 602-603, 606, 609, 611	сброс параметров прибора 50
Р		Сведения о безопасности 15
равномерность 534, 537, 547, 549, 554, 556, 571, 576, 582, 595, 598, 600, 606, 609, 611	регулировка канала 2 529, 565	сводка по запрашиваемым данным 341-342
разборка прибора 643, 649	редактор сигналов 177	сводка по стандартным операциям 341-342
развертка 56, 60		сводка по стандартным событиям 341-342
развертка частоты 56		сигнал IQ 157

сигнал пилообразной формы 475	список частот 477	138, 153, 160, 166, 523, 529, 560, 566
сигнал произвольной формы 45, 71, 478	справка 46	установка значения максимального уровня 41
сигнал прямоугольной формы 474	справочная система 46	установка значения минимального уровня 41
сигнал частотной манипуляции 52	стойка 48	установка коэф-фициента заполнения сигнала прямоугольной формы 43
сигнал широтно-импульсной модуляции 54	сумма 126	установка напряжения постоянного тока 42
символы, предупреждающие 17	Схема системы состояний 411	учебное пособие 191, 541, 589
синусоида 474	Т	
синусоидальный сигнал 474	Терминаторы команд SCPI 213	
система состояний SCPI 505	Техническая поддержка 19	
смещение 533, 570	Типы параметров SCPI 214	
смещение постоянного тока 40, 533, 570	У	Ф
сообщения об ошибках 504, 557, 612	Уведомления по безопасности 16, 18	фазовая модуляция 112
сообщения об ошибках, сортированные по коду ошибки 504	уведомления, безопасность 16, 18	ФМ 112
состояние 61, 497	удаление состояния 505	функции 82
состояние прибора 61	Удаление состояния при включении питания 339	функции прибора 82
сохранение состояния 61	Условные обозначения синтаксиса 211	Ц
	установка выходной частоты 37, 100, 112, 120, 129,	цифровая клавиатура 31
		Ч
		частота 37, 120, 129, 138, 153, 160, 166, 523, 529, 541, 560, 566, 589

частота дискретизации 313,
403-406

частотная манипуляция 52, 118

частотная
модуляция 105

Числовые
параметры 214

ЧМ 105

ЧМн 118

Ш

ШИМ 54

широотно-импульсная
модуляция 54

Я

Язык SCPI 211

знакомство 211

язык команд

команды по под-
системам 218

краткий справочник 479

This information is subject to change without notice.

© Keysight Technologies 2013, 2014

Edition 2, December 2014



33500-90919

www.keysight.com

