

Keysight Technologies

N6705C Анализатор питания постоянного тока

Руководство
по эксплуатации

Юридические уведомления

© Keysight Technologies, 2016.
Согласно законам США и международным законам об авторском праве ни одна часть настоящего документа не может быть сфотокопирована, воспроизведена или переведена на другой язык без письменного согласия Keysight Technologies

Гарантия

Материалы в настоящем документе предоставляются на условиях «как есть» и могут быть изменены в будущих редакциях без предварительного уведомления. Кроме того, в рамках, максимально допускаемых действующим законодательством, компания Keysight отказывается от любых гарантий — явных или подразумеваемых — в отношении настоящего руководства и содержащихся в нем сведений, включая, среди прочего, подразумеваемые гарантии товарного качества и пригодности для конкретного использования. Keysight не несет ответственности за любые ошибки, а также случайные или опосредованные убытки, связанные с доставкой, использованием или предоставлением настоящего документа или любой содержащейся в нем информации. При наличии между Keysight и пользователем отдельного письменного соглашения, гарантийные условия которого в отношении продукции, рассматриваемой в настоящем документе, противоречат приведенным здесь условиям, преимущественную силу имеют гарантийные условия такого отдельного соглашения.

Редакции руководства

Артикул руководства:
N6705-90001RURU
Редакция 11, январь 2015 г.
Отпечатано в Малайзии.

Перепечатки данного руководства, содержащие незначительные исправления и обновления, могут иметь ту же дату печати. Пересмотренные редакции получают новую дату печати.

Декларация о соответствии

Декларацию о соответствии данного изделия и других изделий компании Keysight можно загрузить через Интернет. Для этого перейдите по адресу <http://regulations.products.keysight.com> и щелкните ссылку «Декларация о соответствии». Затем найдите нужную декларацию о соответствии по номеру изделия.

Директива об утилизации электрического и электронного оборудования (WEEE) 2002/96/EC

Данное изделие соответствует требованиям к маркировке директивы WEEE 2002/96/EC. Такая маркировка (см. ниже) обозначает, что данное электрическое/электронное устройство подлежит утилизации отдельно от бытовых отходов.

Категория изделия

По классификации типов оборудования, приведенной в приложении 1 к директиве WEEE, данный прибор относится к категории «Приборы контроля и управления».

Не утилизировать вместе с бытовым мусором.

Для получения дополнительных сведений по возврату ставших ненужными изделий обратитесь в местное представительство Keysight или перейдите по адресу <http://www.keysight.com/environment/product>.



Сертификация

Компания Keysight Technologies подтверждает соответствие данного изделия опубликованным техническим характеристикам на момент его отгрузки с завода. Кроме того, компания Keysight Technologies подтверждает прослеживаемость результатов калибровочных измерений в соответствии с требованиями Национального института стандартов и технологий США (NIST) в той мере, в какой это допускается калибровочной лабораторией этого института и калибровочными лабораториями других членов Международной организации по стандартизации.

Исключительные средства правовой защиты

СРЕДСТВА ПРАВОВОЙ ЗАЩИТЫ, ПРЕДУСМОТРЕННЫЕ В ЭТОМ ДОКУМЕНТЕ, ЯВЛЯЮТСЯ ПОЛНОСТЬЮ И ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО СРЕДСТВАМИ ПРАВОВОЙ ЗАЩИТЫ ЗАКАЗЧИКА. KEYSIGHT TECHNOLOGIES НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ЛЮБЫЕ ПРЯМЫЕ, НЕПРЯМЫЕ, СПЕЦИАЛЬНЫЕ, СЛУЧАЙНЫЕ ИЛИ ОПОСРЕДОВАННЫЕ УБЫТКИ, ОСНОВАННЫЕ НА КОНТРАКТЕ,

ДЕЛИКТЕ ИЛИ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ПРАВОВЫХ ТЕОРИЯХ.

Сопровождение

Это изделие поставляется со стандартной гарантией. Заказчикам также доступны дополнительные гарантии, расширенная поддержка, соглашения об обслуживании изделия и соглашения о сопровождении. Обратитесь в ближайший офис продаж и обслуживания Keysight Technologies за дополнительной информацией о полном портфеле программ поддержки Keysight Technologies.

Лицензии на технологии

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

Ограниченные права правительства США

Права на программное обеспечение и технические данные, предоставленные федеральному правительству, включают только те права, которые обычно предоставляются конечным пользователям. Настоящая обычная коммерческая лицензия на программное обеспечение и технические данные предоставляется компанией Keysight в соответствии с Правилами закупок для федеральных нужд FAR 12.211 (технические данные) и 12.212 (программное обеспечение для компьютеров), а для министерства обороны — в соответствии с Правилами закупок для нужд обороны DFARS 252.227-7015 (технические данные — коммерческие продукты) и DFARS 227.7202-3 (права на коммерческое программное обеспечение для компьютеров и документацию к программному обеспечению для компьютеров).

Товарные знаки

Microsoft и Windows являются зарегистрированными товарными знаками корпорации Microsoft.

Уведомления об опасности

Ниже описаны общие меры предосторожности, которые необходимо соблюдать на всех этапах эксплуатации данного прибора. Несоблюдение данных мер предосторожности и специальных предупреждений или указаний в других разделах настоящего руководства является нарушением норм безопасности при проектировании, изготовлении и использовании прибора по назначению. Keysight Technologies не несет никакой ответственности в случае несоблюдения пользователем этих требований.

Общие сведения

Эксплуатация изделия способом, не указанным производителем, не допускается. Функциональность защиты изделия может быть нарушена, если оно используется способом, не определенным в инструкции по эксплуатации.

Перед подачей питания

Убедитесь, что приняты все меры предосторожности. Перед подачей питания выполните все подключения к прибору. Обратите внимание на наружную маркировку прибора, описанную в разделе «Символы опасности».

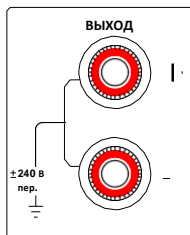
Заземление прибора

Этот прибор имеет класс защиты 1, то есть имеет клемму защитного заземления. Чтобы минимизировать опасность поражения электрическим током, шасси и крышку прибора необходимо заземлить. Прибор должен подключаться к сети переменного тока через заземленный кабель питания, заземляющий провод которого должен надежно соединяться с контактом заземления (защитного заземления) в электрической розетке. Любой обрыв защитного заземляющего провода или отсоединение клеммы защитного заземления может стать причиной поражения электрическим током, что может привести к травме.

Подключение нагрузок

Источник питания может давать на выходе сильный ток и высокое напряжение. Убедитесь, что нагрузка или тестируемое устройство поддерживают этот выходной ток и напряжение. Кроме того, убедитесь, что соединительные провода способны в безопасном режиме выдерживать ожидаемые токи и изолированы с расчетом на ожидаемые напряжения. На выходах источника питания может присутствовать плавающий потенциал относительно заземления. Прочность

изоляции или допустимый плавающий потенциал указываются на приборе вблизи выходных клемм (см. пример ниже).



Не допускайте наличия плавающего потенциала на выходе источника питания в сетях с линейным напряжением. Следуйте указаниям символов опасности и соблюдайте пределы защиты.

Предохранители

Внутри прибора находится предохранитель, недоступный пользователю.

Не используйте прибор во взрывоопасной атмосфере

Эксплуатация прибора при наличии в воздухе горючих газов или паров не допускается.

Не снимайте крышку прибора

Крышку прибора может снимать только квалифицированный и обученный обслуживающий персонал, предупрежденный об опасности. Перед снятием крышки прибора всегда отсоединяйте кабель питания и все внешние провода.

Не модифицируйте прибор

Не устанавливайте в изделие аналоги деталей и не модифицируйте его без специального разрешения. Чтобы гарантировать безопасность прибора, всегда возвращайте его в офис продаж и обслуживания Keysight Technologies, если необходимо выполнить его обслуживание или ремонт.

В случае повреждения

Приборы с признаками повреждений или дефектов должны выводиться из эксплуатации и защищаться от непреднамеренного включения, пока они не будут отремонтированы квалифицированным сервисным персоналом.

Очистка

Протрите прибор снаружи влажной безворсовой мягкой тканью. Не используйте моющие средства и растворители.

Символы опасности и уведомления

	Постоянный ток
	Переменный ток
	Постоянный и переменный ток
	Трехфазный переменный ток
	Клемма заземления
	Клемма защитного заземления
	Клемма заземления корпуса или шасси
	Клемма имеет потенциал земли
	Нейтральный провод постоянно установленного оборудования
	Фазовый провод постоянно установленного оборудования
	Включение питания
	Выключение питания
	Питание в режиме ожидания — модуль не отключается от сети, когда выключатель выключен
	Нажатый двухпозиционный кнопочный переключатель
	Отжатый двухпозиционный кнопочный переключатель
	Внимание! Опасность поражения электрическим током
	Внимание! Горячая поверхность
	Внимание! См. сопровождающий текст

ВНИМАНИЕ!

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

ОСТОРОЖНО!

Обозначает опасность. Призван привлечь внимание к определенной процедуре, методике и т. п., неправильное выполнение или несоблюдение которой может привести к травмам или смерти. Прежде чем продолжить работу в зоне надписи «ВНИМАНИЕ!», убедитесь, что указанные на ней условия полностью поняты и соблюдены.

Содержимое руководства

Главы этого руководства содержат следующую информацию:

- Краткий справочник. Глава 1 — это справочный раздел, который позволит быстро ознакомиться с анализатором питания постоянного тока.
- Установка. В главе 2 описывается, как установить анализатор мощности постоянного тока. В нем обсуждаются такие темы, как подключение нагрузок к выходу, 4-проводное измерение, параллельное и последовательное подключение.
- Использование функций источника. В главе 3 описывается использование источника питания и генератора сигналов произвольной формы с помощью передней панели и SCPI-команд.
- Использование функций измерения. В главе 4 описывается использование измерителей, осциллографа и регистратора.
- Использование системных функций. В главе 5 описаны функции работы с файлами и функции администрирования.
- Дополнительные функции источника и измерения. В главе 6 обсуждаются дополнительные функции источника и функции измерения, такие как списки, оцифрованные измерения и внешняя регистрация данных.
- Технические характеристики. Приложение А содержит характеристики базового блока.
- SCPI-команды. Приложение В содержит перечень SCPI-команд.
- Использование цифрового порта. Приложение С содержит сведения о конфигурировании и использовании цифрового порта, находящегося на задней панели прибора.

Для получения полной информации о SCPI-командах (стандартные команды для программируемых приборов) см. документацию, доступную в Интернете по адресу www.keysight.com/find/N6705C.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для получения информации о гарантии, обслуживании и технической поддержке свяжитесь с Keysight Technologies по телефону:

В России 8 (800) 500 92 86

Или используйте следующую веб-страницу для получения контактных данных Keysight в вашей стране или конкретном местоположении: www.keysight.com/find/assist, или обратитесь к вашему представителю Keysight Technologies.

Обновления

Обновления микропрограммного обеспечения и руководств

В этом руководстве описывается микропрограммное обеспечение версии E.00.00 и более поздней. Для загрузки данной версии микропрограммного обеспечения или более поздней перейдите по адресу www.keysight.com/find/N6705firmware. На веб-сайте приведена информация об отличиях разных версий микропрограммы.

Указания, как просмотреть версию микропрограммы, которая установлена в базовом блоке, приведены в разделе «Просмотр номинальных значений выхода» главы 2.

Информация о том, как обновить микропрограммное обеспечение базового блока до последней версии, приведена в разделе «Обновление микропрограммы» главы 5. Учтите, что для поддержки последних версий микропрограммы модулями питания Keysight N675xA в них должна стоять опция LGA.

Для получения последней версии руководства перейдите по адресу www.keysight.com/find/N6705C.

Содержание

1 Краткий справочник.....	11
Анализатор питания постоянного тока Keysight N6705C — краткий обзор	12
Возможности источника	12
Возможности измерения.....	13
Системные возможности	14
Возможности модулей питания.....	15
Возможности модулей питания Keysight N678xA.....	16
Краткий обзор передней панели	17
Краткий обзор задней панели.....	19
Экран измерителя.....	20
Экран осциллографа	21
Регистратор данных	22
Предпросмотр СПФ	23
Обзор меню передней панели	24
2 Установка	26
Общие сведения	26
Модели	26
Опции	26
Комплектность поставки	27
Комплектность модулей при поставке	27
Осмотр прибора	28
Установка прибора	29
Сведения по технике безопасности.....	29
Окружающая среда	29
Очистка.....	29
Местоположение модулей питания	29
Установка модуля питания.....	30
Подключение силовоточного выхода	32
Установка на столе	33
Установка в стойку	33
Работа при 400 Гц	33
Подключение шнура питания	34
Подключение выходов	34
Сечение и длина проводов	35
Требования к проводке для Keysight N678xA SMU.....	36
Широкополосные режимы с дистанционным измерением	36
Экранированное соединение	37
Подключение нескольких нагрузок	38
4-проводное подключение.....	38
Разрыв измерительной цепи.....	40
Последовательное подключение.....	42
Дополнительные рекомендации по нагрузке.....	43
Подключение BNC-разъемов.....	45

Создание дополнительного заземления для работы при 400 Гц	45
Подключение цифрового порта	46
Подключение дополнительного входа измерения напряжения	47
Подключение к интерфейсам	48
GPIB-интерфейс	48
USB-интерфейс	49
LAN-интерфейс	50
Просмотр активного состояния LAN	52
Изменение настроек LAN	52
Обмен данными через LAN	55
Использование веб-сервера	55
Использование Telnet	56
Использование сокетов	56
3 Использование функций источника	58
Включение прибора	59
Просмотр журнала ошибок	59
Просмотр номинальных характеристик выходов	60
Использование источника питания	61
Управление выходами	61
Дополнительные настройки источника	63
Настройки эмуляции Keysight N678xA SMU	64
Конфигурирование последовательности включения/отключения	68
Конфигурирование дополнительных свойств	72
Конфигурирование функций защиты	74
Конфигурирование дополнительной защиты	77
Использование генератора сигналов произвольной формы	78
Конфигурирование импульсных СПФ	79
Конфигурирование пользовательских СПФ	81
Конфигурирование СПФ с постоянной выдержкой	84
Конфигурирование последовательности СПФ	87
Параметры сигнала произвольной формы	92
Источники запуска СПФ	103
Сигналы запуска СПФ	104
Импорт/экспорт данных пользовательских СПФ и СПФ с пост. выдержкой	106
4 Использование функций измерения	107
Использование функций измерения	108
Экран измерителя	108
Диапазоны измерителя и времена измерений	109
Режимы эмуляции вольтметра и амперметра на Keysight N678xA SMU	111
Дополнительные измерения напряжения	113
Использование функций осциллографа	114
Выполнение измерений	114

Экран осциллографа.....	117
Свойства осциллографа.....	121
Диапазоны осциллографа	122
Маркер осциллографа	123
Горизонтальная развертка осциллографа.....	123
Предустановки осциллографа	123
Использование функций регистратора.....	124
Регистрация данных	124
Экран регистратора.....	127
Свойства регистратора	132
Диапазоны регистратора	133
Запуск регистратора	134
Задание имени лога регистратора	136
Маркеры регистратора	136
Предустановка регистратора	137
Режимы сбора данных регистратора	137
Различия между экранами осциллографа и регистратора	140
5 Использование системных функций.....	141
Использование файловых функций.....	142
Функция сохранения	142
Функция загрузки	143
Функция экспорта	143
Функция импорта	144
Захват экрана	144
Отображение сведений	145
Функция удаления	145
Функция переименования.....	146
Функция копирования.....	146
Создание папки	147
Сброс, восстановление и состояние при включении питания.....	147
Использование внешнего USB-накопителя	148
Конфигурирование пользовательских настроек.....	149
Front Panel Preferences (Предпочтения для передней панели)	149
Front Panel Lockout (Блокировка передней панели).....	150
Clock Setup (Настройка часов)	151
Использование средств администрирования	151
Administrator Login/Logout (Вход/выход в меню функций администратора)	151
Calibration (Калибровка).....	152
IO Access (Ввод-вывод)	152
Затирание памяти	153
Обновление микропрограммы	153
Установка опций.....	154
Изменение пароля администратора.....	155

6 Дополнительные функции источника и измерения	157
Режимы работы источника	158
Работа в одном квадранте	158
Автовывбор диапазона	159
Программное понижение уровня	159
Задержка для режима стабилизации тока	159
Работа с ограничением мощности	160
Группирование выходов	161
Работа Keysight N678xA SMU в нескольких квадрантах	162
Полоса пропускания выхода	165
Расширенные измерения	166
Оцифрованные измерения	166
Внешняя регистрация данных	172
Управление динамической коррекцией тока	176
Полоса пропускания системы измерений	177
Усреднение измерений	178
Гистограммные измерения тока	179
Форматы данных измерений	182
Приложение А Технические характеристики	183
Базовый блок анализатора питания постоянного тока Keysight N6705C	184
Дополнительные характеристики	184
Габаритный чертеж	186
Приложение В SCPI-команды и настройки прибора	187
Обзор SCPI-команд	188
Общие команды	196
Настройки интерфейсов	197
Настройки при включении питания	198
Начальные настройки режима эмуляции	
Keysight N678xA SMU	200
Приложение С Использование цифрового порта	201
Конфигурирование цифрового порта	202
Двунаправленный цифровой вход-выход	202
Цифровой вход	204
Выход сигнала сбоя	204
С передней панели	204
Через дистанционный интерфейс	204
Вход запрещающего сигнала	205
Через дистанционный интерфейс	205
Режим работы «сбой-запрет»	206
Система защиты «сбой-запрет»	207
Вход запуска	207
Выход запуска	208
Управление связыванием выходов	209

1 Краткий справочник

<u>Анализатор питания постоянного тока Keysight N6705C — краткий обзор</u>	12
<u>Краткий обзор передней панели</u>	16
<u>Краткий обзор задней панели</u>	17
<u>Экран измерителя</u>	18
<u>Экран осциллографа</u>	19
<u>Регистратор</u>	20
<u>Предпросмотр СПФ</u>	21
<u>Обзор меню передней панели</u>	22

В этой главе кратко описывается работа анализатора питания постоянного тока Keysight N6705C.

В этой главе не описывается подробно работа каждой функции. Она является просто кратким справочным руководством, позволяющим быстро ознакомиться с функциональными возможностями анализатора питания постоянного тока.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если не указано иное, анализатор питания постоянного тока Keysight N6705C в данном руководстве также будет называться анализатором питания постоянного тока.

Анализатор питания постоянного тока Keysight N6705C — краткий обзор

Анализатор питания постоянного тока Keysight N6705C — это многофункциональная система питания, которая сочетает функции источника напряжения постоянного тока с несколькими выходами и функции регистрации сигналов и данных с помощью осциллографа и регистратора.

Будучи источником питания с несколькими выходами, Keysight N6705C может обеспечивать до четырех конфигурируемых выходов. Доступные модули питания имеют мощность от 20 до 500 Вт и обеспечивают различные комбинации напряжения и тока и различные эксплуатационные характеристики, описанные в разделе «Возможности источника». Каждый выход также имеет возможность генерации сигнала произвольной формы (СПФ), которая позволяет программировать сигналы напряжения и тока определенной формы, то есть формировать сигналы, нужные пользователю. Модули источника/измерения (SMU) Keysight N678xA работают в многоквadrантном режиме и имеют отдельные режимы стабилизации напряжения и стабилизации тока источника.

Будучи измерительной системой, Keysight N6705C отображает на экране измерителя среднее напряжение и ток на выходе. Сигналы отображаются на экране осциллографа, который можно настроить, используя элементы управления вертикальной и горизонтальной разверткой. На экране регистратора данных измеряются и отображаются средние и пиковые значения напряжения и тока, измеренные в течение длительного периода.

Возможности источника

Цветовое кодирование изображения и элементов управления выходом	Обеспечивает соответствие цветов на дисплее цветам разъемов и клавиш передней панели.
Программирование напряжения и тока	Обеспечивает полную поддержку программирования всех модулей питания во всем диапазоне выходных напряжений и токов.
Низкий уровень шума на выходе	Эту возможность имеют модули питания Keysight N676xA и N675xA. Пиковое значение шума на выходе составляет менее 4,5 мВ, что сопоставимо с линейными источниками питания.
Быстрое увеличение/уменьшение уровня выхода	Эту возможность имеют модули питания Keysight N675xA, N676xA и N678xA SMU. Требуется не более 1,5 мс, чтобы изменить уровень с 10 до 90 % от номинального.
Быстрая переходная характеристика	Эту возможность имеют модули питания Keysight N675xA, N676xA и N678xA SMU. Переходная характеристика составляет менее 100 мкс.
Автовыбор диапазона выхода	Эту возможность имеют модули питания Keysight N676xA и N675xA. Автовыбор диапазона обеспечивает отдачу максимальной номинальной мощности в непрерывном диапазоне настроек напряжения и тока.
Последовательное включение/отключения выходов	Возможность задания задержки включения/выключения для каждого выхода позволяет включать/отключать выходы в заданной последовательности.
Приборные клеммы на передней панели	Для каждого выхода доступны силовые клеммы («+» и «-») и изме-

нительные клеммы («+» и «-»). Измерительные клеммы обеспечивают измерение напряжения с помощью 4 проводов.

Защита выходов	Выходы имеют защиту от перенапряжения, сверхтока и перегрева.
Аварийное отключение	На передней панели есть кнопка аварийного останова, обеспечивающая быстрое отключение всех выходов.
Работа в нескольких квадрантах	Эту возможность имеют модули питания Keysight N678xA SMU и N6783A. Работа в 2 квадрантах обеспечивает возможность как отдавать ток, так и получать его. Модель Keysight N6784A обеспечивает работу в 4 квадрантах.

Возможности измерения

Отображение измерений для одного или нескольких выходов	Переключение между сводным видом отображения информации о питании для 4 выходов и подробным видом для 1 выхода. Отображение результатов измерения выходного напряжения и тока всех модулей питания в реальном времени, а также информации об их состоянии.
Режим осциллографа	Одновременное отображение сигналов напряжения и/или тока для всех выходов. Настраиваемые маркеры позволяют получать вычисляемые измерения.
Режим регистратора данных	На дисплее могут отображаться средние, минимальные и максимальные значения напряжения и тока, измеренные в течение длительного периода времени. Настраиваемые маркеры позволяют получать значения измерений.
Функции измерения	Предоставляются среднее, минимальное и максимальное значения для всех измерений напряжения и тока. В режиме экрана измерителя для 1 выхода рассчитывается выходная мощность (Вт) для всех выходов.
Плавный автовыбор диапазона	Эту возможность имеют модули питания Keysight N6781A, N6782A, N6785A и N6786A SMU. При измерении выходных параметров выполняется плавный автовыбор диапазона. Но диапазон 10 мкА должен выбираться вручную.
Измерение микроамперных токов	Эту возможность имеют модули питания Keysight N6781A, N6782A и N6784A SMU. В диапазоне 10 мкА может выполняться измерение токов от 1 мкА.
Быстрая оцифровка	Эту возможность имеют модули питания Keysight N678xA SMU. Оцифровка со скоростью 5,12 мкс/выборку для одного параметра и 10,24 мкс/выборку для двух параметров.
Гистограммные измерения	Эту возможность имеют модули питания Keysight N6781A, N6782A, N6785A и N6786A SMU. Обеспечивает статистическое измерение для профилирования измеренного тока.

Системные возможности

Три интерфейса на выбор	Интерфейсы дистанционного программирования LAN, USB и GPIB (IEEE-488) встроены в меню и позволяют настраивать параметры GPIB и LAN с передней панели.
Встроенный веб-сервер	Встроенный веб-сервер позволяет управлять прибором через интернет-браузер компьютера.
Язык SCPI	Прибор совместим со стандартными командами для программируемых приборов (SCPI).
Сохранение данных прибора	Система управления файлами позволяет сохранять растровые изображения, состояния прибора, осциллограммы, сигналы произвольной формы и результаты регистрации данных.
Порт для накопителя	USB-порт передней панели позволяет сохранять файлы на внешнем USB-накопителе.
Разъемы сигналов запуска	На задней панели находятся BNC-разъемы для ввода/вывода сигналов запуска.
Слабый акустический шум	Низкий уровень акустического шума гарантирует тишину при использовании прибора на лабораторном столе.
Универсальный вход питания	Базовые блоки работают в широком диапазоне входных напряжений и обеспечивают коррекцию коэффициента активной мощности.

Возможности модулей питания

Возможность (● = доступна)	Базовые N673xB, N674xB, N677xA	Производительные N675xA	Прецизионные N676xA
Выходная мощность 50 Вт	N6731B – N6736B	N6751A	N6761A
Выходная мощность 100 Вт	N6741B – N6746B	N6752A	N6762A
Выходная мощность 300 Вт	N6773A – N6777A	N6753A, N6754A	N6763A, N6764A
Выходная мощность 500 Вт		N6755A, N6756A	N6765A, N6766A
Реле отключения выхода	Опция 761	Опция 761	Опция 761
Реле откл. выхода/смены полярности <small>ПРИМ. 1</small>	Опция 760	Опция 760	Опция 760
Генерация сигналов произвольной формы	●	●	●
Функция автовыбора диапазона выхода		●	●
Включение приоритета напряжения или тока			N6761A, N6762A
Прецизионное измерение напряжения и тока			●
Низковольтный и слаботочный диапазоны выхода			N6761A, N6762A
Низковольтный и слаботочный диапазоны измерения			●
Диапазон измерения 200 микроампер <small>ПРИМ. 2</small>			Опция 2UA
Осциллограммы напряжения или тока	●	●	●
Одновременные осциллограммы напряжения и тока			●
Одновременная регистрация напряжения и тока <small>ПРИМ. 3</small>			●
Чередование регистрации напряжения и тока <small>ПРИМ. 3</small>	●	●	
Динамическая коррекция тока	●	N6751A, N6752A	N6761A, N6762A
SCPI-команды списка управл. выходом <small>ПРИМ. 4</small>	●	●	●
SCPI-команды считывания массива <small>ПРИМ. 4</small>	●	●	●
SCPI-команды задания частоты дискретизации <small>ПРИМ. 4</small>	●	●	●
SCPI-команды внешней регистрации <small>ПРИМ. 4</small>	●	●	●
Двойная ширина (занимает 2 слота в шасси)		N6753A – N6756A	N6763A – N6766A
Большая логическая матрица <small>ПРИМ. 5</small>		Опция LGA	

Примечания:

¹ В моделях N6742B и N6773A с опцией 760 выходной ток ограничен 10 А. Опция 760 недоступна в моделях N6741B, N6751A, N6752A, N6761A и N6762A.

² Опция 2UA доступна только в моделях N6761A и N6762A. Она включает опцию 761.

³ В модели N6705 с опцией 055 функция регистрации не работает.

⁴ Доступно только через удаленные интерфейсы; недоступно с передней панели.

⁵ В моделях N6761A и N6762A требуется опция LGA. На дату публикации данного руководства опция LGA присутствует в модулях N6761A и N6762A в стандартной комплектации

Возможности модулей питания Keysight N678xA

Возможность (● = доступна)	Модули источника/измерителя (SMU)					Конкретное применение	
	N6781A	N6782A	N6784A	N6785A	N6786A	N6783A BAT	N6783A MFG
Выходная мощность	20 Вт	20 Вт	20 Вт	80 Вт	80 Вт	24 Вт	18 Вт
Работа в 2 квадрантах	●	●		●	●	●	●
Работа в 4 квадрантах			●				
Дополнительный вход измерения напряжения	●			●			
Реле отключения выхода	●	●	●	●	●	Опция 761	Опция 761
Генерация сигналов произвольной формы <small>ПРИМ. 1</small>	●	●	●	●	●	●	●
Защита от отрицательного напряжения	●	●	●	●	●	●	●
Режим приоритета напряжения или тока	●	●	●	●	●		
Нагрузка в режиме стабилизации тока/стабилизации напряжения	●	●	●	●	●		
Режим вольтметра или амперметра	●	●	●	●	●		
Эмуляция/заряд батареи	●			●			
Программируемое выходное сопротивление	●			●			
Число диапазонов выходного напряжения	3	3	3	4	4		
Число диапазонов выходного тока	3	3	4	4	4		
Число диапазонов измерения напряжения	3	3	3				
Число диапазонов измерения тока	4	4	4	3	3		
						2	2
Осциллограммы напряжения или тока	●	●	●	●	●	●	●
Одновременное измерение напряжения и тока	●	●	●	●	●		
Одновременная регистрация напряжения и тока <small>ПРИМ. 2</small>	●	●	●	●	●		
Чередующаяся регистрация напряжения и тока <small>ПРИМ. 2</small>						●	●
Плавный автовыбор диапазона	●	●		●	●		
SCPI-команды списка управл. выходом <small>ПРИМ. 1, 3</small>	●	●	●	●	●	●	●
SCPI-команды считывания массива <small>ПРИМ. 3</small>	●	●	●	●	●	●	●
SCPI-команды задания частоты дискретизации <small>ПРИМ. 3</small>	●	●	●	●	●	●	●
SCPI-команды внешней регистрации <small>ПРИМ. 3</small>	●	●	●	●	●	●	●
SCPI-команды гистограммных измерений <small>ПРИМ. 3</small>	●	●		●	●		
Двойная ширина (занимает 2 слота в шасси)				●	●		

Примечания:

¹Генерация сигналов произвольной формы и функция списка недоступны для отрицательного выходного тока в модели N6783A.²В модели N6705 с опцией 055 функция регистрации не работает.³Доступно только через удаленные интерфейсы; недоступно с передней панели.

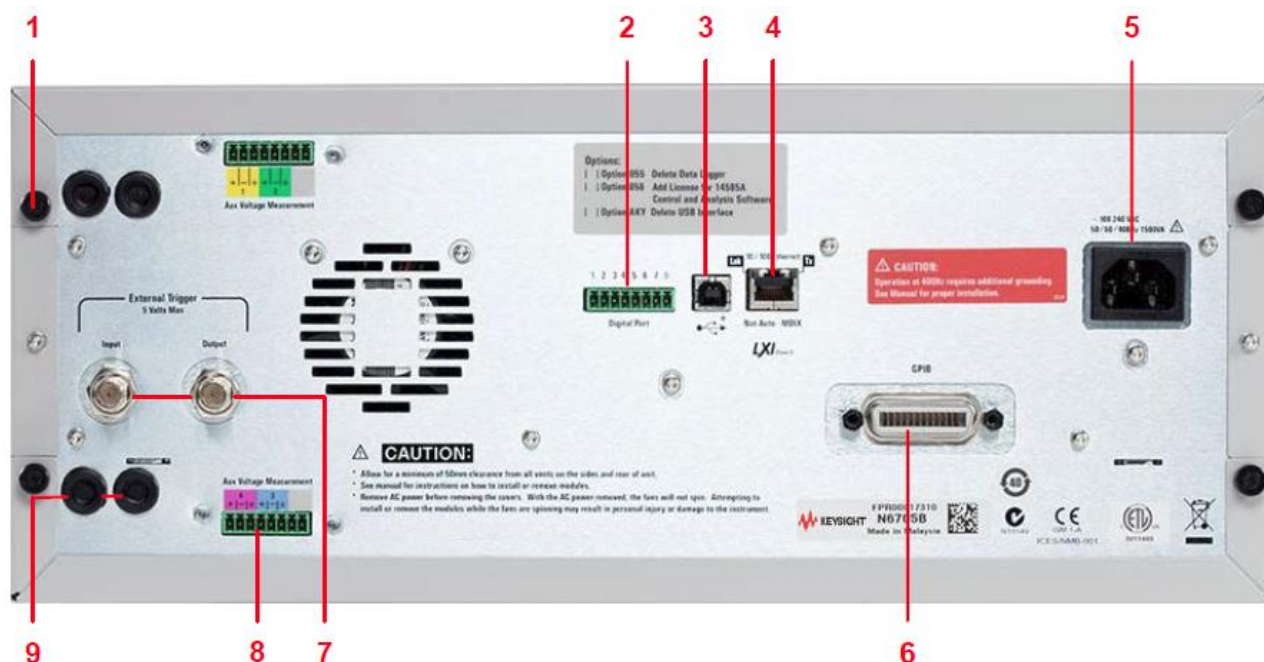
Краткий обзор передней панели



- | | | |
|----|-------------------------------------|--|
| 1 | Выключатель питания | Включение и выключение прибора. |
| 2 | Дисплей | Отображение данных для всех функций прибора — информация меняется в зависимости от выбранной функции. |
| 3 | Клавиши измерения | Выбор функции измерения: экран измерителя, экран осциллографа или регистратор. Клавиша Run/Stop (Запуск/остановка) запускает и останавливает выполнение измерений осциллографом или регистратором. |
| 4 | Клавиши источника | Программирование функции источника: настройки источника или сигнал произвольной формы. Клавиша Arb Run/Stop (Запуск/остановка СПФ) запускает и останавливает функцию сигнала произвольной формы (Arb). |
| 5 | Клавиши Menu, Properties и File | Клавиша Menu (Меню) обеспечивает доступ ко всем элементам управления режимом в иерархическом меню команд. Клавиша Properties (Свойства) позволяет отобразить информацию, специфичную для активного экрана (дублирует соответствующую команду меню). Клавиша File (Файл) позволяет сохранить текущий экран, настройки прибора и результаты измерений. |
| 6 | Клавиши навигации | Перемещение в диалоговом окне управления; выбор элемента управления осуществляется клавишей Enter (Ввод). Клавиша Back (Назад) отменяет значения, введенные в диалоговое окно, и выполняет выход элемента управления. |
| 7 | Клавиши ввода цифр/букв | Служат для ввода числовых и буквенных значений. Клавиши букв автоматически становятся активными в полях, принимающих буквенные символы. Повторные нажатия клавиши выполняют перебор связанных с ней букв. |
| 8 | Кнопки-регуляторы напряжения и тока | Задание напряжения и тока для выбранного выхода. |
| 9 | Клавиши выбора выхода | Позволяют выбрать выход для управления им. Светящаяся клавиша показывает, какой выход выбран. |
| 10 | Аварийный останов | Используется для немедленного отключения всех выходов и прерывания любых сигналов произвольной формы. |
| 11 | Порт для накопителя | Разъем для подключения USB-накопителя. Если установлена опция AKY, разъем отсутствует. |
| 12 | Клавиши включения | Включение и отключение отдельных выходов; когда выход включен, клавиша светится. |
| 13 | Приборные клеммы | Выходные и измерительные клеммы или разъемы типа «банан» (опция RBP) («+» и «-») для всех выходов. |
| 14 | Индикатор «4 Wire» | Показывает, что для данного выхода разрешено 4-проводное измерение напряжения. |

- | | | |
|-----------|---|--|
| 15 | Клавиши включения и отключения всех выходов | Служат для включения и отключения всех выходов в соответствии с заданными задержками включения и отключения. |
| 16 | Элементы управления сигналами | Управление экранами осциллографа и регистратора.
Кнопки-регуляторы в группе Vertical (Вертикальная развертка) служат для управления размером и положением по вертикали. При нажатии кнопки Offset (Смещение) устанавливается маркер 1. Кнопки-регуляторы в группе Horizontal (Горизонтальная развертка) служат для управления размером и положением по горизонтали. При нажатии кнопки Offset (Смещение) устанавливается маркер 2. Кнопка-регулятор Trigger Level (Уровень запуска) сдвигает уровень запуска вверх и вниз. Нажатие этой кнопки-регулятора включает автомасштабирование. |

Краткий обзор задней панели



- | | | |
|---|--------------------------------------|--|
| 1 | Винт крышки | Служит для снятия верхней и нижней крышек при установке модулей питания. |
| 2 | Разъем цифрового порта | 8-контактный разъем для подключения к цифровому порту. Функции порта конфигурируются пользователем. Дополнительные сведения см. в приложении С. |
| 3 | Разъем USB-интерфейса | Используется для подключения к USB-интерфейсу. Может быть запрещен через меню передней панели. Если установлена опция AKY, разъем отсутствует. |
| 4 | Разъем LAN-интерфейса | Используется для подключения к интерфейсу 10/100/1000 Base-T. Левый светодиод показывает активность, правый — целостность подключения. Может быть запрещен через меню передней панели. |
| 5 | Разъем ввода питания пер. напряжения | 3-контактный разъем IEC 320 для подключения к сети пер. напряжения. Шнур питания должен иметь провод заземления. |
| 6 | Разъем GPIB-интерфейса | Используется для подключения к GPIB-интерфейсу. Может быть запрещен через меню передней панели. |
| 7 | Разъемы сигналов запуска | BNC-разъемы для ввода и вывода сигналов запуска. Описание сигналов см. в приложении А. |
| 8 | Разъем доп. измерения напряжения | Разъем для дополнительного измерения напряжения. Присутствует только в базовых блоках Keysight N6705C и используется с модулями питания Keysight N6781A и N6785A. |
| 9 | Вводные отверстия для проводов | Обеспечивают подвод проводов к выходным и измерительным клеммам. Используются для подключения выхода в модулях питания с номинальным током более 20 А. Также используется для модулей питания Keysight N678xA SMU, если требуются чрезвычайно точные измерения или экранирование выхода. |

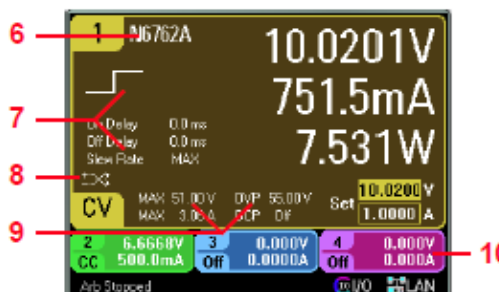
ОСТОРОЖНО! ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ! Шнур питания обеспечивает заземление с помощью третьего провода. Убедитесь, что розетка является трехконтактной и ее соответствующий контакт соединен с заземлением.

Экран измерителя

Нажмите **Meter View**
Эта клавиша позволяет выбрать вид с несколькими или с одним выходом



Вид с несколькими выходами



Вид с одним выходом

- | | | |
|----|-------------------------------------|--|
| 1 | Идентификатор выхода | Идентифицирует выход. Фон выбранного выхода подсвечивается. Выбранный выход можно отобразить увеличенным в виде с одним выходом. |
| 2 | Состояние выхода | Off: выход отключен
CV: выход находится в режиме стабилизации напряжения (CH)
CC: выход находится в режиме стабилизации тока (CT)
Unr: выход находится в нерегулируемом состоянии
CP+, CP-: достигнут положительный или отрицательный предел мощности
CL+, CL-: достигнут положительный или отрицательный предел тока
VL+, VL-: достигнут положительный или отрицательный предел напряжения
OV: сработала защита от перенапряжения
OV-: сработала защита от отрицательного напряжения
OC: сработала защита от сверхтока
OT: сработала защита от перегрева
PF: произошел сбой питания
Inh: получен внешний сигнал запрета
Osc: сработала защита от колебаний на выходе
Prot: сработала защита связанного выхода |
| 3 | Измерители выхода | Отображение фактического выходного напряжения и тока. Отображение мощности на экране с одним выходом. |
| 4 | Настройки выхода | Отображение текущих настроек выходного напряжения и тока для их изменения служат кнопки-регуляторы напряжения и тока на передней панели. Можно также изменить их с помощью цифровой клавиатуры. |
| 5 | Состояние интерфейса | Error — ошибка (нажмите клавишу Menu и выберите Utilities, а затем Error Log)
Lan — локальная сеть подключена и сконфигурирована
IO — активность одного из интерфейсов удаленного подключения |
| 6 | Номер модели | Показывает номер модели модуля питания, подключенного к этому выходу. |
| 7 | СПФ, задержки и скорость нарастания | Отображение СПФ, настроенного для этого выхода. Если СПФ не настроен, сигнал не отображается. Также отображаются настройки задержек включения (On Delay) и отключения (Off Delay) и скорости нарастания (Slew Rate) для выхода. |
| 8 | Смена полярности | Показывает, что была выполнена смена полярности клемм выхода и измерения. |
| 9 | Номиналы и защита | Отображение номинальных значений напряжения и тока для выхода. Также отображает текущую настройку защиты от перенапряжения и показывает, включена ли защита от сверхтока. |
| 10 | Другие выходы | Отображение фактического напряжения, тока и состояния для других выходов. |

Экран осциллографа

Нажмите
Scope View
Эта клавиша
позволяет
выбрать
стандартный
вид или вид
с маркерами



Стандартный вид

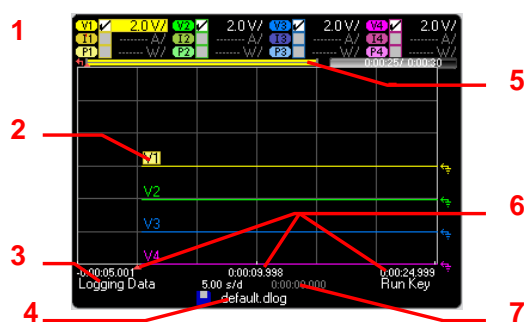


Вид с маркерами

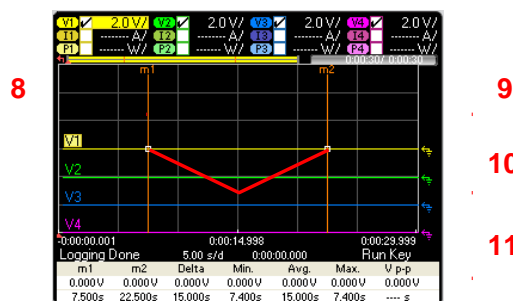
- | | | |
|----|----------------------------|---|
| 1 | Управление осциллограммами | Идентифицирует отображаемую осциллограмму напряжения или тока. Черточки (---) показывают, что данная осциллограмма отключена. Выберите осциллограмму и нажмите клавишу Enter, чтобы включить или отключить ее. |
| 2 | Экран осциллограмм | V1, V2, V3 и V4 — это осциллограммы напряжения. I1, I2, I3 и I4 — это осциллограммы тока. P1 и P2 — это осциллограммы мощности. Нажмите кнопку-регулятор Trigger Level (Уровень запуска), чтобы выполнить автомасштабирование всех следов. |
| 3 | Горизонтальная развертка | Отображение настроек горизонтальной развертки. Настроить их можно кнопками-регуляторами Time/Div (Время/дел) и Offset (Смещение) передней панели, находящимися в группе Horizontal (Горизонтальная развертка). |
| 4 | Состояние осциллографа | Показывает, когда осциллограф простаивает, запущен или ожидает запуска. |
| 5 | Отображаемая область | Выделенный участок показывает, какая часть измерений в настоящее время показана на дисплее. Подстроить размер отображаемой части можно кнопками-регуляторами Time/Div (Время/дел) и Offset (Смещение) в группе Horizontal (Горизонтальная развертка). |
| 6 | Уровень запуска | Определяет уровень сигнала, по которому срабатывает запуск осциллографа. Его можно настроить кнопкой-регулятором Trigger Level (Уровень запуска). |
| 7 | Нулевой уровень | Определяет нулевой уровень для осциллограммы. Его можно настроить кнопкой-регулятором Offset (Смещение) в группе Vertical (Вертикальная развертка). Для начальных вертикальных смещений каждой осциллограммы задаются разные уровни, чтобы предотвратить перекрытие осциллограмм. |
| 8 | Режим запуска | Отображает режим запуска. Его можно выбрать, нажав клавишу Properties (Свойства). |
| 9 | Источник запуска | Отображает источник и уровень сигнала запуска. Voltage 1 указывает, что источником запуска на выходе 1 является уровень напряжения (см. п. 6). |
| 10 | Маркер m1 | Маркер появляется при переходе в вид с маркерами. Маркер настраивается кнопкой-регулятором marker 1. При нажатии этой кнопки выполняется сброс. |
| 11 | Маркер m2 | Маркер появляется при переходе в вид с маркерами. Маркер настраивается кнопкой-регулятором marker 2. При нажатии этой кнопки выполняется сброс. |
| 12 | Точка пересечения | Место, в котором измерительный маркер пересекает сигнал. |
| 13 | Измерения | Показывает вычисленные данные для сигнала между маркером 1 и маркером 2. |

Регистратор данных

Нажмите
Data Logger
Эта клавиша
позволяет
выбрать
стандартный
вид или вид
с маркерами



Стандартный вид



Вид с маркерами

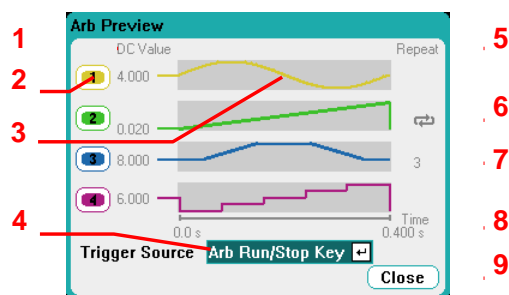
ПРИМЕЧАНИЕ

В модели N6705 с опцией 055 функция регистрации не работает.


- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1 Управление графиками | Идентифицирует отображаемый график напряжения или тока. Черточки (----) показывают, что данный график отключен. Выберите график и нажмите клавишу Enter, чтобы включить или отключить его. |
| 2 Экран графиков | Графики напряжения, тока и мощности Показаны графики для напряжения V1, V2, V3 и V4. Нажмите кнопку-регулятор Trigger Level (Уровень запуска), чтобы выполнить автомасштабирование всех графиков. |
| 3 Состояние | Показывает состояние регистратора: регистрирует данные, завершил регистрацию или пуст. |
| 4 Имя файла | Показывает файл, в который записываются регистрируемые данные. |
| 5 Полоска данных и истекшее время | Показывает ход выполнения регистрации данных. Желтая полоска показывает отображаемые данные. Числа справа показывают прошедшее/общее время. |
| 6 Информация о развертке | Показывает время, оставшееся до точки запуска, время средней линии сетки относительно точки запуска, и время, прошедшее с момента запуска. |
| 7 Запуск | Определяет источник и смещение сигнала запуска. Смещение сигнала запуска задается в % от общей продолжительности, но на дисплее отображается в секундах. |
| 8 Маркер m1 | Маркер появляется при переходе в вид с маркерами. Маркер настраивается кнопкой-регулятором marker 1. При нажатии этой кнопки выполняется сброс. |
| 9 Маркер m2 | Маркер появляется при переходе в вид с маркерами. Маркер настраивается кнопкой-регулятором marker 2. При нажатии этой кнопки выполняется сброс. |
| 10 Точка пересечения | Место, в котором измерительный маркер пересекает сигнал. |
| 11 Измерения | Показывает вычисленные данные для сигнала между маркером 1 и маркером 2. |

Предпросмотр СПФ

Нажмите клавишу **Arb**
В этом диалоговом
окне отображаются
сигналы
произвольной формы,
которые были
сконфигурированы.



Предпросмотр СПФ


- | | | |
|---|---|--|
| 1 | DC Value
(Значение
пост. тока) | В этом столбце отображается текущая настройка выходного напряжения или тока на выходе до запуска СПФ. Значение на выходе будет сброшено до этого уровня после завершения генерации СПФ, если установлен флажок Return to DC Value (Возврат к знач. пост. тока). Если установлен флажок Last Arb Value (Посл. знач. СПФ), значение на выходе останется на последнем запрограммированном уровне СПФ. |
| 2 | Номер выхода | В этом столбце отображается выходной канал, в котором будет запущен соответствующий сигнал. Если надо выбрать СПФ или отредактировать СПФ в каком-либо выходном канале, используйте клавиши навигации, чтобы выбрать этот выход. |
| 3 | Формы сигнала | В этом столбце отображаются сигналы, которые будут запущены на каждом выходе при запуске СПФ. Учтите, что все СПФ будут запускаться одновременно. |
| 4 | Trigger Source
(Источник
запуска) | Этот раскрывающийся список служит для выбора источника запуска для всех сконфигурированных СПФ. |
| 5 | Repeat (Повтор) | В этом столбце показывается, сколько раз будет повторяться сигнал СПФ, если для него был настроен повтор. Если столбец пуст, сигнал произвольной формы будет запущен однократно. |
| 6 |  | Показывает, что сигнал произвольной формы на выходе 2 будет выполняться непрерывно. |
| 7 | 3 | Показывает, что сигнал произвольной формы на выходе 3 будет повторен трижды. |
| 8 | Time (Время) | Показывает время, в течение которого будет выполняться самый долгий сигнал произвольной формы. В этом примере время выполнения всех сигналов произвольной формы одинаково. |
| 9 | Кнопка Close
(Заккрыть) | Закрывает окно предварительного просмотра СПФ и выполняет возврат к просмотру предыдущего измерения. |

Обзор меню передней панели

Пункт меню	Описание
Source Settings ►	
Voltage and Current Settings...	Конфигурирование настроек напряжения и тока, диапазонов и режимов эмуляции.
Protection...	Конфигурирование защиты от перенапряжения и сверхтока. Разрешает связывание выходов, когда при возникновении неисправности на одном из выходов будут отключены ВСЕ выходы. Также выполняет сброс защиты выхода.
Advanced Protection...	Включение/отключение функции запрещающего сигнала.
Output On/Off Delays...	Конфигурирование задержек включения/отключения выходов.
Output On/Off Coupling...	Связывание конкретных выходов для функции включения/отключения и задержек выхода.
Output Grouping...	Группирование одинаковых выходов для параллельной работы выходов.
Advanced...	Конфигурирование дополнительных функций, включая скорость нарастания напряжения, 4-хпроводное измерение и ограничение мощности.
Ratings...	Отображение номинальных выходных значений, серийного номера, версии микропрограммы и информации об опциях модуля питания.
Arb ►	
Arb Preview	Отображение текущего состояния сконфигурированных сигналов произвольной формы (СПФ).
Arb Selection...	Выбор сигналов произвольной формы для каждого выхода. Для настройки выбранного сигнала произвольной формы используйте клавишу Arb Properties (Свойства СПФ).
Meter ►	
All Outputs Meter View	Отображение экрана измерителя для всех выходов.
Single Output Meter View	Отображение экрана измерителя для выбранного выхода.
Meter Properties...	Настройка диапазонов измерения напряжения и тока для экрана измерителя.
Scope ►	
Standard View	Отображение стандартного экрана осциллографа, включая настройки развертки по вертикали и горизонтали и сигнала запуска.
Marker View	Отображение измерительных маркеров и области вычисленных измерений.
Scope Properties...	Конфигурирование осциллограмм и диапазонов измерения напряжения и тока для отдельных выходов. Кроме того, настройка источника запуска, режима и горизонтального смещения.
Marker Properties...	Конфигурирование измерений, отображаемых в нижней части экрана в режиме с маркерами.
Horizontal Properties...	Конфигурирование опорной точки смещения и точек дискретизации по горизонтали.
Datalogger ►	
Standard View	Отображение графика зарегистрированных данных, включая настройки для вертикали, горизонтали и хода выполнения.
Marker View	Отображение измерительных маркеров и области вычисленных измерений.
Datalogger Properties...	Конфигурирование графиков регистратора и диапазонов измерения напряжения и тока для отдельных выходов. Кроме того, конфигурирование продолжительности регистрации данных, периода дискретизации и мин./макс. значений.
File Name Selection...	Задание имени файла для последующей регистрации данных.
Marker Properties...	Конфигурирование измерений, отображаемых в нижней части экрана в режиме с маркерами.
File ►	
Save...	Сохранение состояния прибора или осциллографических измерений.
Load...	Загрузка состояния прибора, осциллографических данных или зарегистрированных данных.

Пункт меню	Описание
Export...	Экспорт осциллографических данных, зарегистрированных данных или определенного пользователем сигнала произвольной формы.
Import...	Импорт пользовательского сигнала произвольной формы.
Screen Capture...	Захват экрана, который был активен в момент нажатия клавиши File (Файл).
File Management...	Доступ к дополнительным файловым функциям: New Folder (Новая папка), Delete (Удалить), Rename (Переименовать), Copy (Копировать), File Details (Сведения о файле).
Reset/Recall/Power-On State...	Сброс прибора до заводских настроек; сохранение/восстановление состояния прибора и задание режима при включении питания.
Utilities ►	
Error Log...	Вывод списка всех сообщений об ошибках.
I/O Configuration ►	
Active LAN Status...	Отображение состояния и активных настроек локальной сети.
LAN Settings...	Конфигурирование LAN-интерфейса.
GPIB/USB...	Конфигурирование GPIB- и USB-интерфейсов.
User Preferences ►	
Front Panel Preferences...	Конфигурирование хранителя экрана, функций клавиш передней панели и начального вида экрана измерителя.
Front panel Lockout...	Блокировка клавиш передней панели с использованием пароля.
Clock Setup...	Настройка внутренних часов.
Administrative Tools ►	
Administrator Login/Logout...	Доступ к защищенным паролем административным функциям.
Calibration ►	Доступ к функциям калибровки.
I/O Access...	Разрешение/запрет LAN-интерфейса, веб-сервера и USB-интерфейса.
Sanitize...	Безопасное удаление всех данных пользователя согласно NISPOМ
Firmware Update...	Установка обновления микропрограммы через разъем Memory (Память) передней панели.
Install Options...	Установка дополнительных микропрограммных опций.
Change Admin Password...	Изменение пароля администратора.
Digital I/O...	Конфигурирование цифрового порта. Каждый из семи контактов этого порта настраивается индивидуально.
Help ►	
Overview...	Краткий обзор.
Quick Start ►	Руководство по быстрому началу работы.
Using the Keysight N6705 ►	Руководство по использованию Keysight N6705.
Using the Utilities ►	Руководство по меню Utilities.
Front Panel Controls ►	Руководство по использованию элементов управления передней панели.
Front Panel Navigation...	Руководство по навигации по передней панели.
Module Capabilities and Ratings	Инструкции по ознакомлению с возможностями и номиналами модуля.
About	Сведения о базовом блоке и установленных модулях.

2 Установка

	<u>Общие сведения</u>	26
	<u>Осмотр модуля</u>	27
	<u>Установка модуля</u>	28
	<u>Подключение шнура питания</u>	33
	<u>Подключение выходов</u>	33
	<u>Подключение BNC-разъемов</u>	44
	<u>Подключение цифрового порта</u>	45
	<u>Подключение дополнительного входа измерения напряжения</u> ...	46
	<u>Подключение к интерфейсам</u>	47
	<u>Обмен данными через LAN</u>	54

В этой главе описывается, как установить анализатор питания постоянного тока. В ней обсуждается его монтаж в стойке и подключение к сети питания.

В этой главе также обсуждается подключение нагрузки к выходным клеммам, требования к проводке, а также последовательные и параллельные соединения.

И, наконец, в ней представлена подробная информация о подключении к интерфейсам GPIB, USB и LAN.

Общие сведения

Модели

Модель Keysight	Описание
N6705C	Базовый блок анализатора питания на 600 Вт пост. тока — без модулей питания
N6715C	Собранная по заказу система анализатора питания постоянного тока — базовый блок с установленными модулями питания
N6731B / N6741B	Модуль питания пост. тока на 50/100 Вт, 5 В, 10/20 А
N6732B / N6742B	Модуль питания пост. тока на 50/100 Вт, 8 В, 6,25/12,5 А
N6733B / N6743B / N6773A	Модуль питания пост. тока на 50/100/300 Вт, 20 В, 2,5/5/15 А
N6734B / N6744B / N6774A	Модуль питания пост. тока на 50/100/300 Вт, 35 В, 1,5/3/8,5 А
N6735B / N6745B / N6775A	Модуль питания пост. тока на 50/100/300 Вт, 60 В, 0,8/1,6/5 А
N6736B / N6746B / N6776A	Модуль питания пост. тока на 50/100/300 Вт, 100 В, 0,5/1/3 А
N6777A	Модуль питания пост. тока на 300 Вт, 150 В, 2 А
N6751A / N6752A	Высокопроизводительный модуль питания пост. тока с автовыбором диапазона на 50/100 Вт
N6753A, N6754A / N6755A, N6756A	Высокоэффективный модуль питания пост. тока с автовыбором диапазона на 300/500 Вт
N6761A / N6762A	Прецизионный модуль питания пост. тока на 50/100 Вт
N6763A, N6764A / N6765A, N6766A	Прецизионный модуль питания пост. тока на 300/500 Вт
N6781A, N6782A, N6784A	Модуль источника/измерения (SMU) на 20 Вт
N6785A, N6786A	Модуль источника/измерения (SMU) на 80 Вт
N6783A-MFG / N6783A-BAT	Модуль питания пост. тока для заряда/разряда АКБ на 18/24 Вт

Опции

Опции базового блока	Описание
AKY	Удаляет USB-разъемы с передней и задней панели.
055	Удаляет функцию регистрации данных.
056	ПО управления и анализа Keysight 14585A
908	Комплект для монтажа в стойку. Для монтажа в 19-дюймовый стоечный шкаф. Также доступен отдельно (артикул 5063-9215).
909	Комплект для монтажа в стойку с ручками. Также доступен отдельно (артикул 5063-9222).

Опции модуля питания

760 ^{ПРИМ. 1,2}	Реле отключения выхода/смены полярности. Отключение выходных и измерительных клемм «+» и «-». Смена полярности выходных и измерительных клемм «+» и «-». Недоступно для N6741B, N6751A, N6752A, N676xA и N678xA SMU.
761 ^{ПРИМ. 1}	Реле отключения выхода. Отключение выходных и измерительных клемм «+» и «-». Доступно для всех модулей питания.
LGA ^{ПРИМ. 3}	Большая логическая матрица. Требуется при использовании модулей N6751A и N6752A в анализаторе питания пост. тока.
UK6	Коммерческая калибровка с данными результатов тестирования.
1A7	Сертификат калибровки ISO 17025.
2UA	Диапазон измерения тока 200 мкА с реле отключения выхода. Только для модулей N6761A и N6762A.

¹ На выходных клеммах всегда присутствует небольшое напряжение переменного тока.

² Для модулей N6742B и N6773A выходной ток ограничен 10 А при установке опции 760

³ На момент выхода данного руководства все выпускаемые модули N6751A/N6752A имеют опцию LGA в стандартной комплектации.

Комплектность поставки

Позиции базового блока	Описание	Артикул
Шнур питания	Кабель питания, соответствующий вашему местоположению.	Свяжитесь с офисом продаж и поддержки Keysight
Цифровой разъем-вставка	8-контактный разъем для подключения сигнальных линий к цифровому порту.	Keysight 1253-6408 Phoenix Contact MC 1,5/8-ST-3,5
Разъем-вставка для дополнительных измерений (2)	8-контактные разъемы-вставки для подключения дополнительных измерительных входов. Используется только с Keysight N6781A и N6785A.	Keysight 1253-6408 Phoenix Contact MC 1,5/8-ST-3,5
Запасные резиновые втулки	Две запасные резиновые втулки для выходных и измерительных проводов, подключаемых к задней панели.	Keysight 0400-1009
Компакт-диск для автоматической установки	Содержит набор Keysight IO Libraries Suite.	Keysight E2094R
Руководство по быстрому началу работы	Руководство, облегчающее быстрое начало работы.	Keysight N6705-90005
Отвертка T-10 Torx	Звездобразная отвертка для установки и снятия модулей питания.	Keysight 8710-2416

Комплектность модулей при поставке

Позиции базового блока	Описание	Артикул
Выходной разъем-вставка на 8 А	Один 8-контактный разъем-вставка на 8 А для подключения нагрузочных и измерительных проводов. Используется только с N678xA SMU.	Keysight 1253-6408 Phoenix Contact MC 1,5/8-ST-3,5
Выходной разъем-вставка на 12 А	Один 4-контактный разъем-вставка на 12 А для подключения нагрузочных и измерительных проводов. Используется со всеми модулями, исключая N6731B, N6741B, N6753A–N6756A, N6763A–N6766A, N6773A и N678xA SMU.	Keysight 1253-5826 Phoenix Contact MSTB 2,5/4-STF
Выходной разъем-вставка на 20 А	Один 4-контактный разъем-вставка на 20 А для подключения нагрузочных и измерительных проводов. Используется только с N6731B, N6741B, N6754A, N6756A, N6764A, N6766A, N6773A.	Keysight 1253-6211 Phoenix Contact PC 4/4-ST-7,62
Выходной разъем-вставка на 50 А	Один 2-контактный разъем-вставка на 50 А для подключения нагрузочных проводов. Используется только с N6753A, N6755A, N6763A, N6765A.	Keysight 1253-7187 Molex 39422-0002
Разъем-вставка для дополнительных измерений	2-контактный разъем-вставка для подключения дополнительных измерительных входов. Используется только с N6781A и N6785A.	Keysight 1253-8485 Phoenix Contact FMC 1,5/2-ST-3,5
Короткие измерительные перемычки	Две короткие перемычки для локального измерения на выходных клеммах. Используется со всеми модулями, исключая N6731B, N6741B, N6753A–N6756A, N6763A–N6766A, N6773A и N678xA SMU.	Keysight 8120-8821 Phoenix Contact EPB 2-5(1733169)
Длинные измерительные перемычки	Две длинные перемычки для локального измерения на выходных клеммах. Используется только с N6731B, N6741B, N6754A, N6756A, N6764A, N6766A, N6773A.	Keysight 0360-2935 Phoenix Contact 3118151
Измерительный разъем	4-контактный разъем для подключения измерительных проводов. Для локального измерения используются перемычки (артикул 5185-8847). Используется только с N6753A, N6755A, N6763A, N6765A.	Keysight 1253-5830 Phoenix Contact MC 1,5/4-ST-3,5
Сертификат калибровки модуля	Сертификат калибровки, привязанный к серийному номеру.	Н/Д

Осмотр прибора

После получения анализатора питания осмотрите его на отсутствие явных повреждений, полученных во время транспортировки. При наличии повреждений немедленно известите об этом транспортную компанию и ближайшее отделение продаж и поддержки компании Keysight. См. веб-страницу www.keysight.com/find/assist.

До тех пор, пока не проверите анализатор питания, не выбрасывайте транспортировочную коробку и упаковочные материалы на случай, если устройство будет необходимо вернуть. Проверьте список в разделе «Комплектность поставки» и убедитесь, что получили эти позиции со своим прибором. В случае отсутствия какой-либо позиции свяжитесь с ближайшим офисом продаж и поддержки компании Keysight.



Установка прибора

Сведения по технике безопасности

Этот анализатор питания пост. тока имеет класс защиты 1, что означает наличие у него клеммы защитного заземления. Эта клемма должна быть подключена к системе заземления через сеть питания, имеющую заземленную розетку.

Общие сведения о безопасности см. на странице «Сведения о технике безопасности». Перед установкой и эксплуатацией проверьте анализатор питания пост. тока и прочтите это руководство для ознакомления с предупреждениями и инструкциями, связанными с безопасностью. Предупреждения о безопасности в отношении конкретных процедур приведены в соответствующих местах этого руководства.

ОСТОРОЖНО! Некоторые модели генерируют напряжения более 60 В пост. тока. Убедитесь, что клеммы прибора, провода нагрузки и клеммы нагрузки изолированы или закрыты, чтобы избежать случайного попадания под смертельное выходное напряжение.

Окружающая среда

ОСТОРОЖНО! Эксплуатация модуля при наличии в воздухе горючих газов или паров не допускается.

Условия окружающей среды для безопасной работы прибора описаны в приложении А. В основном прибор должен эксплуатироваться только в закрытом помещении и в контролируемой среде.

Размеры прибора и его габаритный чертеж приведены в приложении А. Вентиляторы охлаждают анализатор мощности пост. тока, забирая воздух сбоку и выбрасывая его через противоположную и заднюю стенки. Модуль должен устанавливаться в месте с достаточным свободным пространством по сторонам и сзади модуля для обеспечения надлежащей циркуляции воздуха.

Очистка

ОСТОРОЖНО! ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ Перед очисткой модуля отключайте его, чтобы избежать опасности поражения током.

Для очистки внешних деталей корпуса используйте сухую или слегка смоченную водой ткань. Не используйте моющие средства и химические растворители. Не пытайтесь чистить внутренние компоненты.

Местоположение модулей питания

Местоположение модулей питания внутри базового блока определяет их соответствие выходам на передней панели. Чтобы просмотреть назначение модулей/выходов, включите модуль, нажмите клавишу **Settings** (Настройки), а затем клавишу **Properties** (Свойства). Модули питания будут перечислены ниже соответствующего выходного канала.

Выходы, не подключенные к модулю питания, не будут отображаться на экране измерителя.

Установка модуля питания

ПРИМЕЧАНИЕ

Информация, приведенная в этом разделе, необходима в случае покупки базового блока N6705C без модулей питания и при добавлении модуля питания в базовый блок.

ВНИМАНИЕ!

Перед установкой и снятием модулей питания выключайте базовый блок и отсоединяйте шнур питания. Перед работой с электронными компонентами соблюдайте все стандартные меры защиты от электростатического разряда.

Необходимые инструменты: отвертка T10 Torx; небольшая плоская отвертка; шестигранный ключ 5,5 мм.

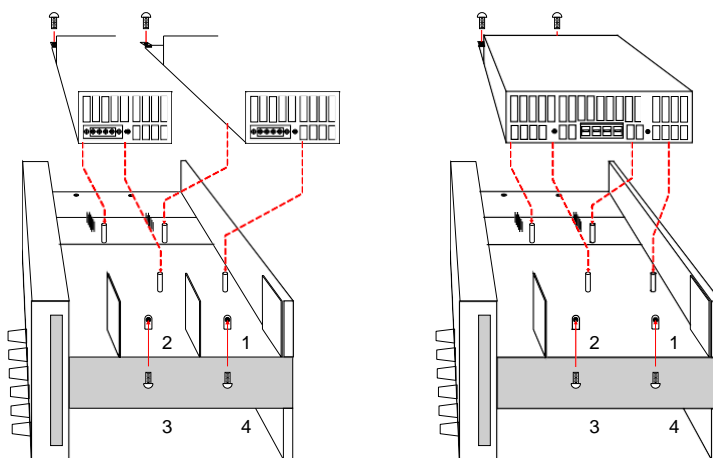
Предупреждение о микропрограмме. Более новые модули питания можно устанавливать только в базовые блоки N6705C с микропрограммой последней версии. Дополнительную информацию см. в разделе «Обновления» в начале этого руководства. Если базовый блок имеет последнюю версию микропрограммы, установите модуль питания. Если нет, сначала загрузите из Интернета микропрограмму последней версии и установите ее.

Шаг 1. Снимите верхнюю и боковые крышки.

Для снятия крышек выверните винты с рифленной головкой. Переверните модуль и снимите нижнюю крышку.

Шаг 2. Поместите модуль питания в базовый блок.

Совместите модуль с контактами разъема и аккуратно надавите на модуль, чтобы он сел на разъем. Завинтите винты на каждом конце модуля питания. Момент затяжки винтов составляет 9 фунтов/дюйм (161 кг/м).



ПРИМЕЧАНИЕ

При установке модуля питания двойной ширины сначала снимите центральный дефлектор. Для снятия верхнего дефлектора используйте отвертку T10 Torx, а для снятия нижнего — шестигранный ключ 5,5 мм. Поместите дефлектор в отсек для хранения на противоположном конце модуля. Модуль питания двойной ширины можно подключать только к выходу 1 или 3.

Шаг 3. Подключите жгут проводов к передней панели.

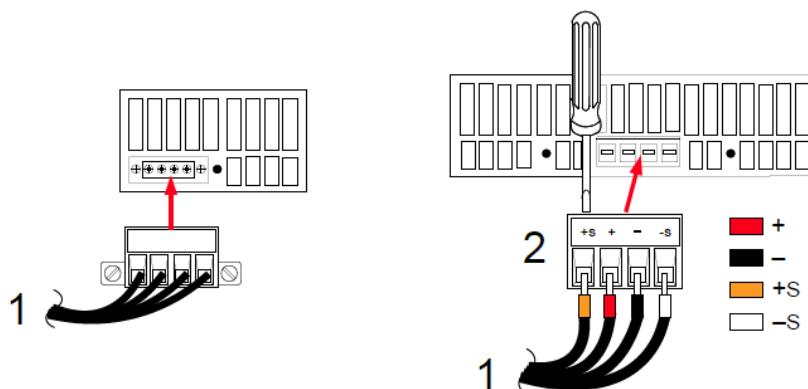
Для модулей питания с выходными разъемами на 12 А

Просто вставьте разъем-вставку на 12 А в модуль питания. Затяните стопорные винты разъема.

Для модулей питания с выходными разъемами на 20 А

Снимите со жгута проводов разъем-вставку на 12 А и установите прилагаемый к модулю питания разъем-вставку на 20 А. Соблюдайте цветовую кодировку выходов. Затяните все винты разъема. Вставьте разъем в модуль.

1. К приборным клеммам передней панели
2. 20-амперный разъем



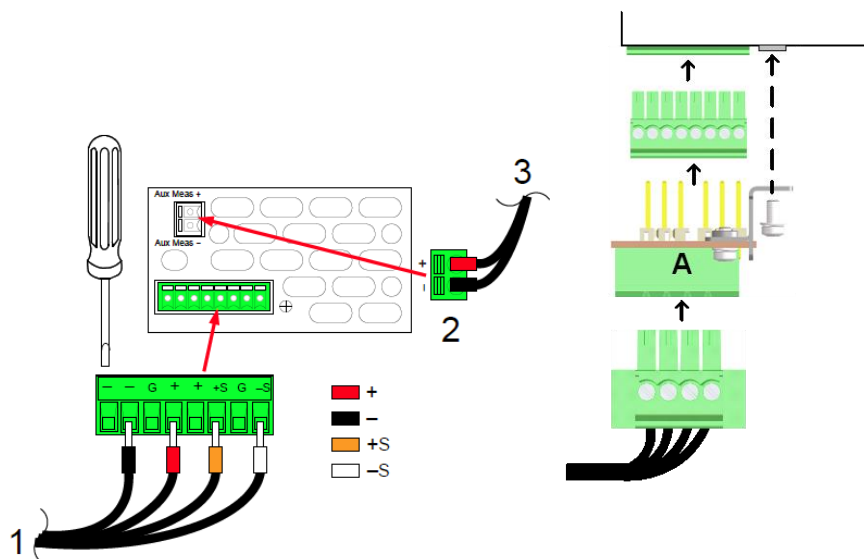
В случае модулей питания с выходными разъемами на 50 А
см. раздел «Сильноточные подключения».

Для модулей питания Keysight N678xA SMU

Снимите со жгута проводов разъем-вставку на 12 А и установите прилагаемый к модулю питания 8-контактный разъем-вставку. Подключите кабели к выходному разъему передней панели, как показано на рисунке. Соблюдайте цветовую кодировку выходов. Затяните все винты разъема.

В случае моделей N6781A и N6785A подключите также вспомогательный измерительный кабель. Извлеките кабель из отсека для хранения на задней панели и подстыкуйте его разъем к модулю питания. Цветовая кодировка кабеля соответствует цвету метки разъема Aux Meas на задней панели.

1. К приборным клеммам передней панели
 2. Разъем для доп. измерений
 3. К разъему на задней панели
- A. Адаптер A требуется только для базовых блоков N6705A



Шаг 4. Завершите установку.

Поместите неиспользуемые кабельные жгуты в зажимное кольцо, расположенное между модулями питания и передней панелью. Установите верхнюю и боковые крышки. Вставьте крышки на место и затяните винты с рифленой головкой.

Подключение силовоточного выхода

ПРИМЕЧАНИЕ Эта информация касается только модулей питания с номинальным током 50 А.

ВНИМАНИЕ! Не подключайте кабельную сборку передней панели к силовоточному выходу модуля питания. Поскольку приборные клеммы передней панели рассчитаны на максимальный ток 20 А, их нельзя использовать с приведенными выше моделями.

Силовоточные нагрузочные провода (50 А) пропускаются через входные отверстия задней панели Keysight N6705C. Эти входные отверстия имеют тонкую резиновую мембрану, которую можно проколоть нагрузочными проводами.

Для подключения к выходным и измерительным разъемам силовоточного модуля питания необходимо использовать *предоставляемые пользователем* нагрузочные и измерительные провода.

Шаг 1. Проложите нагрузочные провода через заднюю панель.

Протолкните провода силовоточной нагрузки через входное отверстие задней панели. Если используется дистанционное измерение, пропустите измерительные провода через второе входное отверстие. Переплетите каждую пару проводов.

Шаг 2. Подключите провода к модулю питания.

Подключите нагрузочные провода к выходному разъему модуля питания, как показано на рисунке. Подключите измерительные провода к измерительному разъему.

Шаг 3. Завершите установку.

Поместите неиспользуемые кабельные жгуты в зажимное кольцо, расположенное между модулями питания и передней панелью. Установите верхнюю и боковые крышки. Вставьте крышки на место и затяните винты с рифленой головкой.

1. Выходной разъем на 50 А
2. Измерительный разъем
3. Переплести провода
4. К нагрузке

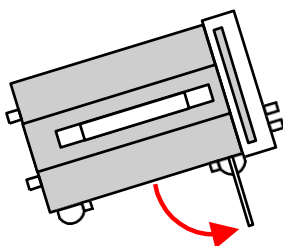


Установка на столе

ВНИМАНИЕ! Не перекрывайте боковые отверстия для всасывания и выброса воздуха и заднее отверстие для его выброса. См. габаритный чертеж в приложении А.

Минимальные зазоры, необходимые при работе на столе, должны составлять не менее 25 мм по бокам и не менее 75 мм сзади прибора.

Для улучшения видимости дисплея и облегчения доступа к приборным клеммам можно поставить прибор наклонно, откинув вниз ножку.



Установка в стойку

ВНИМАНИЕ! Чтобы установить прибор в стойку, используйте комплект для монтажа в стойку (опция 908 или опция 909 с ручками). Инструкции по установке прилагаются к комплекту для монтажа в стойку.

Универсальные базовые блоки анализатора питания пост. тока N6705C можно устанавливать в 19-дюймовый стоечный шкаф EIA. Они занимают место для четырех стоечных модулей (4U).

Перед установкой в стойку снимите ножки. Не перекрывайте отверстия для всасывания и выброса воздуха на боковых и задней поверхностях модуля.

Работа при 400 Гц

Требуется дополнительное заземление

При питании модуля от сети переменного тока частотой 400 Гц ток утечки модуля превышает 3,5 мА. Для этого требуется создание дополнительного постоянного заземления шасси прибора. Это гарантирует, что заземление будет подключено всегда и что любой ток утечки будет перенаправлен в землю. Инструкции по установке см. ниже, в разделе «Подключение BNC-разъемов» этой главы.

Коэффициент мощности

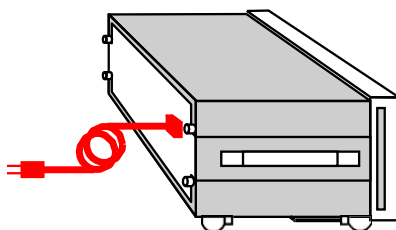
Сведения о коэффициенте мощности при работе с частотой 400 Гц см. в приложении А.

Подключение шнура питания

ОСТОРОЖНО! ОПАСНОСТЬ ПОЖАРА! Используйте только шнур питания, полученный вместе с прибором. Использование шнуров питания другого типа может привести к их перегреву, вследствие чего может произойти возгорание.

ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ! Шнур питания обеспечивает заземление с помощью третьего провода. Убедитесь, что розетка является трехконтактной и что ее соответствующий контакт соединен с заземлением.

Шнур питания подключается к разъему IEC 320 на задней панели прибора. Если с прибором был поставлен неподходящий шнур питания, обратитесь в ближайший офис продаж и технической поддержки Keysight.



На задней панели прибора расположен универсальный разъем питания от сети переменного тока. Он предназначен для подключения к сети переменного тока с номинальным напряжением от 100 до 240 В. Частота сети может быть равной 50, 60 и 400 Гц.

ПРИМЕЧАНИЕ Съёмный шнур питания может быть использован для аварийного отключения. Отсоедините шнур питания для отключения прибора от электросети.

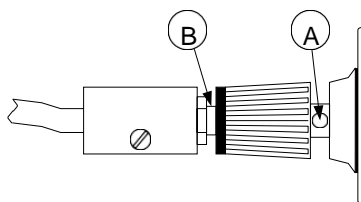
Подключение выходов

ОСТОРОЖНО! ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ! Перед выполнением подключения на передней и задней панелях отключите все выходы. Все провода и перемычки должны быть надлежащим образом подключены к надежно затянутым приборным клеммам.

Некоторые модели генерируют напряжения более 60 В пост. тока. Убедитесь, что клеммы прибора, провода нагрузки и клеммы нагрузки изолированы или закрыты, чтобы избежать случайного попадания под смертельное выходное напряжение.

Подключение к приборным клеммам в точке (A) должно выполняться проводами калибром не более AWG 14. Надежно закрепляйте все провода, затягивая приборные клеммы от руки. С целью обеспечения удобства приборная клемма заземления шасси находится на передней панели. Кроме того, подключение может выполняться штекерами типа «банан», вставленными в гнезда (B) приборных клемм.

Максимально
допустимый ток:
(A) = 20 A
(B) = 15 A



Сечение и длина проводов

ОСТОРОЖНО! ОПАСНОСТЬ ПОЖАРА! Выбирайте провода, сечение которых позволяет выдержать ток короткого замыкания без перегрева (см. таблицу ниже). Для удовлетворения требований техники безопасности нагрузочные провода должны иметь большое сечение во избежание перегрева при протекании по ним тока короткого замыкания источника питания. Требования к электропроводке для Keysight N678xA SMU описаны отдельно.

Помимо температуры при выборе сечения провода необходимо учитывать падение напряжения на нем. В следующей таблице приведено сопротивление проводов разного сечения и их максимальная длина, позволяющая ограничить падение напряжения в проводе до 1,0 В при различных токах.

Учтите, что минимальное сечение провода, необходимое для предотвращения перегрева, может быть недостаточно большим для предотвращения срабатывания защиты от перенапряжения или надежного регулирования выхода. В большинстве случаев нагрузочные провода также должны быть достаточно толстыми, чтобы падение напряжения в каждом проводе не превышало 1,0 В.

Чтобы предотвратить нежелательное срабатывание защиты от перенапряжения, выбирайте провода, сечение которых позволяет пропускать полный выходной ток устройства независимо от тока, потребляемого нагрузкой, или от заданного предела тока.

Сопротивление нагрузочного провода также является важным для обеспечения стабильности прибора в режиме стабилизации напряжения при дистанционном измерении и емкостных нагрузках. Если ожидается высокая емкость нагрузки, нельзя использовать длинные нагрузочные провода, калибр которых больше AWG 12–14.

Размер провода	Допустимый ток в амперах для многожильного медного провода		Сопротивление	Макс. длина, позволяющая ограничить падение напряжения в проводе до 1 В			
				Для 5 А	Для 10 А	Для 20 А	Для 50 А
AWG	2 провода в жгуте	4 провода в жгуте	Ом/фут	Длина провода в футах			
20	7,8	6,9	0,0102	20	x	x	x
18	14,5	12,8	0,0064	30	15	x	x
16	18,2	16,1	0,0040	50	25	x	x
14	29,3	25,9	0,0025	80	40	20	x
12	37,6	33,2	0,0016	125	63	30	x
10	51,7	45,7	0,0010	200	100	50	20
8	70,5	62,3	0,0006	320	160	80	32
6	94	83	0,0004	504	252	126	50
Сечение в мм ²	2 провода в жгуте	4 провода в жгуте	Ом/м	Длина провода в метрах			
0,5	7,8	6,9	0,0401	5	x	x	x
0,75	9,4	8,3	0,0267	7,4	x	x	x
1	12,7	11,2	0,0200	10	5	x	x
1,5	15,0	13,3	0,0137	14,6	7,2	x	x
2,5	23,5	20,8	0,0082	24,4	12,2	6,1	x
4	30,1	26,6	0,0051	39,2	19,6	9,8	3,9
6	37,6	33,2	0,0034	58	29	14,7	5,9
10	59,2	52,3	0,0020	102	51	25	10,3

Примечания: 1. Нагрузочная способность проводов AWG взята из MIL-W-5088B. Макс. окружающая температура: 55 °C. Макс. температура провода: 105 °C.

2. Нагрузочная способность метрических проводов взята из публикации IEC № 335-1.

3. Нагрузочная способность алюминиевых проводов составляет примерно 84 % от таковой для медных проводов.

4. Символ «х» означает, что данный провод не выдерживает максимальный выходной ток модуля питания.

5. С учетом индуктивности проводов рекомендуется также, чтобы нагрузочные провода были либо скручены, либо экранированы, либо связаны вместе и имели длину менее 50 футов (14,7 м).

Требования к проводке для Keysight N678xA SMU

ПРИМЕЧАНИЕ По причине индуктивности проводов информация о длине провода, приведенная в предыдущей таблице, не применима для Keysight N678xA SMU.

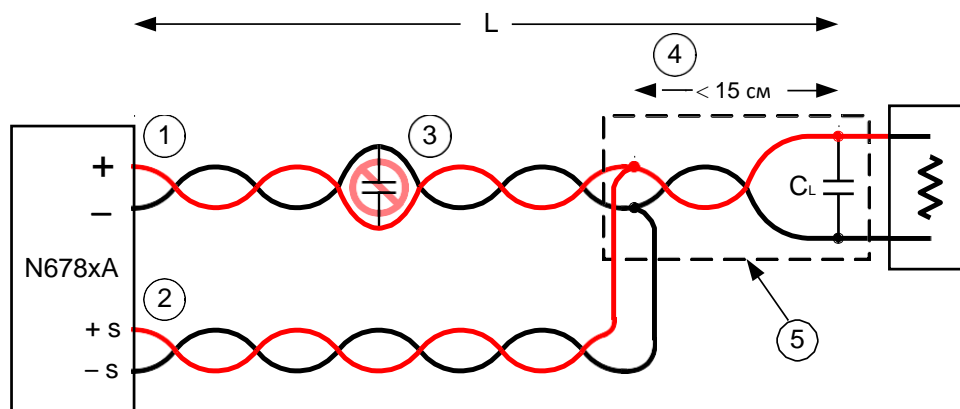
Чтобы минимизировать влияние индуктивности, в следующей таблице приведены допустимые длины нагрузочных и измерительных проводов для распространенных типов кабелей. Использование более длинных (или более коротких) кабелей, чем приведенные в таблице, может привести к возникновению колебаний на выходе.

Тип кабеля	К клемме передней панели N6705C		К разъему модуля N678xA	
	Длина в футах	Длина в метрах	Длина в футах	Длина в метрах
Витая пара (AWG 14 или менее)	От 0 до 3,25 фута	От 0 до 1 м	От 1 до 4,25 фута	От 0,3 до 1,3 м
50-омный коаксиальный кабель (RG-58)	От 0 до 6,5 фута	От 0 до 2 м	От 2 до 10 футов	От 0,6 до 3 м
10-омный коаксиальный кабель (индуктивность 1 фута кабеля ≤ 32 нГ)	От 0 до 26 футов	От 0 до 8 м	От 8,5 до 33 футов	От 2 до 10 м

Широкополосные режимы с дистанционным измерением

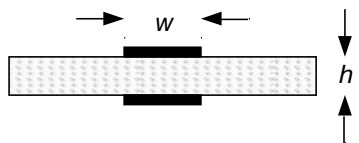
При использовании моделей Keysight N678xA SMU в режимах с широкой полосой пропускания и с дистанционным измерением к электропроводке применяются следующие требования.

Дополнительную информацию о настройках полосы пропускания см. в разделе «Полоса пропускания выхода» главы 6.



- 1) Нагрузочные провода должны быть витой парой или коаксиальным кабелем и *не должны* свиваться вместе с измерительными проводами. Длины (L) приведены в таблице выше.
- 2) Измерительные провода должны быть витой парой или коаксиальным кабелем и *не должны* свиваться вместе с нагрузочными проводами.
- 3) Использование конденсаторов на участке нагрузочных проводов, скомпенсированном измерительными проводами, не допускается.
- 4) Если нагрузочный конденсатор (C_L) находится не в точке измерения, участок от точки измерения до нагрузочного конденсатора не должен быть длиннее 15 см и должен быть выполнен витой парой, коаксиальным кабелем или печатными дорожками.
- 5) Если тестовая оснастка имеет печатную плату, положительная и отрицательная печатные дорожки должны находиться в соседних печатных слоях друг напротив друга.

Для уменьшения индуктивности ширина печатных дорожек (w) должна быть *минимум* такой же, что и толщина диэлектрика (h). Предпочтительно делать дорожки намного шире этого минимального значения, чтобы минимизировать сопротивление постоянного тока.



Узкополосные режимы с дистанционным или локальным измерением

В узкополосном режиме действуют все ранее приведенные требования к проводке, кроме следующего.

В узкополосном режиме не действует ограничение максимального расстояния между точкой измерения и конденсатором нагрузки до 15 см (см. п. 4).

Экранированное соединение

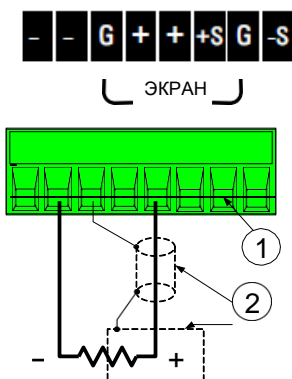
Экранирование кабеля предназначено для нейтрализации эффекта тока утечки, который может существовать в цепи тока внешней тестовой схемы. Экранирование кабеля может использоваться, когда требуется экранирование измерительной оснастки, а анализатор питания постоянного тока генерирует или измеряет постоянный ток менее 1 мкА. Без экранирования токи утечки в испытательной цепи могут повлиять на точность измерения микроамперных токов. Экранирование обычно не требуется при измерении токов 1 мкА и выше.

ПРИМЕЧАНИЕ

При использовании экрана нельзя использовать для подключения приборные клеммы передней панели. Необходимо проложить ВСЕ провода (экран, нагрузочные и измерительные провода) через вводные отверстия задней панели базового блока N6705C. Для получения дополнительной информации см. схему в разделе «Подключение сильноточного выхода». Эти вводные отверстия также могут использоваться, когда требуются чрезвычайно точные измерения выходных значений.

Как показано ниже, контакты для кабельных экранов имеются на внутреннем разъеме Keysight N678xA SMU. Эти контакты обычно используются для подключения экранов кабелей и тестовых оснасток. Они обеспечивают буферное напряжение с тем же потенциалом, что и на плюсовых выходных контактах разъема модуля. Ток через экран ограничивается величиной примерно 300 мкА.

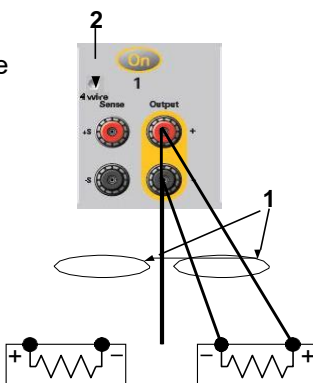
1. Внутренний разъем N678xA SMU
2. Защитный экран (это может быть оплетка коаксиального кабеля)



Подключение нескольких нагрузок

При подключении нескольких нагрузок к одному выходу, подключайте каждую нагрузку к выходным клеммам с помощью отдельных проводов, как показано на следующем рисунке.

1. Переплести провода
2. 4-проводное измерение отключено (индикатор не горит)



Это позволит минимизировать взаимные помехи и полностью использовать низкий выходной импеданс анализатора питания пост. тока. Делайте каждую пару проводов как можно короче и свивайте или связывайте их, чтобы уменьшить их индуктивность и снизить уровень наводимых помех. Чтобы минимизировать эффект индуктивности проводов нагрузки, длина каждого из них не должна превышать 14,7 метра (50 футов).

Модели Keysight N678xA SMU предъявляют дополнительные требования к проводке, описанные в разделе «Требования к проводке для Keysight N678xA SMU».

Если из-за особенностей нагрузки требуется использовать клеммы распределительной коробки, размещенной на удалении от прибора, соединение выходных клемм с клеммами удаленной распределительной коробки выполняйте парами витых или связанных проводов. Каждую нагрузку подключайте к клеммам распределительной коробки отдельными проводами. В таких условиях рекомендуется выполнять 4-проводное измерение. Лучше всего выполнять дистанционное измерение на клеммах удаленной распределительной коробки или прямо на той нагрузке, которая является более важной, чем другие.

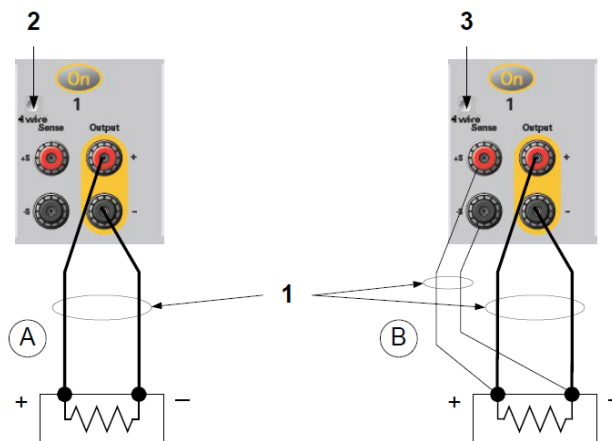
4-проводное подключение

Анализатор мощности пост. тока содержит встроенные реле, которые соединяют плюсовые измерительные клеммы с соответствующими выходными клеммами или отсоединяют их. При поставке измерительные клеммы внутренне соединены с выходными клеммами. Это необходимо для выполнения локального измерения.

4-проводное, или дистанционное, измерение повышает точность регулировки напряжения на нагрузке, измеряя напряжение на нагрузке, а не на выходных клеммах. Оно автоматически компенсирует падение напряжения в проводах нагрузки, что особенно полезно для работы в режиме стабилизации напряжения (СН) с нагрузками, импеданс которых изменяется, или при существенном сопротивлении нагрузочных проводов. Поскольку дистанционное измерение не зависит от других функций анализатора питания пост. тока, оно может использоваться независимо от того, как запрограммирован прибор. На работу в режиме стабилизации тока (СТ) дистанционное измерение не влияет.

На следующих рисунках показаны подключения нагрузки с использованием местного измерения (A) и 4-проводного дистанционного измерения (B). Когда индикатор 4-wire (4 провода) над клеммами измерения горит, это указывает на то, что клеммы измерения должны быть соединены проводами с нагрузкой.

1. Переплести провода
2. 4-проводное измерение отключено (индикатор не горит)
3. 4-проводное измерение включено (индикатор горит)

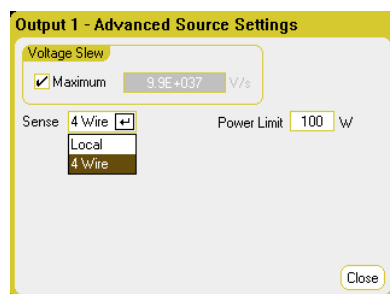


Нагрузку к выходным клеммам подключайте отдельными проводами. Делайте каждую пару проводов как можно короче и свивайте или связывайте их вместе, чтобы уменьшить их индуктивность и снизить уровень наводимых помех. Чтобы минимизировать эффект индуктивности проводов нагрузки, длина каждого из них не должна превышать 14,7 метра (50 футов).

Подключайте измерительные провода как можно ближе к нагрузке. НЕ связывайте пару измерительных проводов в один жгут с проводами нагрузки; прокладывайте их отдельно от проводов нагрузки. Измерительные провода пропускают ток всего в несколько миллиампер и могут быть более тонкими, чем нагрузочные провода. Однако падение напряжения в измерительных проводах может снизить точность регулировки напряжения прибора. Сопротивление каждого провода должно составлять менее 0,5 Ом (при длине 50 футов (14,7 м) используйте провод AWG 20 или более толстый).

Для Keysight N678xA SMU при использовании любого из широкополосных режимов, описанных в главе 6, требуется дистанционное измерение. Эти модели также предъявляют дополнительные требования к проводке, описанные в разделе «Требования к проводке для Keysight N678xA SMU».

После включения устройства активируйте 4-проводное дистанционное измерение напряжения. Для этого нажмите клавишу Settings (Настройки). Выберите кнопку Advanced (Дополнительно). В разворачивающемся списке Sense (Измерение) выберите 4-Wire (4 провода).



Разрыв измерительной цепи

Измерительные провода являются частью цепи обратной связи для выхода. Подключайте их так, чтобы они не могли случайно отсоединиться. Анализатор питания пост. тока имеет защитные резисторы, которые снижают влияние разрыва измерительной цепи при четырехпроводном измерении. Если во время дистанционного измерения измерительная цепь разорвется, выход вернется в режим локального измерения, а напряжение на выходных клеммах поднимется примерно на 1 % выше запрограммированного.

Особенности защиты от перенапряжения

При настройке точки срабатывания защиты от перенапряжения (ЗПН) необходимо учитывать любое падение напряжения в нагрузочных проводах. Это связано с тем, что схема ЗПН измеряет напряжение на выходных клеммах, а не на клеммах измерения. По причине падения напряжения в проводах нагрузки напряжение, измеренное схемой ЗПН, может быть выше, чем напряжение на нагрузке.

Учтите, что в моделях N678xA SMU схема ЗПН выполняет измерение напряжения на 4-проводных измерительных клеммах, а не на выходных клеммах. Это позволяет более точно контролировать перенапряжение непосредственно на нагрузке. Так как некорректное подключение измерительных клемм может привести к потере этой возможности, для этих моделей также предусмотрена резервная «локальная» функция ЗПН.

Эта локальная функция ЗПН отслеживает запрограммированную настройку ЗПН и срабатывает, если напряжение на выходных клеммах «+» и «-» превышает значение настройки ЗПН более чем на 1,5 В. Локальная ЗПН также срабатывает, если напряжение на выходных клеммах «+» и «-» на 1,5 В превышает верхнюю границу любого из диапазонов напряжения (например, становится более 21,5 В в диапазоне 20 В).

Сведения о помехах на выходе

Любые помехи, наводимые в измерительных проводах, также появляются на выходе источника питания и могут негативно влиять на регулировку нагрузки в режиме СН. Уровень наводимых помех можно снизить путем скручивания измерительных проводов. В средах с очень высоким уровнем помех может потребоваться экранирование измерительных проводов. Заземляйте экран со стороны анализатора питания пост. тока и не используйте экран в качестве одного из измерительных проводов.

Характеристики шума, приведенные в «Руководстве по характеристикам семейства модульных систем питания Keysight N6700», применяются к выходным клеммам при использовании локального измерения. Тем не менее, в нагрузке могут возникать переходные процессы напряжения, вызванные наведенным в проводах шумом или переходными процессами тока нагрузки, действующими на индуктивность и сопротивление нагрузочного провода. Если необходимо, чтобы уровни переходного процесса напряжения были минимальными, установите параллельно нагрузке (вблизи нее) алюминиевый или танталовый конденсатор емкостью примерно 10 мФ на 1 фут (30,5 см) длины провода нагрузки.

Параллельное подключение

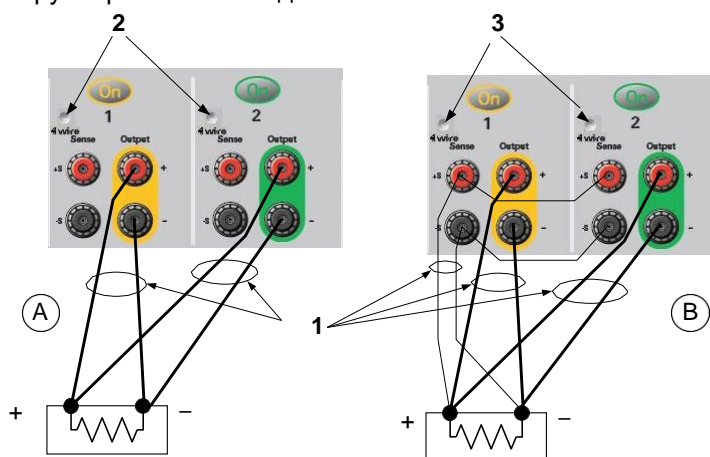
ВНИМАНИЕ!

Соединять параллельно можно только те выходы, которые имеют одинаковые значения напряжения и тока. Модели Keysight N678xA SMU можно подключать параллельно, но ТОЛЬКО при работе в режиме приоритета тока. Работа в режиме приоритета напряжения не допускается. Группировка выходов недоступна.

Параллельное подключение выходов позволяет подавать в нагрузку больший ток, чем в случае одного выхода. На следующих рисунках показано, как подключать два выхода параллельно. На рисунке слева показано локальное измерение. Если важно учитывать падение напряжения в нагрузочных проводах, на рисунке справа показано, как подключить измерительные провода непосредственно к нагрузке (4-проводное измерение).

После параллельного подключения выходов их можно сконфигурировать («сгруппировать»), чтобы они функционировали как один, более мощный, выход. Это достигается путем программирования с передней панели или с помощью SCPI-команд. Группирование выходов, подключенных параллельно, обсуждается в разделе «Группирование выходов» главы 6.

1. Свить провода
2. 4-проводное измерение отключено (индикатор не горит)
3. 4-проводное измерение включено (индикатор горит)



Влияние на характеристики

Характеристики выходов, работающих параллельно, могут быть получены из характеристик отдельных выходов. Большинство характеристик выражается как константа или как процент (или миллионная доля) плюс константа. При параллельной работе процентная часть остается неизменной, в то время как постоянная часть или константа изменяются, как указано ниже. Для точности считывания тока и температурного коэффициента считывания тока используйте минусовые характеристики тока.

Ток	Все характеристики параллельно соединенных выходов, связанные с током, в два раза превышают характеристику одиночного выхода, исключая разрешение программирования тока, которое одинаково как для одиночного, так и для параллельного выхода.
Напряжение	Все характеристики параллельно соединенных выходов, связанные с напряжением, совпадают с таковыми для одиночного выхода, исключая влияние СН-нагрузки, перекрестное регулирование СН-нагрузки, эффект источника СН и краткосрочный дрейф СН. Последнее имеют в два большую точность программирования напряжения (включая процентную часть) во всех рабочих точках.
Время переходного восстановления	Характеристики переходных процессов в нагрузке обычно в два раза больше, чем в случае одиночного выхода.

Последовательное подключение

ОСТОРОЖНО! ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ТОКОМ! Плавающие потенциалы не должны превышать 240 В пост. тока. Ни на одной выходной клемме напряжение не может превышать ± 240 В пост. тока относительно заземления.

ВНИМАНИЕ! Соединять последовательно можно только те выходы, которые имеют одинаковые значения напряжения и тока. Модели N678xA SMU и N6783A-BAT/MFG нельзя подключать последовательно.

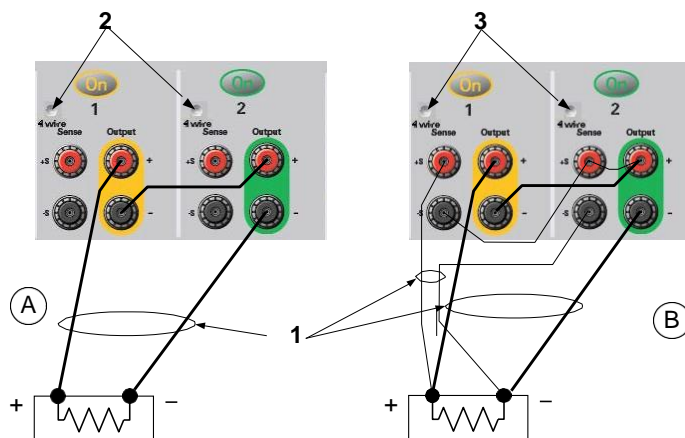
Чтобы предотвратить повреждение анализатора питания пост. тока обратными токами при подключении нагрузки, всегда одновременно включайте и выключайте последовательно соединенные выходы. Не оставляйте один выход включенным, а другой — выключенным.

ПРИМЕЧАНИЕ Последовательное соединение выходов можно использовать только в «стандартном» режиме источника питания. При последовательном соединении выходов нельзя генерировать сигналы произвольной формы, выполнять осциллографические измерения или использовать регистрацию данных.

Последовательное подключение выходов позволяет подавать на нагрузку большее напряжение, чем в случае одного выхода. Поскольку через каждый элемент последовательной цепи течет один и тот же ток, номинальный ток соединенных последовательно выходов должен быть одинаковым.

На следующих рисунках показано, как подключать к одной нагрузке два последовательно соединенных выхода. Если важно учитывать падение напряжения в нагрузочных проводах, подключите измерительные провода выходов 1 и 2 для дистанционного измерения, как показано на рисунке справа. Соединение клеммы «+S» выхода 2 с клеммой «-S» выхода 1 и установка перемычки между клеммами «+S» и «+» выхода 2 компенсирует падение напряжения в проводе нагрузки, соединяющем выход 2 с выходом 1.

1. Переплести провода
2. 4-проводное измерение отключено (индикатор не горит)
3. 4-проводное измерение включено (индикатор горит)



Чтобы запрограммировать выходы, соединенные последовательно, сначала настройте предел тока для каждого выхода на необходимое предельное значение общего тока. Затем запрограммируйте напряжение для каждого выхода так, чтобы в сумме они обеспечивали необходимое общее рабочее напряжение. Самый простой способ добиться этого — запрограммировать для каждого выхода половину необходимого общего рабочего напряжения.

ПРИМЕЧАНИЕ Режим работы каждого выхода определяется запрограммированными настройками выхода, рабочей точкой и нагрузкой. Поскольку они могут меняться во время последовательной работы, индикаторы рабочего состояния на передней панели будут отражать эти изменения. Это нормально. Кратковременное изменение состояния также является нормой.

Влияние на характеристики

Характеристики выходов, работающих последовательно, могут быть получены из характеристик отдельных выходов. Большинство характеристик выражается как константа или как процент (или миллионная доля) плюс константа. При последовательной работе процентная часть остается неизменной, в то время как постоянная часть или константа изменяются, как указано ниже.

Напряжение	Все характеристики последовательно соединенных выходов, связанные с напряжением, в два раза превышают характеристику одиночного выхода, исключая разрешение программирования напряжения, которое равняется таковому для одиночного выхода.
Ток	Все характеристики последовательно соединенных выходов, связанные с током, совпадают с таковыми для одиночного выхода, исключая влияние СТ-нагрузки, перекрестное регулирование СТ-нагрузки, эффект источника СТ и краткосрочный дрейф СТ. Последние имеют в два большую точность программирования тока (включая процентную часть) во всех рабочих точках.
Время переходного восстановления	Характеристики переходных процессов в нагрузке обычно в два раза больше, чем в случае одиночного выхода.

Дополнительные рекомендации по нагрузке

Время реагирования при наличии внешнего конденсатора

В случае программировании выхода при наличии внешнего конденсатора время реагирования на изменение напряжения может быть большим, чем при чисто резистивной нагрузке. Для оценки дополнительного времени реагирования на программирование повышения напряжения используйте следующую формулу:

$$\text{Время реагирования} = \frac{(\text{дополнительная емкость на выходе}) \times (\text{изменение напряжения})}{(\text{предельное значение тока}) - (\text{ток нагрузки})}$$

Учтите, что программирование при наличии на выходе внешнего конденсатора может привести к кратковременному переходу анализатора питания пост. тока в режим стабилизации тока, что увеличит время реагирования.

Положительные и отрицательные напряжения

Любое положительное или отрицательное напряжение относительно земли может быть получено на выходе путем заземления одной из выходных клемм. Всегда используйте для подключения нагрузки к выходу два провода независимо от того, где и как заземлена система. Прибор может работать при любом подключении выходных клемм ± 240 В пост. тока, включая выдачу выходного напряжения относительно земли.

ПРИМЕЧАНИЕ Для моделей Keysight N678xA SMU оптимальным является заземление минусовой выходной клеммы. Заземление плюсовой клеммы может привести к росту помех при измерении тока и снижению точности его измерения.

Защита чувствительной нагрузки от переходных процессов переключения питания пер. тока

ПРИМЕЧАНИЕ Если нагрузка подключена непосредственно к выходным приборным клеммам и не соединена каким-либо образом с заземлением шасси, можно не беспокоиться о переходных процессах переключения сети пер. тока, появляющихся на выходных приборных клеммах.

При работе выключателя сети переменного тока на выходных проводах пост. тока могут возникать помехи общего вида, что приведет к появлению всплесков напряжения, которые могут повредить нагрузку, очень чувствительную к переходным процессам напряжения или тока. Учтите, что любое электронное устройство, отвечающее международным стандартам соответствия по электромагнитным помехам (ЭМП), может генерировать подобные всплески тока. Причиной является наличие ЭМП-фильтров как на входе пер. тока, так и на выходе пост. тока. Эти фильтры обычно содержат конденсаторы для помех общего вида, соединенные с шасси анализатора питания пост. тока. Поскольку вход пер. тока имеет заземление, любая нагрузка, которая также заземлена, может создавать обратную цепь для токов помех общего вида.

Нейтрализовать всплески тока помех общего вида, появляющиеся на выходных приборных клеммах при включении и выключении анализатора питания пост. тока выключателем сети переменного тока, помогут следующие шаги:

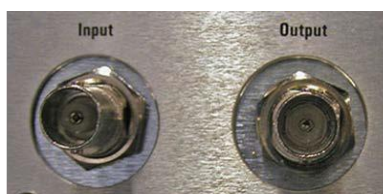
- Соедините общую точку нагрузки отдельным «объединяющим» проводом с клеммой заземления анализатора мощности пост. тока. Это создаст имеющую более низкий импеданс цепь, которая обеспечит прямую инъекцию токов помех вдали от выходных проводов пост. тока (и чувствительной нагрузки);
- *Перед* включением или выключением модуля отключайте нагрузку от его выхода. Это **всегда** защитит нагрузку от токов помех общего вида.

Подключение BNC-разъемов

BNC-разъемы задней панели позволяют подавать сигналы запуска в прибор и выдавать сигналы запуска из него. Это касается и цифрового разъема.

Разъем Input (Вход) — позволяет запускать прибор внешним отрицательным импульсом. Положительный импульс должен иметь длительность более 6 наносекунд. Отрицательный импульс должен иметь длительность более 90 наносекунд. Входные сигналы запуска используются функциями СПФ, осциллографа и регистратора.

Разъем Output (Выход) — выдает отрицательный импульс шириной 10 микросекунд, если в приборе имело место запущенное событие. Выходные сигналы запуска могут генерироваться пользовательскими функциями Arb напряжения или тока.



Информация о конфигурировании внешних сигналов запуска приведена в приложении С. Электрические характеристики даны в приложении А.

Создание дополнительного заземления для работы при 400 Гц

Для работы при 400 Гц требуется создать дополнительное постоянное заземление шасси прибора. Дополнительное заземление должно быть постоянно подключено к устройству и к точке заземления.

В следующей процедуре описано, как создать постоянное подключение к модулю с помощью одного из двух BNC-разъемов задней панели. Пользователь должен обеспечить целостность и постоянство подключения в точке заземления.

Требуется следующие предоставляемые заказчиком материалы:

- заземляющий провод (14/16 AWG);
- неизолированный круглый лепесток для подключения провода к прибору (Тусо 328976 или эквивалентный);
- оборудование для крепления провода к точке заземления.

Для создания дополнительного заземления требуются следующие инструменты:

- гаечный ключ на 5/8 дюйма (16 мм).

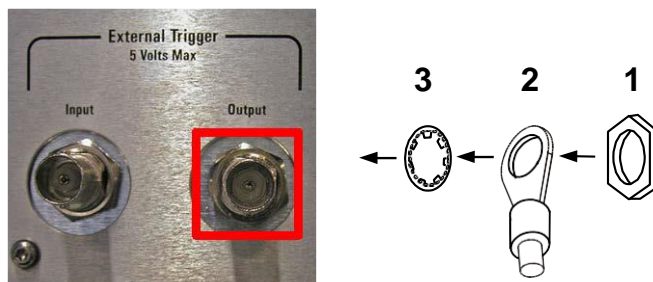
Шаг 1. С помощью гаечного ключа отверните шестигранную гайку (1) с одного из BNC-разъемов. Не снимайте стопорную шайбу, находящуюся под шестигранной гайкой.

Шаг 2. Обожмите круглый лепесток (2) на конце заземляющего провода.

Шаг 3. Наденьте круглый лепесток на резьбовую часть BNC-разъема. Перед надеванием круглого лепестка убедитесь, что на разъем надета стопорная шайба (3).

Шаг 4. Наверните шестигранную гайку и туго затяните ее, зажав круглый лепесток.

Шаг 5. Подсоедините другой конец заземляющего провода к подходящей точке заземления.



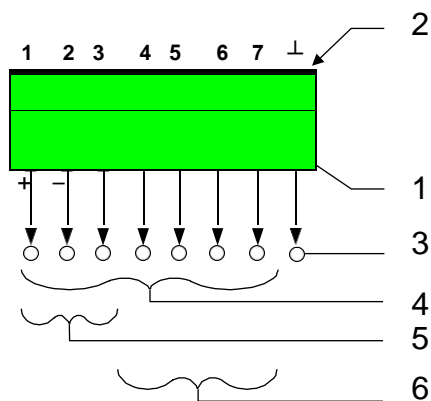
Подключение цифрового порта

ПРИМЕЧАНИЕ

Хорошей инженерной практикой является скручивание и экранирование всех сигнальных проводов, идущих к цифровым разъемам и от них. Если используется экранированный провод, подключайте только один конец экрана к заземлению шасси, чтобы предотвратить образование паразитной цепи через заземление.

Для доступа к цифровому порту предусмотрен 8-контактный разъем и быстро отсоединяемая ответная часть. Ответная часть допускает подсоединение проводов калибром от AWG 14 до AWG 30, но использовать провода калибром менее AWG 24 не рекомендуется. Для подсоединения проводов отстыкуйте ответную часть.

1. Вставьте провода
2. Затяните винты
3. Общий сигнальный контакт
4. Сигналы цифрового ввода-вывода
5. Сигналы сбоя/запрета
6. Управление связыванием выходов



Информация о конфигурировании цифрового порта приведена в приложении С. Электрические характеристики даны в приложении А.

Подключение дополнительного входа измерения напряжения

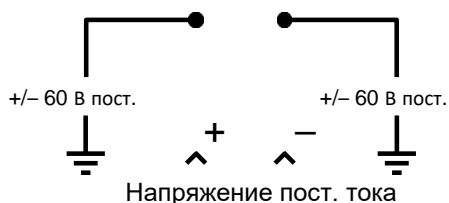
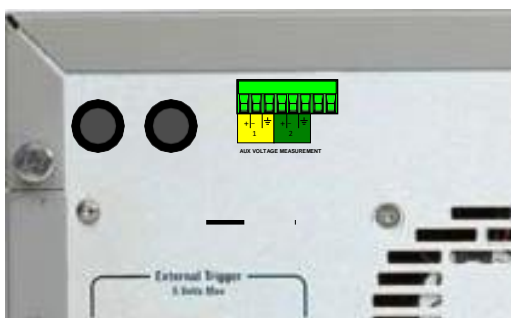
ПРИМЕЧАНИЕ Эта информация применима только к моделям Keysight N6781A и N6785A.

Дополнительный вход измерения напряжения находится на задней панели Keysight N6705C. В основном он используется для измерения напряжения аккумуляторных батарей, но подходит и для обычных измерений постоянного тока.

Дополнительный вход измерения напряжения изолирован от других общих цепей. Его полоса пропускания составляет около 2 кГц. Он имеет один входной диапазон: от -20 до $+20$ В пост. тока.

Как показано на следующем рисунке, дополнительное измерение напряжения не может выполняться в контрольных точках, потенциал которых относительно земли превышает ± 60 В. Дополнительную информацию см. в разделе «Дополнительные измерения напряжения» главы 4.

ВНИМАНИЕ! При использовании входа дополнительного измерения напряжения ни одна выходная клемма передней панели или входная клемма задней панели не могут иметь потенциал более ± 60 В пост. тока относительно любой другой клеммы или заземления шасси.



Подключение к интерфейсам

Анализатор питания пост. тока поддерживает интерфейсы GPIB, LAN и USB. При включении питания активны все три интерфейса. Просто подключите интерфейсный кабель к соответствующему интерфейсу. Информация о конфигурировании интерфейсов приведена в этой главе далее.

Всякий раз, когда идет обмен через удаленные интерфейсы, на передней панели загорается индикатор IO. Если подключен LAN-порт, на передней панели горит индикатор Lan.

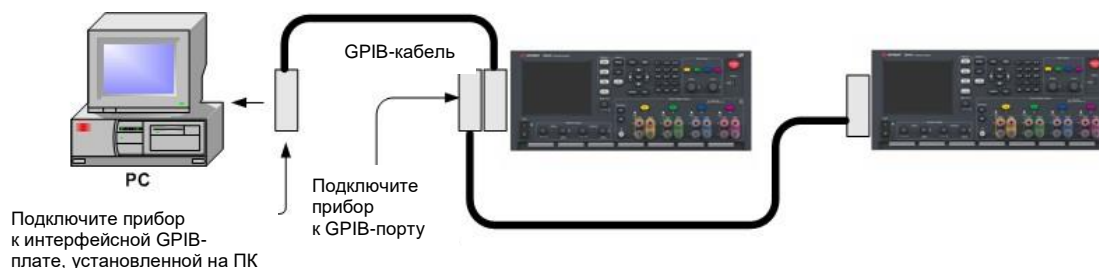
Анализатор питания пост. тока обеспечивает мониторинг Ethernet-соединения. Функция мониторинга Ethernet-соединения непрерывно контролирует LAN-порт прибора и автоматически реконфигурирует его, когда прибор отключается от сети на 20 секунд и более, а затем снова подключается к ней.

GPIB-интерфейс

ПРИМЕЧАНИЕ

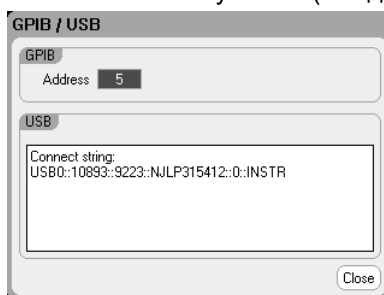
Подробную информацию о подключении GPIB-интерфейса см. в *Руководстве по подключению интерфейсов USB, LAN и GPIB* Keysight Technologies, находящемся на компакт-диске для автоматической установки, поставляемом с изделием.

Следующие шаги помогут вам быстро подключить прибор к интерфейсной шине общего назначения (General Purpose Interface Bus, GPIB). На следующем рисунке показано типовое подключение GPIB-интерфейса.



- 1 Если это еще не сделано, установите Keysight IO Libraries Suite с компакт-диска для автоматической установки, который поставляется с изделием.
- 2 Если в ваш компьютер не установлена интерфейсная GPIB-плата, выключите компьютер и установите эту плату.
- 3 Подключите прибор к интерфейсной GPIB-плате с помощью кабеля GPIB-интерфейса.
- 4 Используйте утилиту Connection Expert, входящую в набор Keysight IO Libraries Suite, для настройки параметров интерфейсной GPIB-платы.
- 5 При поставке анализатора питания пост. тока для GPIB-адреса установлено значение 5.
- 6 Чтобы просмотреть или изменить GPIB-адрес, нажмите клавишу Menu (Меню), выберите Utilities (Утилиты), затем I/O Configuration (Конфигурация ввода/вывода, а затем GPIB/USB).

Чтобы изменить GPIB-адрес, используйте цифровые клавиши для ввода значения в поле адреса GPIB. Допустимы адреса от 0 до 30. Для принятия этого значения нажмите клавишу **Enter** (Ввод).

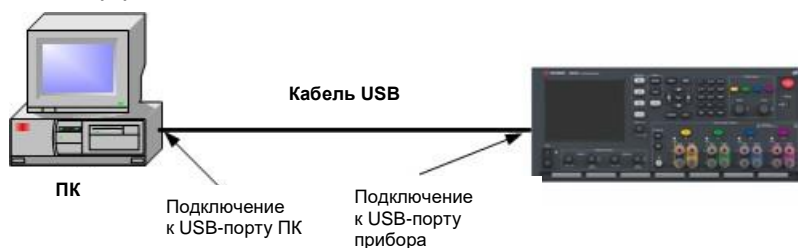


- 7 После этого можно будет использовать интерактивную систему ввода-вывода утилиты Expert Connection для обмена данными с прибором или программировать прибор с помощью различных сред программирования.

USB-интерфейс

ПРИМЕЧАНИЕ Подробную информацию о подключении USB-интерфейса см. в *Руководстве по подключению интерфейсов USB, LAN и GPIB Keysight Technologies*, находящемся на компакт-диске для автоматической установки, поставляемом с изделием.

Следующие шаги помогут вам быстро подключить прибор к универсальной последовательной шине (Universal Serial Bus, USB). На следующем рисунке показано типовое подключение USB-интерфейса.



- 1 Если это еще не сделано, установите Keysight IO Libraries Suite с компакт-диска для автоматической установки, который поставляется с изделием.
- 2 Подключите USB-порт, расположенный на задней панели прибора, к USB-порту компьютера.
- 3 Если запущена утилита Connection Expert из набора Keysight IO Libraries Suite компьютер автоматически распознает прибор. Это может занять несколько секунд. После распознания прибора компьютер будет отображать VISA-псевдоним, IDN-строку и VISA-адрес прибора. Эта информация располагается в разделе USB. Можно также просмотреть строку USB-подключения прибора на его передней панели. Используйте меню передней панели для доступа к окну **GPIB/USB**, как описано выше.
- 4 После этого можно будет использовать интерактивную систему ввода-вывода утилиты Expert Connection для обмена данными с прибором или программировать прибор с помощью различных сред программирования.

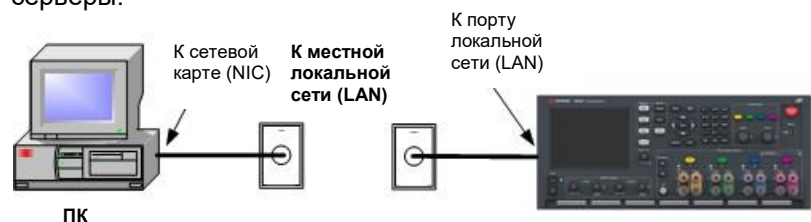
LAN-интерфейс

ПРИМЕЧАНИЕ Подробную информацию о подключении LAN-интерфейса см. в *Руководстве по подключению интерфейсов USB, LAN и GPIB* Keysight Technologies, находящемся на компакт-диске для автоматической установки, поставляемом с изделием.

Следующие шаги помогут быстро выполнить подключение прибора к локальной сети и его настройку. В этом разделе обсуждается подключение к локальным сетям (LAN) двух типов: общим LAN и частным LAN.

Подключение к общей сети LAN

Общая сеть LAN — это сеть, в которой сетевые устройства и компьютеры подключены к сети через маршрутизаторы, концентраторы и/или коммутаторы. Она обычно имеет большой размер и централизованно управляется такими службами, как DHCP- и DNS-серверы.



- 1 Если это еще не сделано, установите Keysight IO Libraries Suite с компакт-диска для автоматической установки, который поставляется с изделием.
- 2 Подключите прибор к общей сети LAN. При поставке прибора с завода настройки LAN сконфигурированы на автоматическое получение IP-адреса из сети, используя DHCP-сервер (для настройки DHCP задано On (Вкл.)). Имейте в виду, что на это может уйти до одной минуты. DHCP-сервер регистрирует имя хоста прибора с помощью динамического DNS-сервера. После этого можно будет использовать это имя хоста и IP-адрес для связи с прибором. Если LAN-порт сконфигурирован, светится индикатор Lan на передней панели.

ПРИМЕЧАНИЕ Если необходимо вручную сконфигурировать любые сетевые настройки прибора, см. раздел «Конфигурирование параметров LAN» далее в этой главе для получения информации о настройке параметров LAN с передней панели прибора.

- 3 Используйте утилиту Connection Expert, входящую в набор Keysight IO Libraries Suite, для добавления анализатора питания пост. тока N6705C и проверки подключения. Чтобы добавить прибор, можно использовать функцию обнаружения в утилите Connection Expert. Если найти прибор не удастся, добавьте его, используя его сетевое имя или IP-адрес.

ПРИМЕЧАНИЕ Если сделать это не удастся, см. главу «Рекомендации по устранению неполадок» в *Руководстве по подключению интерфейсов USB, LAN и GPIB* Keysight Technologies.

- 4 После этого можно будет использовать интерактивную систему ввода-вывода утилиты Expert Connection для обмена данными с прибором или запрограммировать прибор с помощью различных сред программирования. Можно также использовать для связи с прибором установленный на компьютере веб-браузер, как это описано в разделе «Подключение к веб-серверу».

Подключение к частной сети LAN

Частная сеть LAN — это сеть, в которой сетевые устройства и компьютеры связаны напрямую и не подключены к общей сети LAN. Она обычно имеет небольшой размер и не содержит централизованно управляемые ресурсы.



- 1 Если это еще не сделано, установите Keysight IO Libraries Suite с компакт-диска для автоматической установки, который поставляется с изделием.
- 2 Подключите прибор к компьютеру с помощью кроссоверного кабеля. Как вариант, подключите компьютер и прибор к автономному концентратору или коммутатору, используя обычные сетевые кабели.
- 3 При поставке прибора с завода настройки LAN сконфигурированы на автоматическое получение IP-адреса из общей сети, используя DHCP-сервер (для настройки DHCP задано On (Вкл.)). Каждому прибору и компьютеру присваивается IP-адрес в диапазоне 169.254.nnn. Имейте в виду, что на это может уйти до одной минуты. Если LAN-порт сконфигурирован, светится индикатор Lan на передней панели.

ПРИМЕЧАНИЕ

Убедитесь, что компьютер настроен на получение сетевого адреса от DHCP-сервера и что разрешено использование NetBIOS через TCP/IP. Имейте в виду, что, если ранее компьютер был подключен к общей сети LAN, он может сохранить предыдущие сетевые настройки для общей сети LAN. После его отключения его от общей сети LAN подождите одну минуту, прежде чем подключать его к частной сети LAN. Это позволит ОС Windows определить, что она находится в другой сети и перезапустить конфигурирование сети.

ПРИМЕЧАНИЕ

Отключение DHCP сокращает время, необходимое для полной настройки сетевого подключения при включении анализатора питания. Информацию о том, как сконфигурировать настройки LAN прибора вручную, см. в разделе «Конфигурирование параметров LAN» далее в этой главе.

- 4 Используйте утилиту Connection Expert, входящую в набор Keysight IO Libraries Suite, для добавления анализатора питания пост. тока N6705C и проверки подключения. Чтобы добавить прибор, можно использовать функцию обнаружения в утилите Connection Expert. Если найти прибор не удастся, добавьте его, используя его сетевое имя или IP-адрес.

ПРИМЕЧАНИЕ

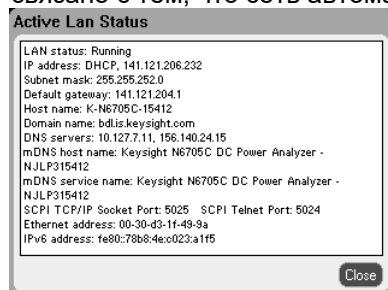
Если сделать это не удастся, см. главу «Рекомендации по устранению неполадок» в *Руководстве по подключению интерфейсов USB, LAN и GPIB* Keysight Technologies.

- После этого можно будет использовать интерактивную систему ввода-вывода утилиты Expert Connection для обмена данными с прибором или программировать прибор с помощью различных сред программирования. Можно также использовать для связи с прибором установленный на компьютере веб-браузер, как это описано в разделе «Подключение к веб-серверу».

Просмотр активного состояния LAN

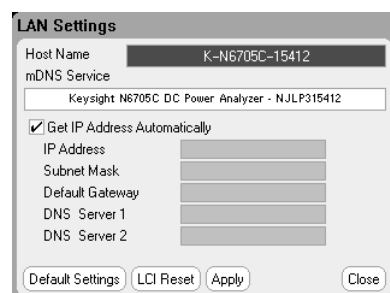
Чтобы просмотреть текущие активные настройки LAN, нажмите клавишу **MENU**, прокрутите список вниз и выберите **Utilities** (Утилиты), затем **I/O Configuration** (Конфигурация ввода-вывода), а затем **Active LAN Status** (Активное состояние LAN).

Учтите, что в зависимости от конфигурации сети, текущие активные настройки LAN в отношении IP-адреса, маски подсети и шлюза по умолчанию могут отличаться от настроек, указанных в окне Modify LAN Setting (Изменить настройки LAN). Если настройки отличаются, это связано с тем, что сеть автоматически назначила свои настройки.



Изменение настроек LAN

Сконфигурированные на заводе настройки анализатора питания пост. тока должны работать в большинстве сетей LAN. Если необходимо сконфигурировать эти настройки вручную, нажмите клавишу **Menu** (Меню), прокрутите список вниз и выберите **Utilities** (Утилиты), затем **I/O Configuration** (Конфигурация ввода-вывода), а затем **LAN Settings** (Настройки LAN).

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Чтобы изменения настроек LAN вступили в силу, необходимо щелкнуть кнопку Restart LAN (Перезапустить сеть LAN) или перезагрузить анализатор питания пост. тока.

В окне LAN Settings (Настройки LAN) можно сконфигурировать следующие элементы:

Host Name (Имя хоста)	<p>Это поле регистрирует введенное имя с помощью выбранной службы именования. Если оставить поле пустым, имя не будет зарегистрировано. Имя хоста может содержать латинские буквы в верхнем и нижнем регистре, цифры и дефисы (-). Его длина не может превышать 15 символов. Для ввода букв или цифр используйте цифровые/буквенные клавиши. При повторных нажатиях клавиш циклически перебирается список вариантов. После небольшой задержки курсор автоматически перемещается вправо.</p> <p>Каждый анализатор питания пост. тока поставляется с именем хоста по умолчанию, имеющем следующий формат: <i>Keysight-номер_модели-серийный_номер</i>, где <i>номер_модели</i> — это 6-значный номер модели модуля (например, N6705C), а <i>серийный_номер</i> — это последние пять символов 10-символьного серийного номера, указанного на этикетке в верхней части модуля (например, 45678 для серийного номера MY12345678).</p>
mDNS Service Name (Имя mDNS-службы)	<p>Это поле регистрирует имя службы с помощью выбранной службы именования. Если оставить поле пустым, имя не будет зарегистрировано. Имя службы может содержать латинские буквы в верхнем и нижнем регистре, цифры и дефисы (-).</p> <p>Его длина не может превышать 15 символов. Для ввода букв или цифр используйте цифровые/буквенные клавиши. При повторных нажатиях клавиш циклически перебирается список вариантов. После небольшой задержки курсор автоматически перемещается вправо.</p> <p>Каждый анализатор питания пост. тока поставляется с именем службы по умолчанию, имеющем следующий формат: <i>Keysight-номер_модели-серийный_номер</i>, где <i>номер_модели</i> — это 6-значный номер модели модуля (например, N6705C), а <i>серийный_номер</i> — это последние пять символов 10-символьного серийного номера, указанного на этикетке в верхней части модуля (например, 45678 для серийного номера MY12345678).</p>
Get IP Address Automatically (Получить IP-адрес автоматически)	<p>При установке этого флажка прибор сначала попытается получить IP-адрес от DHCP-сервера. Если DHCP-сервер существует, он назначит IP-адрес, маску подсети и шлюз по умолчанию. Если DHCP-сервер недоступен, прибор попытается получить IP-адрес с помощью автоматической частной IP-адресации (AutoIP). Функция AutoIP автоматически назначает IP-адрес, маску подсети и шлюз по умолчанию в сетях, не имеющих DHCP-сервера.</p> <p>Если этот флажок снят, можно сконфигурировать адреса вручную, введя значения в следующие поля.</p>
IP Address (IP-адрес)	<p>Это значение является IP-адресом прибора. Любой IP-и TCP/IP-обмен с прибором осуществляется с помощью его IP-адреса. IP-адрес состоит из 4 десятичных чисел, разделенных точками. Каждое десятичное число должно находиться в диапазоне от 0 до 255.</p>
Subnet Mask (Маска подсети)	<p>Это значение используется для того, чтобы прибор мог определить, находится ли IP-адрес клиента в той же</p>

локальной подсети. Если IP-адрес клиента находится в другой подсети, все пакеты отправляются в шлюз по умолчанию.

Default Gateway (Шлюз по умолчанию)	Это значение является IP-адресом шлюза по умолчанию, который позволяет прибору связываться с системами, которые не находятся в локальной подсети, определяемой настройкой маски подсети. Значение 0.0.0.0 означает, что шлюз по умолчанию не задан.
DNS server 1 (DNS-сервер 1)	Содержит адрес первичного DNS-сервера. Обратитесь к администратору сети, чтобы получить информацию о DNS-сервере. Используется такая же нотация, как и для IP-адреса. Значение 0.0.0.0 означает, что DNS-сервер по умолчанию не задан.
DNS server 2 (DNS-сервер 2)	Содержит адрес вторичного DNS-сервера. Обратитесь к администратору сети, чтобы получить информацию о DNS-сервере. Используется такая же нотация, как и для IP-адреса. Значение 0.0.0.0 означает, что DNS-сервер по умолчанию не задан.

Выберите **Apply** (Применить), чтобы применить введенные вручную настройки.

Сброс настроек LAN

Можно сбросить настройки LAN до заводских значений, выбрав **Default Settings** (Настройки по умолчанию). При этом ВСЕ настройки LAN получат заводские значения по умолчанию и произойдет перезапуск подключения к сети. Все настройки локальной сети (LAN) по умолчанию приведены в разделе «Настройки интерфейсов» приложения В. Можно также выполнить сброс LXI, выбрав LXI Reset (Сброс LXI). В результате будут сброшены настройки DHCP, адреса DNS-сервера, состояния mDNS, имени службы mDNS и веб-пароля. Эти настройки оптимизированы для подключения прибора к общей сети. Они должны хорошо работать для других сетевых конфигураций.

Обмен данными через LAN

Использование веб-сервера

В анализатор питания пост. тока N6705C встроен веб-интерфейс, который позволяет управлять системой прямо из веб-браузера компьютера. Допускается до шести одновременных подключений. Каждое дополнительное подключение снижает производительность системы.

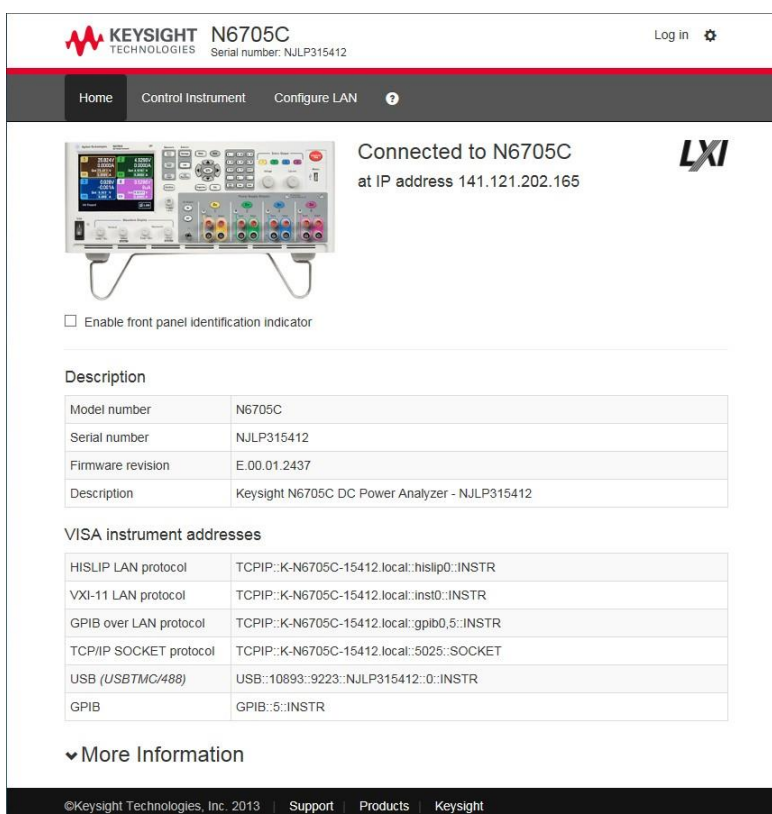
Веб-сервер позволяет получить доступ к функциям управления передней панели, включая параметры конфигурации LAN. Это удобный способ связи с анализатором питания пост. тока без использования библиотек ввода/вывода или драйверов.

ПРИМЕЧАНИЕ

Встроенный веб-сервер работает только через LAN. Для этого требуется веб-браузер.

При поставке веб-сервер включен. Для запуска веб-интерфейса сделайте следующее.

- 1 Откройте на компьютере веб-браузер.
- 2 Введите имя хоста или IP-адрес прибора в адресной строке браузера. Откроется показанная ниже главная страница.
- 3 Щелкните вкладку Control Instrument (Управление прибором) в верхней части страницы, чтобы начать управление прибором.



- 4 Для получения справки по любой из страниц щелкните значок «?».

Использование Telnet

При желании можно ограничить доступ к веб-серверу, защитив его паролем. При поставке с завода пароль не задан. Чтобы задать пароль, выберите кнопку View & Modify Configuration (Просмотр и изменение конфигурации). Дополнительную информацию о задании пароля см. в интерактивной справке.

Утилита Telnet (как и сокеты) — это еще один способ связи с анализатором питания пост. тока без использования библиотек ввода/вывода или драйверов. Во любом случае необходимо сначала установить LAN-соединение компьютера с анализатором питания пост. тока, как обсуждалось ранее.

В командной строке MS-DOS введите *telnet <имя_хоста> 5024*, где *имя_хоста* — это имя хоста или IP-адрес N6705C, а 5024 — Telnet-порт прибора. Откроется окно сеанса Telnet с заголовком, показывающим, что компьютер подключен к анализатору питания пост. тока. Введите в его командной строке нужные SCPI-команды.

ПРИМЕЧАНИЕ Базовые блоки Keysight N6705C позволяют одновременно использовать в любом сочетании до шести сокетов данных, сокетов управления и Telnet-подключений, которые необходимо выполнить.

Использование сокетов

Приборы Keysight стандартизированы в отношении использования порта 5025 для сокетов SCPI-служб. Сокет данных этого порта может использоваться для отправки и приема команд, запросов и ответов на SCPI-запросы в формате ASCII. Для обеспечения возможности разбора сообщений все команды должны завершаться символом новой строки. Все ответы на запросы также должны завершаться символом новой строки.

Интерфейс программирования сокетов также обеспечивает подключение к сокету управления. Сокет управления может использоваться клиентом для передачи команд очистки устройства и для приема запросов обслуживания. В отличие от сокета данных, который использует фиксированный номер порта, номер порта сокета управления меняется и должен получаться путем отправки в сокет данных следующего SCPI-запроса: SYSTem:COMMunicate:TCPIp:CONTrol?

После получения номера порта можно открыть соединение с сокетом управления. Как и в случае сокета данных, все команды в соке-те управления должны завершаться символом новой строки, как и все ответы на запросы, возвращаемые в сокет управления.

Для отправки команды очистки устройства, отправьте строку DCL в сокет управления. По завершении очистки анализатор питания пост. тока возвратит строку DCL в сокет управления.

Запросы обслуживания (SRQ) для сокетов управления разрешаются с помощью регистра разрешения запросов обслуживания. После разрешения запросов на обслуживание, клиентская программа начинает прослушивать управляющее соединение. Когда SRQ получает значение «истина», прибор отправляет клиенту строку «SRQ +nn». Здесь «nn» — это значение байта состояния, которое клиент может использовать для определения источника запроса обслужи-вани.

3 Использование функций источника

<u>Включение прибора</u>	58
<u>Использование источника питания</u>	60
<u>Использование генератора сигналов произвольной формы</u>	75

В этой главе примеры использования анализатора питания постоянного тока. Приведенные примеры показывают, как использовать:

- функцию источника питания;
- генератор сигналов произвольной формы.

Эквивалентные SCPI-команды программирования конкретной функции приведены в конце каждого подраздела. Однако некоторые функции передней панели, такие как экран осциллографа, экран регистратора и некоторые административные функции, не имеют эквивалентных SCPI-команд. В приложении В приведены все SCPI-команды, которые могут быть использованы для программирования прибора.

ПРИМЕЧАНИЕ Для получения полной информации о SCPI-командах (стандартные команды для программируемых приборов) см. документацию, доступную в Интернете по адресу www.keysight.com/find/N6705C.

Включение прибора

После подсоединения шнура питания включите устройство с помощью выключателя Line (Сеть). Через несколько секунд загорится дисплей передней панели. Когда на передней панели появится экран измерителя, используйте кнопки передней панели, чтобы ввести значения напряжения и тока. По умолчанию выбран выход 1.

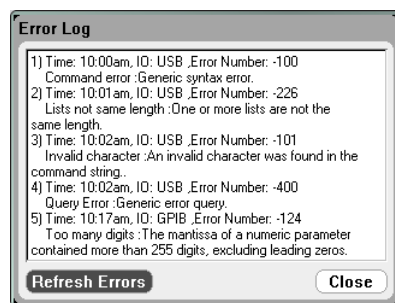


Чтобы включить отдельный выход, нажмите соответствующую клавишу **On** (Вкл). В режиме экрана измерителя анализатор питания пост. тока непрерывно измеряет и отображает напряжение и ток каждого выхода.

ПРИМЕЧАНИЕ При включении прибора автоматически выполняется *самотестирование*. Этот тест позволяет убедиться в работоспособности прибора. Если самотестирование завершается неудачей, на передней панели высвечивается ошибка.

Просмотр журнала ошибок

Если самотестирование завершается с ошибкой или возникают другие неполадки при работе с прибором, на передней панели начинает светиться индикатор ошибки. Чтобы отобразить список ошибок, нажмите клавишу **Menu** (Меню), прокрутите список и выберите **Utilities** (Утилиты), а затем **Error Log** (Журнал ошибок).



- Ошибки запоминаются в порядке их получения. Ошибка в конце списка является самой последней.
- Если в очереди больше ошибок, чем помещается в очередь, последняя запомненная ошибка заменяется сообщением «-350, “Переполнение очереди ошибок”». Последующие ошибки не будут сохраняться, пока не будут прочитаны все ошибки. Если ошибок нет, прибор высвечивает сообщение «+0, “Ошибок нет”».
- Все ошибки, исключая ошибки самотестирования, удаляются при выходе из меню Error Log (Журнал ошибок) и при выключении-включении питания.

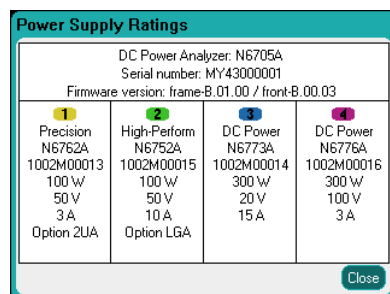
Если есть подозрение в существовании проблемы с анализатором питания пост. тока, обратитесь в раздел устранения неполадок в «Руководстве по обслуживанию N6705C».

Информацию об обслуживании см. в Интернете по адресу www.keysight.com/find/N6705C.

Нажмите **Meter View** (Экран измерителя) для возврата на экран измерителя.

Просмотр номинальных характеристик выходов

При необходимости можно быстро увидеть номинальные характеристики выходов, номера моделей и опции всех модулей питания, установленных в приборе. Можно также посмотреть серийный номер и версию микропрограммы базового блока. Нажмите клавишу **Settings** (Настройки), а затем клавишу **Properties** (Свойства). Откроется окно Power Supply Ratings (Номиналы источника питания).



Нажмите клавишу **Meter View** (Экран измерителя) для возврата на экран измерителя.

Через дистанционный интерфейс

Запрос номера модели, серийного номера и версий микропрограммы базового блока:

*IDN?

Запрос номера модели, серийного номера, установленных опций и номинальных значений напряжения, тока и мощности модуля, установленного в заданном канале:

(@1)SYST:CHAN:MOD?

(@1)SYST:CHAN:OPT?

(@1)SYST:CHAN:SER?

Использование источника питания

Управление выходами

ПРИМЕЧАНИЕ Значения и изображения справа приведены для моделей Keysight N678xA SMU

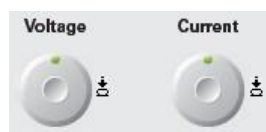
Шаг 1. Выберите выход

Нажмите одну из клавиш в группе Select Output (Выбор выхода), чтобы выбрать выход для управления. Свечение клавиши показывает, какой выход выбран. Все последующие команды управления выходом с передней панели применяются к выбранному выходу.



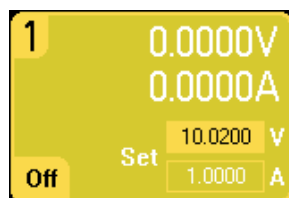
Шаг 2. Задайте выходное напряжение и ток

Вращайте кнопки-регуляторы Voltage (Напряжение) и Current (Ток). При их вращении будут меняться настройки выходного напряжения и тока. Эти регуляторы активны в режиме экрана измерителя, экрана осциллографа и регистратора.

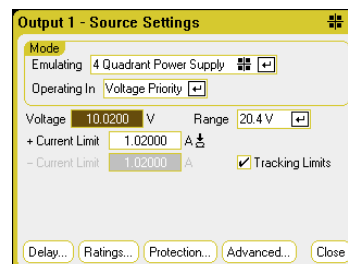
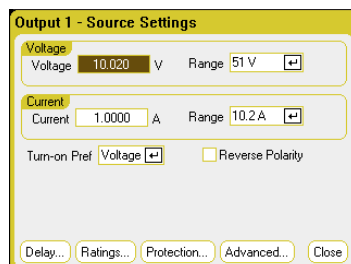


Нажмите на эти кнопки, чтобы открыть всплывающее диалоговое окно, в котором можно: 1. Заблокировать/разблокировать кнопки-регуляторы. 2. Выбрать предельные параметры или выбрать контроль пределов в модулях Keysight N678xA SMU и N6783A.

Как вариант, можно ввести значения напряжения и тока прямо в числовые поля ввода (поля Set (Задать) на экране измерителя. Выберите поле с помощью клавиш навигации, а затем с помощью цифровых клавиш введите в него значение. Введенное значение вступит в силу после нажатия кнопки **Enter** (Ввод).



И, наконец, можно также нажать клавишу **Settings** (Настройки), чтобы открыть окно Source Settings (Настройки источника). С помощью клавиш навигации выделите поле **Voltage** (Напряжение) или **Current** (Ток). Затем введите нужное значение напряжения или тока с помощью цифровых клавиш. Для изменения значений в полях Voltage (Напряжение) и Current (Ток) можно также использовать кнопки-регуляторы Voltage (Напряжение) и Current (Ток). Для принятия этого значения нажмите клавишу **Enter** (Ввод).



Шаг 3. Включите выход

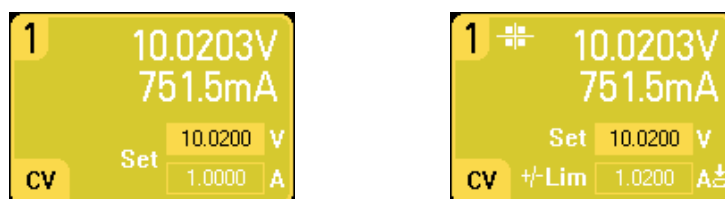
Чтобы включить конкретный выход, нажмите клавишу **On** (Вкл) соответствующего цвета. Когда выход включен, соответствующая ему клавиша **On** (Вкл) светится. Когда выход отключен, клавиша **On** (Вкл) не светится. Клавиши **On** (Вкл) и **Off** (Выкл) в группе All Outputs (Все выходы) позволяют включать и отключать все выходы одновременно.

Напряжение и ток запрещенных (отключенных) выходов равны нулю.

ПРИМЕЧАНИЕ Красная кнопка **Emergency Stop** (Аварийный стоп) немедленно отключает все выходы без каких-либо задержек.

Шаг 4. Просмотрите выходное напряжение и ток

Нажмите клавишу Meter View (Экран измерителя), чтобы просмотра выходные напряжения и токи. Пока выход включен, измеритель передней панели непрерывно измеряет и отображает напряжение и ток этого выхода.



Через дистанционный интерфейс

С каждой SCPI-командой должен передаваться параметр канала, выбирающий выходы. Например, параметр (@1) выбирает выход 1, параметр (@2,4) — выходы 2 и 4, а параметр (@1: 4) — выходы с 1 по 4. Списку выходов должен предшествовать символ @, а сам список должен заключаться в круглые скобки ().

Задание напряжения 10,02 В и тока 1 А только для выхода 1:

```
VOLT 10.02, (@1)
CURR 1, (@1)
```

Задание предела выходного тока 1 А для моделей Keysight N678xA SMU и N6783A:

```
CURR:LIM 1, (@1)
```

Задание напряжения 10 В для всех выходов:

```
VOLT 10.02, (@1:4)
```

Включение только выхода 1:

```
OUTP ON, (@1)
```

Включение выходов 1 и 3:

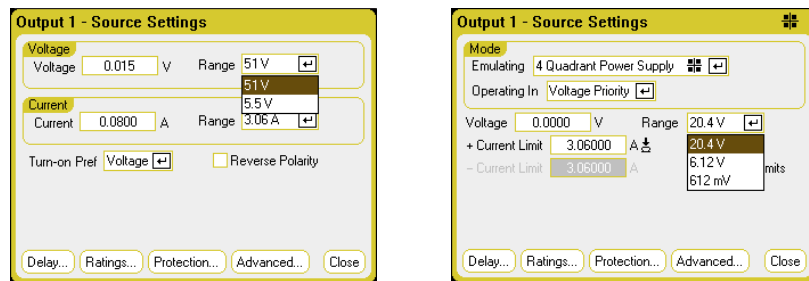
```
OUTP ON, (@1,3)
```

Измерение напряжения и тока на выходе 1:

```
MEAS:VOLT? (@1)
MEAS:CURR? (@1)
```

Дополнительные настройки источника

В дополнение к настройке выходного напряжения и тока, описанной ранее, можно запрограммировать ряд дополнительных функций вывода. Нажмите клавишу **Settings** (Настройки), чтобы открыть окно Source Settings (Настройки источника).



Range (Диапазон) для напряжения или тока. Для выходов, имеющих несколько диапазонов можно выбрать более низкий диапазон, если требуется лучшее разрешение регулировки выхода. С помощью клавиш навигации выделите поле **Range** (Диапазон) в разделе Voltage (Напряжение) или Current (Ток). Нажмите клавишу **Enter** (Ввод) чтобы открыть разворачивающийся список диапазонов. С помощью клавиш навигации выберите нужный диапазон.

Turn-on Pref (Предпочт. при вкл.). Функция предпочтительного режима при включении имеется только в модели Keysight N6761A, N6762A. Она позволяет выбрать предпочтительный режим переходов включения/отключения выходов. Это позволяет оптимизировать переходные процессы выхода для работы в режиме стабилизации напряжения или тока. В раскрывающемся списке Turn-On Pref (Предпочт. при вкл.) выберите Voltage (Напряжение) или Current (Ток). При выборе напряжения сводятся к минимуму всплески напряжения выхода при его включении/отключении в режиме стабилизации напряжения. При выборе тока сводятся к минимуму всплески тока на выходе при его включении/отключении в режиме стабилизации тока.

Reverse Polarity (Поменять полярность). Этот элемент управления работает, только если в модуле питания установлена опция 760. Установите флажок **Reverse Polarity** (Поменять полярность), чтобы поменять полярность выходных и измерительных клемм. Снимите его для возврата реле смены полярности в нормальное положение. При изменении полярности выходных и измерительных клемм выход временно отключается. Сведения о доступности опции 760 и ограничениях тока см. в разделе «Возможности модулей питания» главы 1. При смене полярности выходных и измерительных клемм на дисплее передней панели появляется следующий символ: $\pm \rightarrow$

Через дистанционный интерфейс

Выбор более низкого диапазона напряжения и тока на выходе 1 путем задания значения, которое попадает в диапазон:

```
VOLT:RANG 5, (@1)
CURR:RANG 1, (@1)
```

Задание приоритета тока в качестве предпочтения при включении Keysight N6761A:

```
OUTP:PMOD CURR, (@1)
```


Смена полярности в устройствах с опцией 760:

OUTP:REL:POL REV, (@1)

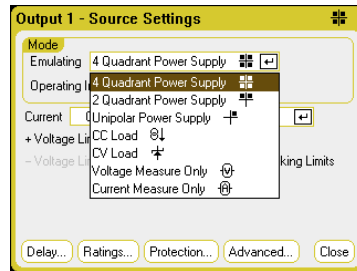
Возврата реле смены полярности в нормальное положение:

OUTP:REL:POL NORM, (@1)

Настройки эмуляции Keysight N678xA SMU

ПРИМЕЧАНИЕ Окно Source Settings (Настройки источника) позволяет получить доступ к специализированным режимам работы модулей питания Keysight N678xA SMU, если они установлены.

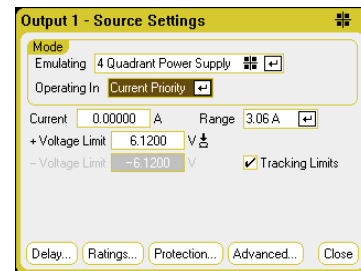
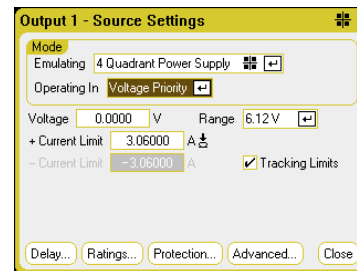
Раскрывающийся список Emulating (Эмуляция) позволяет выбрать к специализированный режим работы модулей Keysight N678xA SMU. Чтобы выбрать один из режимов эмуляции, используйте клавиши навигации.



ПРИМЕЧАНИЕ Сведения о режимах Voltage Measure Only (Только измерение напряжения) и Current Measure Only (Только измерение тока) см. в главе 4.

Работа источника питания в 4 квадрантах

Работа в 4 квадрантах доступна только для модели Keysight N6784A. Эта модель может работать во всех четырех выходных квадрантах. Дополнительную информацию см. в разделе «Режимы работы источника» главы 6. На следующих рисунках показаны настройки для 4 квадрантов.



Operating in (Режим работы) — выберите Voltage priority (Приоритет напряжения) или Current priority (Приоритет тока). В режиме приоритета напряжения выход управляется двуполярным контуром стабилизации напряжения, который поддерживает выходное напряжение на настроенном положительном или отрицательном уровне. В режиме приоритета тока выход управляется двуполярным контуром стабилизации тока, который поддерживает выдачу или получение тока запрограммированной величины.

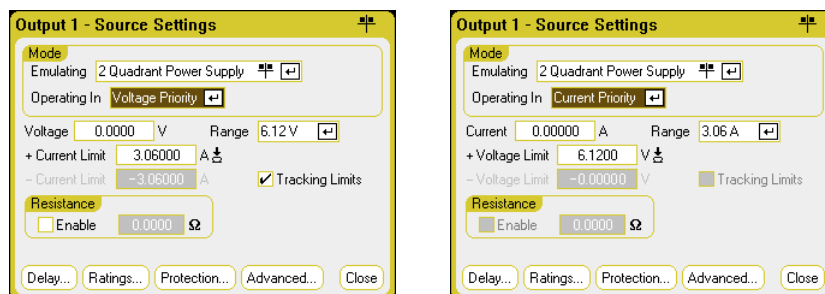
ПРИМЕЧАНИЕ При переключении между режимами приоритета напряжения и приоритета тока выход отключается, а настройки выхода возвращаются к значениям при включении питания или RST. Подробное описание приоритетов напряжения и тока см. в главе 6.

В зависимости от выбранного приоритета можно будет настроить либо **Voltage** (Напряжение), либо **Current** (Ток). Поле **Range** (Диапазон) позволяет выбрать соответствующий выходной диапазон. Можно также задать **Voltage Limit** (Предел напряжения) или **Current Limit** (Предел тока), который ограничивает выбранный параметр до заданного значения. В режиме приоритета напряжения, выходное напряжение остается на запрограммированном уровне, а ток нагрузки меняется между положительным и отрицательным пределами. В режиме приоритета тока, выходной ток остается на запрограммированном уровне, а напряжение нагрузки меняется между положительным и отрицательным пределами.

Флажок **Tracking Limits** (Отслеживание пределов) позволяют отрицательному пределу напряжения или тока повторять положительную настройку предела напряжения или тока. По умолчанию отрицательный предел отслеживает положительный. Снимите этот флажок, если хотите задать разные положительный и отрицательный пределы. Если задать разные пределы, а затем включить отслеживание, значение отрицательного предела изменится до значения положительного предела.

Работа источника питания в 2 квадрантах

Этот режим работы ограничен двумя квадрантами (+U/+I и +U/-I). На следующих рисунках показаны настройки для 2 квадрантов.



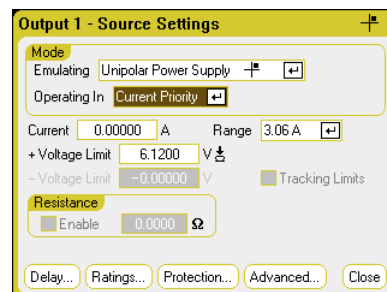
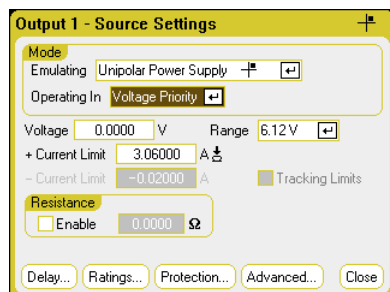
Operating in (Режим работы) — выберите Voltage priority (Приоритет напряжения) или Current priority (Приоритет тока). Остальные настройки в режиме 2 квадрантов аналогичны настройкам для режима с 4 квадрантами, исключая возможность задавать отрицательное напряжение и отрицательный предел напряжения. По этой причине отслеживание напряжения в режиме приоритета тока невозможно. Учтите, что отрицательный предел напряжения фиксирован и имеет значение -10 мВ.

Resistance (Сопротивление) — эта настройка применима только к моделям Keysight N6781A и N6785A. Задание выходного сопротивления в основном используется в приложениях для эмуляции батарей и доступно только в режиме приоритета напряжения. Значение выходного сопротивления задается в омах и должно находиться в пределах от -40 МОм до +1 Ом.

1-квадрантный (однополярный) источник питания

Этот режим эмулирует типичный одноквадрантный (т. е. однополярный) источник питания с ограниченным программированием уменьшения уровня выхода. На следующих рисунках показаны настройки для 1 квадранта. Выбор режима, Voltage Priority (Приоритет напряжения) или Current Priority (Приоритет тока), определяют, какие элементы управления будут отображаться.

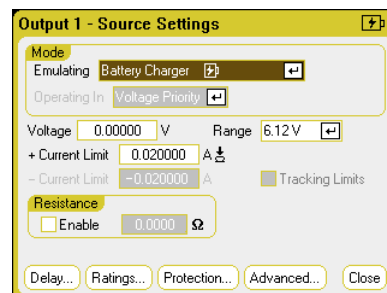
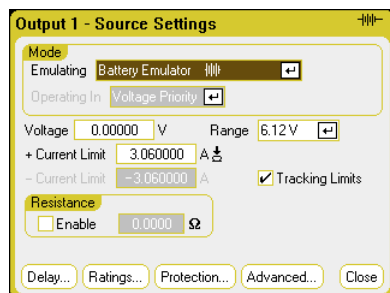
В режиме 1 квадранта нельзя задавать отрицательные напряжения, отрицательные токи, отрицательные пределы напряжения и отрицательные пределы тока. По этой причине отслеживание напряжения и отслеживание тока недоступны. Имейте в виду, что существует ограниченная 2-квадрантная работа с отрицательным пределом тока, зафиксированном на значении 10–20 % от номинального тока.



Resistance (Сопротивление) — эта настройка применима только к моделям Keysight N6781A и N6785A. Задание выходного сопротивления в основном используется в приложениях для эмуляции батарей и доступно только в режиме приоритета напряжения. Значение выходного сопротивления задается в омах и должно находиться в пределах от –40 МОм до +1 Ом.

Эмуляция/заряд батареи

Режимы эмуляции батареи и заряда батареи доступны только в моделях N6781A и N6785A. Режим эмуляции батареи имитирует функции заряда и разряда аккумулятора. Режим заряда батареи имитирует зарядное устройство, которое не может принимать ток в отличие от аккумуляторной батареи. На следующих рисунках показаны настройки режима эмуляции/заряда батареи.

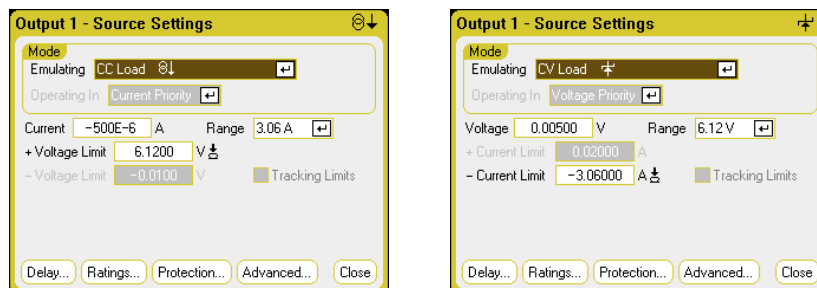


В режиме эмуляции батареи можно задавать напряжение и диапазон напряжений батареи, а также положительные и отрицательные пределы тока. Выходное сопротивление может задаваться и должно находиться в пределах от –40 МОм до +1 Ом. Принудительно устанавливается и блокируется режим Voltage Priority (Приоритет напряжения). Настройки напряжения ограничены положительными значениями. Для положительного и отрицательного пределов тока устанавливаются максимально возможные значения. Отрицательный предел тока определяет предельный ток зарядки аккумулятора.

В режиме заряда батареи можно задавать напряжение заряда и диапазон напряжений батареи, а также положительные и отрицательные пределы тока. Принудительно устанавливается и блокируется режим Voltage Priority (Приоритет напряжения). Поскольку в режиме заряда батареи устройство может только выдавать ток, то настройки для напряжения и тока ограничены положительными значениями.

Нагрузка в режимах стабилизации тока или напряжения

Режим нагрузки в режиме стабилизации тока эмулирует нагрузку с неизменным током. Режим нагрузки в режиме стабилизации напряжения эмулирует нагрузку с неизменным напряжением. На приведенных ниже рисунках показаны настройки для обоих режимов работы.



В режиме нагрузки со стабилизацией тока можно задавать входной ток и его диапазон, а также положительный предел напряжения. Принудительно задается и блокируется режим Current Priority (Приоритет тока). Не забудьте задать отрицательное значение для входного тока. Для положительного предела напряжения обычно задается его максимальное значение. Отрицательный предел напряжения задать невозможно. В режиме измерителя для полярности измерения и настроек тока отображаются отрицательные значения.

В режиме нагрузки со стабилизацией напряжения можно задавать входное напряжение и его диапазон, а также отрицательный предел тока. Принудительно устанавливается и блокируется режим Voltage Priority (Приоритет напряжения). Для входного напряжения задается положительное значение. Для отрицательного предела тока обычно задается его максимальное значение. Положительный предел тока задать невозможно. В режиме измерителя для полярности измерения и настроек тока отображаются отрицательные значения.

Через дистанционный интерфейс

Задание эмуляции работы источника питания в 4 квадрантах, 2 квадрантах и 1 квадранте:

```
EMUL PS4Q,(@1)
EMUL PS2Q,(@1)
EMUL PS1Q,(@1)
```

Задание режима приоритета напряжения:

```
FUNC VOLT,(@1)
```

Задание выходного напряжения 5 В и диапазон низких напряжений:

```
VOLT 5,(@1)
RANG 6,(@1)
```

Задание положительного предела тока 1 А для выхода 1:

```
CURR:LIM 1,(@1)
```

Чтобы задать отрицательный предел тока, надо сначала отключить связывание (отслеживание) пределов. Затем надо задать отрицательный предел тока, равный 0,5 А:

```
CURR:LIM:COUP OFF,(@1)
CURR:LIM:NEG 0.5,(@1)
```

Конфигурирование последовательности включения/отключения

Задержки включения и отключения определяют время включения и отключения выходов относительно друг друга.

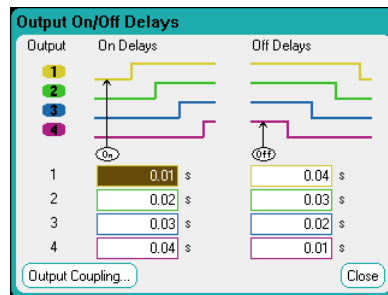
ПРИМЕЧАНИЕ Можно также синхронизировать задержки включения/отключения выхода в нескольких базовых блоках. Дополнительную информацию см. в разделе «Управление связыванием выходов».

Шаг 1. Задайте напряжение и ток выходных каналов

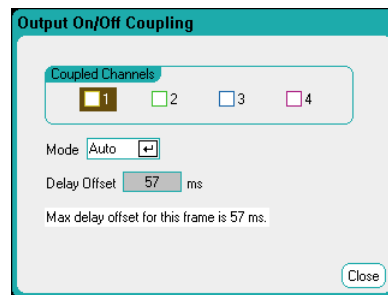
Используя шаги 1 и 2 из раздела «Управление выходами», установите значения выходного напряжения и тока для всех выходов, которые будут включаться/отключаться последовательно.

Шаг 2. Настройте задержки включения и отключения

Нажмите клавишу **Settings** (Настройки), чтобы открыть окно Output On/Off Delays (Задержки вкл./выкл. выходов). Введите значения в поля **On Delays** (Задержки вкл.) и **Off Delays** (Задержки выкл.) для всех выходов, которые будут участвовать в последовательном включении/выключении. Значения должны находиться в диапазоне от 0 до 1023 секунд.



Все источники питания имеют внутреннюю задержку включения, которая применяется с момента, когда получена команда включения выхода, и до момента его фактического включения. Эта задержка включения автоматически добавляется к значениям **On Delays** (Задержки вкл.). Задержки включения не применяется, когда выходы отключаются. Чтобы просмотреть задержку, выберите кнопку **Output Coupling** (Связывание выходов).

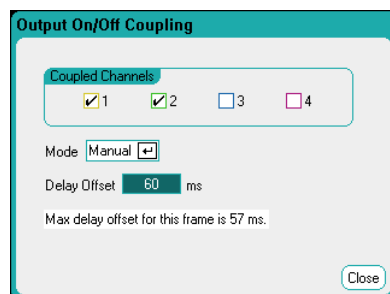


Обычно микропрограмма автоматически вычисляет смещение задержки, основанное на *самой длительной* минимальной задержке включения установленных модулей питания. Однако при исключении некоторых выходов из участия в последовательном включении/отключении, как описано в шаге 3, смещение задержки может отличаться в зависимости от выходов, которые фактически включаются последовательно. Минимальные задержки включения модулей питания приведены в «Руководстве по характеристикам семейства модульных систем питания Keysight N6700».

Шаг 3. Свяжите выбранные выходы

ПРИМЕЧАНИЕ Этот шаг требуется, только если некоторые выходы будут исключаться из участия в последовательности включения/отключения или если связывается несколько базовых блоков. Если в последовательности включения/отключения будут участвовать все четыре выхода одного базового блока, этот шаг можно пропустить.

Выберите кнопку Output Coupling (Связывание выходов) в окне **Output On/Off Delays** (Задержки вкл./выкл. выходов).



В разделе **Coupled Channels** (Связанные каналы) выберите выходы, которые будут связаны. Выходы, исключенные из последовательности включения/отключения, могут использоваться для других целей. Включение или отключение *любого* связанного выхода приведет к включению или отключению *всех* связанных выходов в соответствии с их запрограммированными задержками.

Mode (Режим). Если в этом поле выбрать значение **Auto** (Авто), смещение задержки автоматически рассчитывается микропрограммой на основе связанных выходов. Результат отображается в поле **Delay Offset** (Смещение задержки). Чтобы задать другое смещение задержки вручную, измените параметр Mode (Режим) на **Manual** (Вручную).

Delay Offset (Смещение задержки). Это поле позволяет ввести смещение задержки, чтобы задать более длительную задержку включения, чем рассчитанная автоматически. Это полезно в случае настройки задержек включения/отключения нескольких базовых блоков, как описано в разделе «Управление связыванием выходов» приложения С. Кроме того, если для просмотра выходной последовательности используется осциллограф, можно выбрать более длительные задержки включения, чтобы внутреннее смещение задержки было выровнено по сетке на дисплее. Учтите, однако, что, если задать задержку, *более короткую*, чем автоматически вычисленное смещение задержки, может иметь место неверная синхронизация всех выходов.

В поле **Max delay offset for this frame** (Макс. смещение задержки для этого базового блока) отображается максимальное смещение задержки, необходимое для всех модулей питания, которые установлены в анализаторе питания пост. тока.

Шаг 4. Используйте клавиши On и Off в группе All Outputs

После того, как задержки выходов установлены, используйте клавишу **On** в группе **All Outputs** (Все выходы) для запуска последовательности включения. Используйте клавишу **Off** в группе **All Outputs** (Все выходы) для запуска последовательности выключения.

ПРИМЕЧАНИЕ Клавиши On и Off в группе All Outputs (Все выходы) включают или выключают ВСЕ выходы, независимо от того, настроены ли они для участия в последовательности включения/отключения или нет.

Через дистанционный интерфейс

Задание задержек включения и выключения для каналов с 1 по 4:

```
OUTP:DEL:RISE.01,(@1)
OUTP:DEL:RISE.02,(@2)
OUTP:DEL:RISE.03,(@3)
OUTP:DEL:RISE.04,(@4)
OUTP:DEL:FALL.04,(@1)
OUTP:DEL:FALL.03,(@2)
OUTP:DEL:FALL.02,(@3)
OUTP:DEL:FALL.01,(@4)
```

Включение в последовательность только выходов 1 и 2 и задание другого смещения задержки:

```
OUTP:COUP:CHAN 1,2
OUTP:COUP:DOFF:MODE MAN
OUTP:COUP:DOFF .050
```

Запрос смещения задержки *самого медленного* модуля питания в базовом блоке (максимального смещения задержки) в секундах:

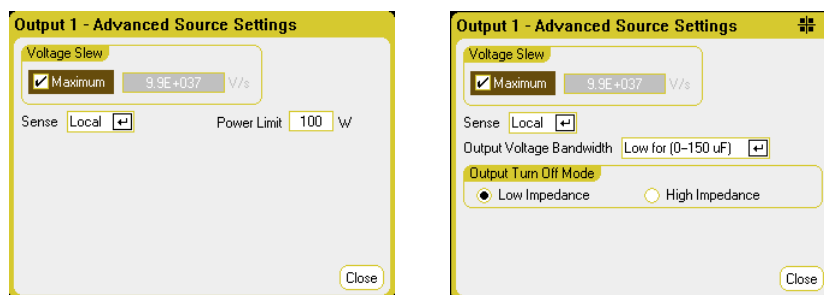
```
OUTP:COUP:MAX:DOFF?
```

Последовательное включение двух связанных выходов:

```
OUTP ON,(@1:2
```

Конфигурирование дополнительных свойств

Окно Advanced Properties (Дополнительные свойства) открывается кнопкой **Advanced** (Дополнительно). Нажмите клавишу **Settings** (Настройки), чтобы открыть окно Source Settings (Настройки источника). Выберите кнопку **Advanced** (Дополнительно).



Voltage Slew (Скорость изменения напряжения). Это поле определяет скорость изменения напряжения до новой настройки. Чтобы задать скорость переброса напряжения, введите нужное значение (в В/с) в поле **Voltage Slew** (Скорость изменения напряжения). Установите флажок **Maximum** (Максимум), чтобы задать максимальную скорость. Для моделей Keysight N678xA SMU управление скоростью переброса напряжения доступно только в режиме приоритета напряжения.

Учтите, что максимальная скорость изменения ограничивается производительностью аналоговой выходной цепи. Минимальная скорость изменения напряжения зависит от модели и от полного размаха диапазона напряжений. Минимальную скорость изменения напряжения можно получить с помощью запроса VOLT:SLEW?.

Current Slew (Скорость изменения тока). Эта настройка доступна только для моделей Keysight N678xA SMU, работающих в режиме приоритета тока. Скорость изменения тока определяет скорость изменения тока до новой настройки. Чтобы задать скорость изменения тока, введите нужное значение (в А/с) в поле **Current Slew** (Скорость изменения тока). Установите флажок **Maximum** (Максимум), чтобы задать максимальную скорость.

Учтите, что максимальная скорость изменения тока ограничивается производительностью аналоговой выходной цепи. Минимальная скорость изменения тока зависит от модели и от полного размаха диапазона токов. Минимальную скорость изменения тока можно получить с помощью запроса CURR:SLEW?.

Sense (Измерение). По умолчанию для режима измерения выбрано **Local** (Локально), для чего измерительные клеммы должны быть подключены непосредственно к выходным клеммам. Чтобы использовать дистанционное измерение напряжения, описанное в главе 2, необходимо отключить измерительные клеммы от выходных клемм. С помощью клавиш навигации выберите нужный режим в раскрывающемся списке Sense (Измерение). Выбор пункта **4-Wire** (4-провода) отключает измерительные клеммы от выходных. Это позволит использовать дистанционное измерение напряжения.

Power Limit (Предел мощности). Для большинства конфигураций анализатора питания пост. тока полная мощность обеспечивается всеми установленными модулями питания. Тем не менее, возможно так сконфигурировать базовый блок, что сумма номинальных мощностей модулей питания превысит номинальную мощность базового

блока, равную 600 Вт. Поле Power Limit (Предел мощности) позволяет снизить мощность отдельного выхода, исключая тем самым вероятность того, что суммарная мощность выходов превысит номинальную мощность базового блока.

Чтобы задать предел мощности, выберите поле Power Limit (Предел мощности) и введите в него нужное значение в ваттах. Дополнительную информацию см. в разделе «Работа с ограничением мощности» главы 6.

Output Voltage Bandwidth (Полоса выходного напряжения). Эта настройка доступна только для моделей Keysight N678xA SMU. Настройки полосы пропускания выходного напряжения позволяют оптимизировать время реагирования выхода при емкостных нагрузках. Дополнительную информацию см. в разделе «Полоса пропускания выхода» главы 6.

Output Turn-Off Mode (Режим выкл. выхода). Эта настройка доступна только для моделей Keysight N678xA SMU, работающих в режиме приоритета напряжения. Она позволяет выбрать режим высокого или низкого импеданса при включении/отключении выхода. **Low impedance** (Низкий импеданс). При включении выхода сначала замыкаются его реле, а затем выходное напряжение поднимается до заданного уровня. При отключении выхода его напряжение сначала снижается до нуля, а затем размыкаются его реле. **High impedance** (Высокий импеданс). При включении выхода сначала его напряжение поднимается до заданного уровня, а затем замыкаются его реле. При отключении выхода его реле размыкаются, а выходное напряжение остается на заданном уровне. Это уменьшает амплитуду импульсов тока, которые могут быть нежелательными при некоторых применениях.

Через дистанционный интерфейс

Задание скорости изменения напряжения 5 В/с:

VOLT:SLEW 5,(@1)

Задание максимальной скорости изменения напряжения:

VOLT:SLEW INF,(@1)

Задание минимальной скорости изменения:

VOLT:SLEW? MIN,(@1)

Задание скорости изменения тока 1 А/с:

CURR:SLEW 1,(@1)

Задание режима локального измерения для измерительных клемм передней панели:

VOLT:SENS:SOUR INT,(@1)

Задание режима дистанционного измерения для измерительных клемм передней панели:

VOLT:SENS:SOUR EXT,(@1)

Запрос настройки измерительных клемм передней панели:

VOLT:SENS:SOUR? (@1)

Этот запрос возвращает INT, если клеммы настроены на локальное измерение, и EXT, если они настроены на дистанционное измерение.

Задание предела мощности 50 Вт для выходов 1 и 2:

POW:LIM 50,(@1,2)

Задание максимального предела мощности для выходов 1 и 2:

POW:LIM MAX,(@1,2)

Задание значения по умолчанию для полосы пропускания выхода 1:

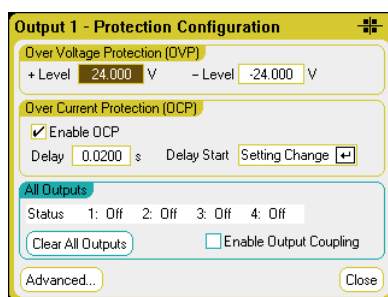
VOLT:BWID LOW,(@1)

Задание режима высокого импеданса для режима отключения выхода:

OUTP:TMOD HIGHZ,(@1)

Конфигурирование функций защиты

Функции защиты конфигурируются в окне Protection Configuration (Конфигурация защиты). Нажмите клавишу **Settings** (Настройки), чтобы открыть окно Source Settings (Настройки источника). Выберите кнопку **Protection** (Защита). Затем нажмите клавишу **Enter** (Ввод).



Over Voltage Protection (Защита от перенапряжения). Защита от перенапряжения (ЗПН) отключает выход, если выходное напряжение достигает уровня ЗПН. Чтобы включить защиту от перенапряжения, введите значение перенапряжения в поле +Level (+Уровень).

В моделях N678xA SMU схема ЗПН выполняет измерение напряжения на 4-проводных измерительных клеммах, а не на выходных клеммах. Это позволяет более точно контролировать перенапряжение непосредственно на нагрузке. Описание функции ЗПН см. в разделе «Особенности защиты от перенапряжения» главы 2. Эти модели также имеют защиту от отрицательного напряжения, которая отключает выход при обнаружении отрицательного напряжения. Имейте в виду, что для модели Keysight N6784A можно настроить уровень защиты от отрицательного перенапряжения. Для этого введите значение в поле -Level (-Уровень).

Для моделей Keysight N6783A можно также задать задержку, чтобы предотвратить срабатывание защиты при кратковременном перенапряжении. Для этого введите значение в поле **Delay** (Задержка). Эти модели также имеют защиту от отрицательного напряжения, которая отключает выход при обнаружении отрицательного напряжения.

Over Current Protection (Защита от сверхтока). Если включена защита от сверхтока (ЗСТ), анализатор питания пост. тока отключает выход, если выходной ток достигает заданного предела, вызывая переход из режима стабилизации напряжения в режим стабилизации тока. Чтобы включить защиту от сверхтока, установите флажок **Enable OCP** (Включить ЗСТ).

Имейте в виду, что можно также задать задержку в поле **Delay** (Задержка), чтобы предотвратить срабатывание ЗСТ при кратковременном переходе из режима стабилизации напряжения

в режим стабилизации тока. Задержка может иметь значение от 0 до 0,255 секунды. Можно также в поле Delay Start (Запуск задержки) выбрать, когда будет запускаться задержка срабатывания ЗСТ, при *любом* переходе в режим стабилизации тока или только в конце изменения настроек напряжения, тока и состояния выхода. Дополнительную информацию см. в разделе «Задержка для режима стабилизации тока» главы 6.

All Outputs (Все выходы) — в поле **Status** (Состояние) этого раздела отображается состояние всех выходов. Этот индикатор также отображается в левом нижнем углу экрана каждого выхода в режиме измерителя. Когда срабатывает защита, анализатор питания пост. тока отключает соответствующий выход, а индикатор состояния показывает, какая функция защиты сработала.

OV	Защита от перенапряжения.
OV–	Защита от отрицательного напряжения. Имеется только в Keysight N678xA SMU и N6783A-BAT/MFG.
OC	Защита от сверхтока.
OT	Защита от перегрева.
Osc	Защита от колебаний на выходе. Имеется только в Keysight N678xA SMU.
PF	Сбой питания в сети переменного тока.
CP+	Превышен положительный предел мощности. Дополнительную информацию см. в главе 6.
CP–	Превышен отрицательный предел мощности. Дополнительную информацию см. в главе 6.
Prot	Выдан сигнал связанной защиты или истекло время сторожевого таймера.
Inh	Получен сигнал запрета. Дополнительную информацию см. в приложении С.

Clear All Outputs (Сбросить все выходы). Чтобы сбросить сработавшую защиту, сначала устраните условие, вызвавшее ее срабатывание. Затем выберите кнопку **Clear All Outputs** (Сбросить все выходы). Это сбросит функцию защиты и возвратит выход в прежнее рабочее состояние.

Enable Output Coupling (Разрешить связывание выходов). Установка этого флажка поля позволяет связать выходы, чтобы при срабатывании защиты одного выхода отключались и остальные выходы.

Кнопка **Advanced** (Дополнительно). Открывает окно Advanced Protection (Дополнительная защита), в котором можно настроить дополнительные свойства защиты. Выберите кнопку Advanced (Дополнительно).

Через дистанционный интерфейс

Задание уровня ЗПН 10 В для выходов 1 и 2:

VOLT:PROT 10,(@1,2)

Включение ЗСТ для выходов 1 и 2:

CURR:PROT:STAT 1,(@1,2)

Задание задержки срабатывания ЗСТ 10 мс:

CURR:PROT:DEL.01,(@1,2)

Запуск таймера задержки при ЛЮБОМ переходе в режим стабилизации тока:

CURR:PROT:DEL:STAR CCTR, (@1,2)

Запуск таймера задержки при изменении настроек тока или напряжения на выходе:

CURR:PROT:DEL:STAR SCH, (@1,2)

Разрешение связывания защиты выходов:

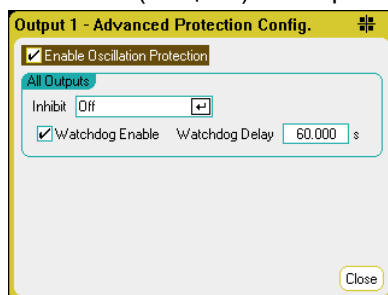
OUTP:PROT:COUP ON

Сброс защиты, сработавшей на выходе 1:

OUTP:PROT:CLE (@1)

Конфигурирование дополнительной защиты

Нажмите клавишу **Settings** (Настройки), чтобы открыть окно Source Settings (Настройки источника). Выберите кнопку Protection (Защита). Выберите кнопку **Advanced** (Дополнительно).



All Outputs (Все выходы). В этом разделе можно настроить поведение входа сигнала запрета (цифровой контакт 3) задней панели при получении внешнего сигнала отключения. Для этого выберите в поле Inhibit (Запрет) либо Latched (Фиксированный), либо Live (Динамический). При выборе Off (Откл.) внешние сигналы запрета игнорируются. Дополнительную информацию см. в приложении С.

Watchdog (Сторожевой таймер). Позволяет настроить для всех выходов функцию сторожевого таймера. Если этот сторожевой таймер включен, все выходы перейдут в режим защиты, если в дистанционных интерфейсах (USB, LAN, GPIB) в течение заданного периода отсутствует активность, связанная с SCPI-вводом-выводом. Учтите, что функция сторожевого таймера НЕ сбрасывается действиями на передней панели или при использовании веб-сервера — выходы все равно отключатся по истечении заданного периода времени.

Хотя по истечении этого периода времени выходы отключатся, их запрограммированное состояние не изменится. Это состояние отображается на передней панели с помощью индикатора Prot. Значение задержки можно задавать в диапазоне от 1 до 3600 секунд с шагом 1 с.

Enable Oscillation Protection (Включить защиту от колебаний). Этот флажок доступен только для моделей Keysight N678xA SMU. Если размыкание измерительных проводов или превышение емкостью нагрузки допустимых пределов приводит к возникновению колебаний на выходе, функция защиты от колебаний обнаруживает их и отключает выход. Это состояние отображается на передней панели с помощью индикатора **Osc**.

Через дистанционный интерфейс

Программирование использования сигнала запрета для отключения:

```
DIG:PIN3:FUNC INH
```

Настройка полярности контакта 3:

```
DIG:PIN3:POL POS
```

Включение сторожевого таймера и задание задержки 15 мин. (900 с):

```
OUTP:PROT:WDOG ON
OUTP:PROT:WDOG:DEL 900
```

Включение защиты от колебаний:

```
OUTP:PROT:OSC ON, (@1)
```

Использование генератора сигналов произвольной формы

Каждый выход анализатора питания пост. тока может быть промодулирован встроенным генератором сигналов произвольной формы (Arb). Это позволяет выходу работать в качестве генератора переходных процессов пост. тока или генератора сигналов произвольной формы. Максимальная полоса пропускания выхода зависит от типа установленного модуля питания. Дополнительную информацию см. в «Руководстве по характеристикам семейства модульных систем питания Keysight N6700». См. примечание в начале приложения A.

Генератор сигналов произвольной формы имеет переменный период выдержки, на протяжении которого каждый сигнал поддерживает заданное напряжение или ток. Сигналы могут генерироваться путем задания небольшого числа точек. Например, импульс можно определить заданием всего трех точек. В то время как синусоидальные, нарастающие, трапецеидальные и экспоненциальные сигналы имеют до 100 точек, определяющих части их формы, которая непрерывно изменяется. Сигналы с постоянной выдержкой могут иметь до 65 535 точек.

Каждый сигнал может быть настроен на непрерывный повтор или на повтор заданное количество раз. Например, чтобы сформировать последовательность из 10 одинаковых импульсов, можно запрограммировать параметры одного импульса, а затем указать, что он должен повторяться 10 раз.

Для пользовательских сигналов можно задать до 511 точек-шагов напряжения или тока. При этом для каждой из 511 точек-шагов можно задать разное время выдержки. Выход будет пошагово проходить через заданные пользователем значения, оставаясь в каждой точке в течение заданного времени выдержки, а затем переходя к следующей точке.

Можно также объединять несколько отдельных сигналов произвольной формы в одну Arb-последовательность, если общее число точек всех сигналов не превышает 511.

В следующих разделах приведены примеры конфигурирования импульсных СПФ, определяемых пользователем СПФ, СПФ с постоянной выдержкой и последовательностей СПФ, которые являются комбинацией произвольных сигналов, объединенных в последовательности.

Конфигурирование импульсных СПФ

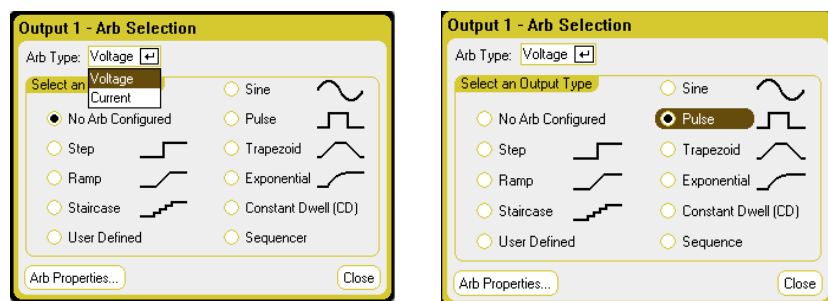
ПРИМЕЧАНИЕ

Основные шаги в этом примере совпадают с шагами, которые используются при программировании сигналов, имеющих форму синусоиды, ступеньки, наклонной линии, лесенки и экспоненты. Единственным их отличием являются отдельные параметры сигналов. Эти различия описаны в справочном разделе в конце этой главы.

Шаг 1. Выберите импульсный СПФ напряжения или тока

Нажмите клавишу **Arb** дважды или же нажмите клавишу **Arb**, а затем **Properties** для входа в окно Arb Selection (Выбор СПФ).

В раскрывающемся списке Arb Type (Тип СПФ) выберите **Voltage** (Напряжение) или **Current** (Ток). Затем выберите **Pulse** (Импульс) в разделе Select an Output Type (Выберите тип сигнала).



Шаг 2. Конфигурирование свойств импульсного СПФ

Нажмите клавишу или выберите кнопку **Arb Properties** (Свойства СПФ), чтобы настроить параметры импульса.

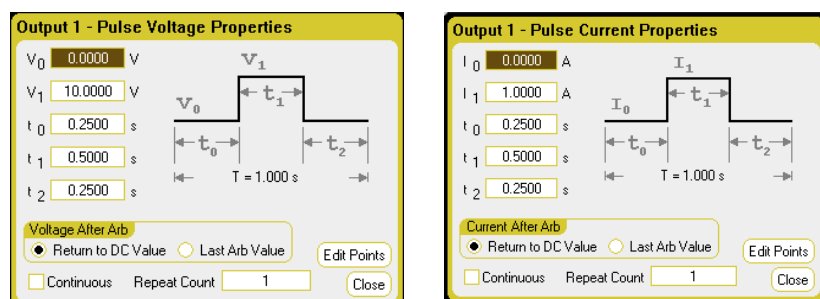
Введите значения напряжения или тока для уровня сигнала до и после импульса (V_0 или I_0). Введите амплитуду импульса (V_1 или I_1).

Введите время выдержки до начала импульса t_0 , самого импульса t_1 и после его окончания t_2 .

Укажите, что произойдет, когда импульс завершится, то есть выберите, возвратится ли выход к значению, которое действовало до начала импульса, или останется на уровне последнего значения СПФ.

Укажите, должен ли СПФ повторяться непрерывно или только заданное количество раз. Если число повторов равно 1, сигнал произвольной формы запустится только один раз.

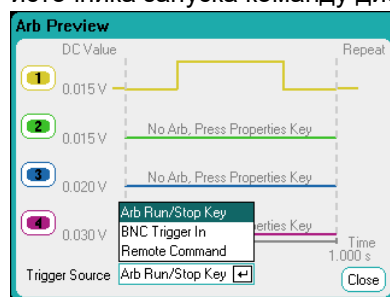
Выберите кнопку **Edit Points** (Редактировать точки), чтобы преобразовать параметры в определенный пользователем СПФ.



Шаг 3. Выберите источник запуска

Чтобы указать источник запуска для сигналов произвольной формы, нажмите клавишу **Arb**, а затем выберите поле Trigger Source (Источник запуска). Для запуска всех сигналов произвольной формы будет использоваться один и тот же источник запуска.

Вариант Arb Run/Stop Key (Клавиша **Arb Run/Stop**) задает в качестве источника запуска клавишу Arb Run/Stop передней панели. Вариант BNC Trigger In (BNC-вход запуска) задает в качестве источника запуска BNC-разъем Input (Вход) задней панели. Вариант Remote Command (Дистанционная команда) задает в качестве источника запуска команду дистанционного интерфейса.



Шаг 4. Предварительный просмотр и запуск СПФ

Диалоговое окно предварительного просмотра СПФ, показанное выше, обеспечивает предварительный просмотр импульсного сигнала, который будет запущен на выходе 1.

Нажмите клавишу **Meter View** или **Scope View** для отображения СПФ.

Нажмите клавишу Output 1 **On** для включения выхода.

Нажмите клавишу **Arb Run/Stop** для запуска СПФ.

Через дистанционный интерфейс

Следующие команды выбирают, программируют и запускают импульс напряжения на выходе 1:

```
ARB:FUNC:TYPE VOLT,(@1)
ARB:FUNC:SHAP PULS,(@1)
ARB:VOLT:PULS:STAR 0,(@1)
ARB:VOLT:PULS:TOP 10,(@1)
ARB:VOLT:PULS:STAR:TIM .25,(@1)
ARB:VOLT:PULS:TOP:TIM .5,(@1)
ARB:VOLT:PULS:END:TIM .25,(@1)
ARB:TERM:LAST OFF,(@1)
```

Настройка системы запуска и запуск СПФ:

```
VOLT:MODE ARB,(@1)
TRIG:ARB:SOUR BUS
OUTP ON,(@1)
INIT:TRAN(@1)
*TRG
```


Конфигурирование пользовательских СПФ

Пользовательские СПФ могут содержать до 511 шагов напряжения или тока, которые вводятся индивидуально в окне пользовательских свойств.

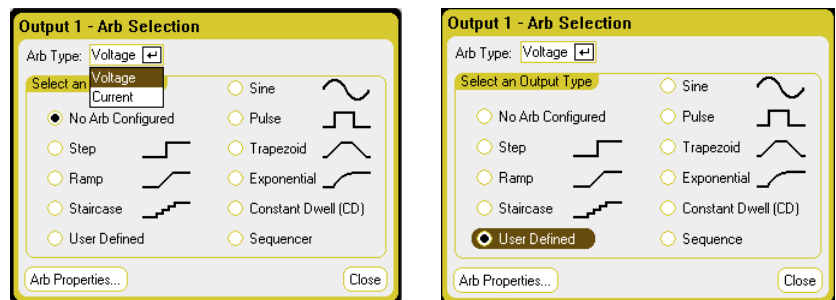
Можно также заполнить ячейки пользовательских значений напряжения или тока значениями из ранее настроенного «стандартного» сигнала произвольной формы, а затем отредактировать шаги в окне пользовательских свойств.

Чтобы преобразовать один из стандартных Arb-сигналов, задайте стандартные параметры СПФ, а выберите кнопку **Edit Points** (Изменить точки), чтобы заполнить пользовательский сигнал значениями из стандартного Arb-сигнала.

Кроме того, можно импортировать пользовательский СПФ, который был ранее создан с помощью электронной таблицы, как это описано далее в разделе «Импорт/экспорт данных пользовательского СПФ и СПФ с пост. выдержкой» этой главы.

Шаг 1. Выберите пользовательский СПФ напряжения или тока

Нажмите **Arb** дважды или же нажмите клавишу Arb, а затем **Properties** для входа в окно **Arb Selection** (Выбор СПФ). В раскрывающемся списке **Arb Type** (Тип СПФ) выберите **Voltage** (Напряжение) или **Current** (Ток). Затем выберите **Pulse** (Импульс) в разделе **Select an Output Type** (Выберите тип сигнала).



Шаг 2. Конфигурирование свойств пользовательского СПФ

Чтобы сконфигурировать параметры пользовательского сигнала, нажмите клавишу **Properties** (Свойства) или выберите кнопку **Arb Properties** (Свойства СПФ).

Введите значение напряжения или тока для шага 0. Затем введите для этого шага время выдержки. Установите флажок **Trigger** (Запуск), если хотите генерировать внешний сигнал запуска в начале шага.

Выберите кнопку **Add** (Добавить), чтобы вставить новый шаг ниже выбранного шага. Обратите внимание, что значения для нового шага копируются из предыдущего шага. Отредактируйте значения для этого шага. Выберите кнопку **Clear** (Очистить), если хотите удалить все значения. Выберите кнопку **Delete** (Удалить), если хотите удалить выбранный шаг. Продолжайте добавлять шаги, пока не получите нужный сигнал. Используйте клавиши навигации **▲ ▼** для перемещения по списку.

Укажите, что произойдет, когда сигнал завершится, то есть выберите, возвратится ли выход к значению, которое действовало до начала

сигнала, или останется на уровне последнего значения СПФ.

Укажите, должен ли СПФ повторяться непрерывно или только заданное количество раз. Если число повторов равно 1, СПФ запустится только один раз.

Output 1 - User Defined Voltage Properties

Step	Voltage	Time	Trig Out
0	10.0000	1.0000	
1	20.0000	2.0000	
2	30.0000	3.0000	✓
3	40.0000	2.0000	
4	50.0000	1.0000	

Voltage After Arb
☒ Return to DC Value ☐ Last Arb Value
☐ Continuous Repeat Count: 1

Output 1 - User Defined Current Properties

Step	Current	Time	Trigger
0	1.0000	1.0000	
1	2.0000	2.0000	
2	3.0000	3.0000	✓
3	4.0000	2.0000	
4	5.0000	1.0000	

Current After Arb
☒ Return to DC Value ☐ Last Arb Value
☐ Continuous Repeat Count: 1

Шаг 3. Экспорт или импорт данных пользовательского СПФ

По окончании настройки пользовательского СПФ можно сохранить список СПФ в файле, используя кнопку **Export** (Экспорт). И наоборот, если ранее был создан или сохранен файл пользовательских данных, можно импортировать список СПФ, используя кнопку **Import** (Импорт).

Для получения информации о том, как создавать CSV-файлы данных тока или напряжения см. далее в разделе «Импорт/экспорт данных пользовательского СПФ и СПФ с пост. выдержкой» этой главы.

Выберите CSV-файл со списком СПФ. При импорте укажите выход, где будет запускаться пользовательский СПФ. При экспорте укажите выход, из которого нужно экспортировать СПФ.

В разделе Path/Filename (Путь/имя файла) выберите кнопку Browse (Обзор) и выберите местоположение, где храниться импортируемый файл или где будет сохранен экспортируемый файл. Internal:\ — означает внутреннюю память прибора. External:\ — означает разъем Memoq на передней панели.

Выберите кнопку **Import** (Импорт), чтобы импортировать файл. Выберите кнопку **Export** (Экспорт), чтобы экспортировать файл.

File

Action: Import

Type: Arb (.csv) Output 1

Path \ File Name: Internal\

Drive: Internal
Capacity: 60.48 Mbytes Free: 60.32 Mbytes
Label: INTERNAL
Description: M-Systems/uDiskOnChip

File

Action: Export

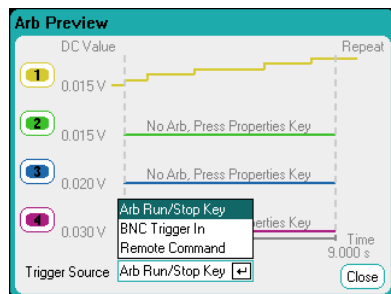
Type: Arb (.csv) Output 1

Path \ File Name: Internal\arb1.csv

Шаг 4. Выберите источник запуска

Чтобы указать источник запуска для сигналов произвольной формы, нажмите клавишу Arb, а затем выберите поле **Trigger Source** (Источник запуска). Для запуска всех сигналов произвольной формы будет использоваться один и тот же источник запуска.

Вариант **Arb Run/Stop Key** (Клавиша Arb Run/Stop) задает в качестве источника запуска клавишу Arb Run/Stop передней панели. Вариант **BNC Trigger In** (BNC-вход запуска) задает в качестве источника запуска BNC-разъем Input (Вход) задней панели. Вариант **Remote Command** (Дистанционная команда) задает в качестве источника запуска команду дистанционного интерфейса.



Шаг 5. Предварительный просмотр и запуск СПФ

Диалоговое окно предварительного просмотра СПФ, показанное выше, обеспечивает предварительный просмотр пользовательского сигнала, который будет запущен на выходе 1. Нажмите клавишу **Meter View** или **Scope View** для отображения СПФ. Нажмите клавишу **On** для включения выхода. Нажмите клавишу **Arb Run/Stop** для запуска СПФ.

Через дистанционный интерфейс

Следующие команды выбирают, программируют и запускают пользовательский сигнал напряжения на выходе 1:

```
ARB:FUNC:TYPE VOLT,(@1)
ARB:FUNC:SHAP UDEF,(@1)
ARB:VOLT:UDEF:LEV 10,20,30,40,50,(@1)
ARB:VOLT:UDEF:DWEL 1,2,3,2,1,(@1)
ARB:VOLT:UDEF:BOST 0,0,1,0,0,(@1)
ARB:TERM:LAST OFF,(@1)
```

Настройка системы запуска и запуск Arb:

```
VOLT:MODE ARB,(@1)
TRIG:ARB:SOUR BUS
OUTP ON,(@1)
INIT:TRAN(@1)
*TRG
```

Конфигурирование СПФ с постоянной выдержкой

СПФ с постоянной выдержкой — это уникальный тип СПФ, который имеет некоторые полезные отличия от других типов. СПФ с постоянной выдержкой не ограничены 511 точками и могут содержать до 65 535 точек. В отличие от других СПФ, в них нет отдельных значений выдержки, связанных с каждой точкой — в каждой точке СПФ с постоянной выдержкой используется одно и то же значение выдержки. Кроме того, минимальное время выдержки СПФ с постоянной выдержкой составляет 10,24 микросекунды, а не 1 микросекунда как в других СПФ.

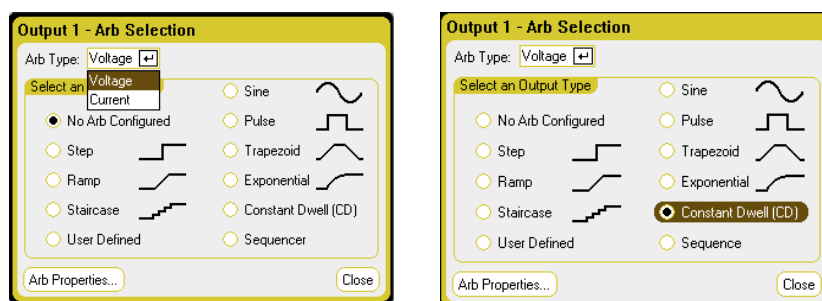
СПФ с постоянной выдержкой может запускаться параллельно другим СПФ на других выходах. Если СПФ с постоянной выдержкой запускаются нескольких выходах, все они должны иметь одинаковое время выдержки. Если задается число повторов, все СПФ с постоянной выдержкой должны иметь одинаковую длину и одинаковое число повторов.

Поскольку СПФ с постоянной выдержкой может иметь такое большое количество точек, вводить индивидуальные значения напряжения или тока для каждой точки с передней панели нельзя. Вместо этого данные СПФ с постоянной выдержкой необходимо импортировать в прибор из файла. Это объясняется в этой главе позже, в разделе «Импорт/экспорт данных пользовательского СПФ и СПФ с пост. выдержкой».

Шаг 1. Выберите Arb напряжения или тока с пост. выдержкой

Нажмите клавишу **Arb** дважды или же нажмите клавишу **Arb**, а затем **Properties** для входа в окно Arb Selection (Выбор СПФ).

В раскрывающемся списке Arb Type (Тип СПФ) выберите **Voltage** (Напряжение) или **Current** (Ток). Затем выберите **Constant-Dwell** (Пост. выдержка) в разделе Select an Output Type (Выберите тип сигнала).



Шаг 2. Конфигурирование свойств СПФ с пост. выдержкой

Чтобы сконфигурировать параметры сигнала с пост. выдержкой, нажмите клавишу **Properties** (Свойства) или выберите кнопку **Arb Properties** (Свойства СПФ).

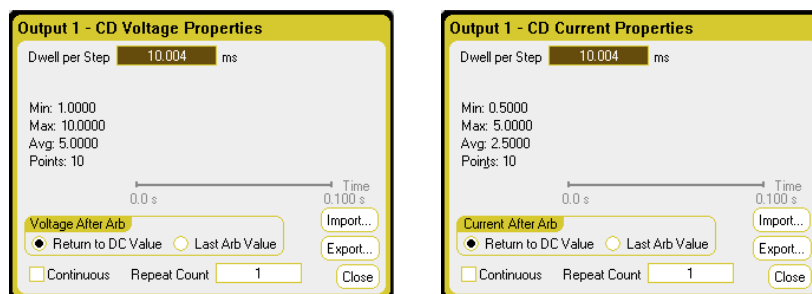
Используйте кнопку **Import** (Импорт) для импорта ранее созданного СПФ с пост. выдержкой. И наоборот, используйте кнопку **Export** (Экспорт), чтобы экспортировать СПФ с пост. выдержкой в файл.

По завершении импорта файла в окне Arb Properties (Свойства СПФ) появится следующая информация об Arb: минимальное значение, максимальное значение, среднее значение, длина в точках и общее время.

Значение выдержки для шага СПФ можно после импорта изменить. При импорте файла СПФ время выдержки, указанное в файле, появится в поле Dwell per step (Выдержка на шаг).

Укажите, что произойдет с выходом, когда сигнал завершится, то есть выберите, возвратится ли выход к значению, которое действовало до начала сигнала или останется на уровне последнего значения СПФ.

Укажите, должен ли СПФ повторяться непрерывно или только заданное количество раз. Если число повторов равно 1, СПФ запустится только один раз.



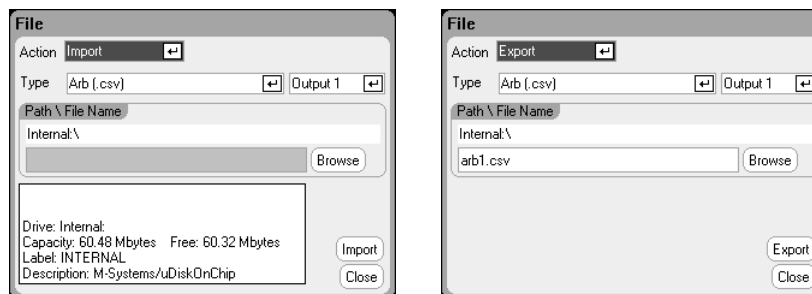
Шаг 3. Импорт или экспорт данных СПФ с пост. выдержкой

Для получения информации о том, как создавать CSV-файлы данных тока или напряжения см. далее в разделе «Импорт/экспорт данных пользовательского СПФ и СПФ с пост. выдержкой» этой главы.

Выберите CSV-файл со списком СПФ. При импорте укажите выход, где будет запускаться Arb с пост. выдержкой. При экспорте укажите выход, из которого нужно экспортировать СПФ.

В разделе Path/Filename (Путь/имя файла) выберите кнопку Browse (Обзор) и выберите местоположение, где храниться импортируемый файл или где будет сохранен экспортируемый файл. Internal:\ — означает внутреннюю память прибора. External:\ — означает разъем Memoq на передней панели.

Выберите кнопку **Import** (Импорт), чтобы импортировать файл. Выберите кнопку **Export** (Экспорт), чтобы экспортировать файл.

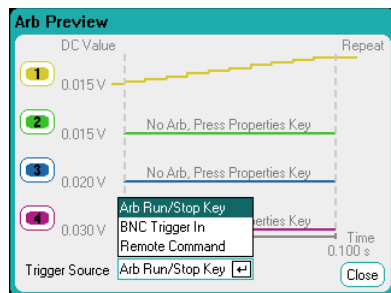


Шаг 4. Выберите источник запуска

Чтобы указать источник запуска для сигналов произвольной формы, нажмите клавишу СПФ, а затем выберите поле **Trigger Source** (Источник запуска). Для запуска всех сигналов произвольной формы будет использоваться один и тот же источник запуска.

Вариант Arb Run/Stop Key (Клавиша Arb Run/Stop) задает в качестве источника запуска клавишу **Arb Run/Stop** передней панели. Вариант

BNC Trigger In (BNC-вход запуска) задает в качестве источника запуска BNC-разъем Input (Вход) задней панели. Вариант Remote999 Command (Дистанционная команда) задает в качестве источника запуска команду дистанционного интерфейса.



Шаг 5. Предварительный просмотр и запуск СПФ

Диалоговое окно предварительного просмотра СПФ, показанное выше, обеспечивает предварительный просмотр сигнала с пост. выдержкой, который будет запущен на выходе 1.

Нажмите клавишу **Master View** или **Scope View** для отображения СПФ.

Нажмите клавишу **On** в группе Output 1.

Нажмите клавишу **Arb Run/Stop** для включения выхода.

Через дистанционный интерфейс

Следующие команды выбирают, программируют и запускают сигнал напряжения с пост. выдержкой на выходе 1:

```
ARB:FUNC:TYPE VOLT,(@1)
```

```
ARB:FUNC:SHAP CDW,(@1)
```

```
ARB:VOLT:CDW:DWEL .01,(@1)
```

```
ARB:VOLT:CDW 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,(@1)
```

```
ARB:TERM:LAST OFF,(@1)
```

Список уровней с пост. выдержкой может представлять собой список разделенных запятыми ASCII-значений (настройка по умолчанию) или может передаваться для повышения производительности как двоичный блок фиксированной длины, как описано в IEEE 488.2.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если используется отправка данных в виде двоичного блока фиксированной длины, прибор распознает этот формат данных, но необходимо указать ему порядок байтов. Для получения дополнительной информации см. раздел «Форматы данных измерений» главы 6.

Настройка системы запуска и запуск Arb с пост. выдержкой:

```
VOLT:MODE ARB,(@1)
```

```
TRIG:ARB:SOUR BUS
```

```
OUTP ON,(@1)
```

```
INIT:TRAN(@1)
```

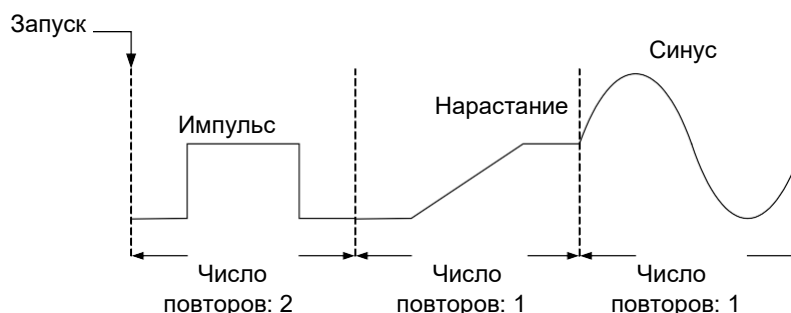
```
*TRG
```

Конфигурирование последовательности СПФ

Последовательность СПФ позволяет запускать несколько различных сигналов один за другим. В последовательность СПФ может быть включен любой из стандартных типов СПФ, за исключением СПФ с пост. выдержкой. Все СПФ в последовательности должны быть одного типа — напряжения или тока.

Как и в случае одиночных СПФ, каждый сигнал в последовательности имеет свой собственный счетчик повторов, может быть настроен на продвижение по выдержке или по сигналу запуска и может быть настроен на непрерывный повтор. Учтите также, что можно задать счетчик повторов для всей последовательности, и ее также можно настроить на непрерывный повтор.

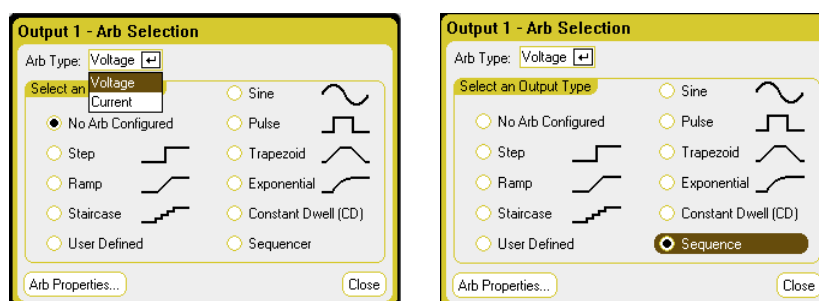
На следующем рисунке показана последовательность, состоящая из импульсного СПФ, нарастающего СПФ и синусоидального СПФ. Число повторов показывает, сколько раз повторяется каждый СПФ, прежде чем перейти к СПФ следующего типа.



Шаг 1. Выберите последовательность СПФ напряжения или тока

Нажмите клавишу **Arb** дважды или же нажмите клавишу **Arb**, а затем **Properties** для входа в окно Arb Selection (Выбор СПФ).

В раскрывающемся списке Arb Type (Тип СПФ) выберите **Voltage** (Напряжение) или **Current** (Ток). Затем выберите **Sequence** (Последовательность) в разделе Select an Output Type (Выберите тип сигнала).



Шаг 2. Конфигурирование последовательности СПФ

Чтобы сконфигурировать параметры последовательности СПФ, нажмите клавишу **Properties** или выберите кнопку **Arb Properties** (Свойства СПФ).

Выберите тип Arb для шага 0 в раскрывающемся списке **Name** (Имя). Выберите кнопку **Edit** (Изменить) или нажмите клавишу **Properties** (Свойства), чтобы изменить сигнал. В приведенном ниже примере

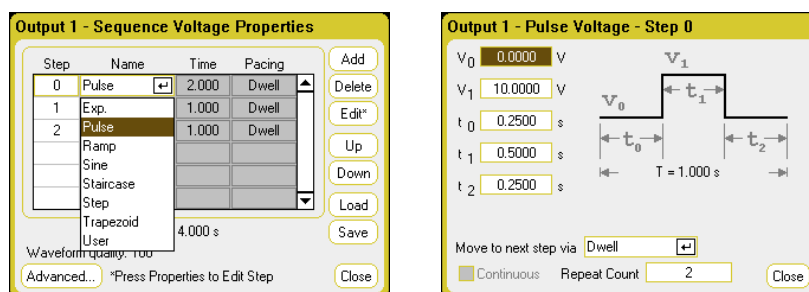
показан импульсный тип сигнала. Информацию о настройке параметров импульса см. в разделе «Конфигурирование импульсных СПФ». Единственным дополнительным шагом является выбор способа продвижения. В конце шага необходимо указать, будет ли следующий шаг запускаться по истечении времени выдержки или при получении внешнего сигнала запуска.

После завершения шага в поле **Time** (Время) отобразится время, выделенное для этого шага. В поле **Pacing** (Продвижение) будет показан способ перехода к *следующему* шагу: выдержка или внешний сигнал.

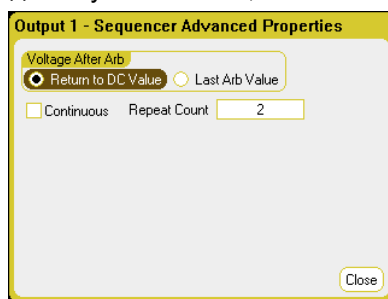
Выберите кнопку **Add** (Добавить), чтобы вставить новый шаг ниже выбранного шага. Обратите внимание, что значения для нового шага копируются из предыдущего шага. Выберите и измените другой СПФв раскрывающемся списке **Name** (Имя). Выберите кнопку **Delete** (Удалить), если хотите удалить выбранный шаг. Продолжайте добавлять шаги, пока не получите нужную последовательность. Для перемещения по списку используйте кнопки **Up** (Вверх) и **Down** (Вниз) или клавиши навигации **▲ ▼**.

В поле **Total Time** (Общее время) показывается общее время выполнения последовательности.

В поле **Waveform Quality** (Качество сигнала) показывается количество точек, выделенных частям сигнала, которые непрерывно меняются во времени: синусоидальным, нарастающим, трапецидальным и экспоненциальным. Обычно каждая непрерывная секция аппроксимируется с помощью 100 точек, но после добавления сигналов к последовательности Arb это может привести к превышению предела в 511 точек. Чем больше сигналов добавляется в последовательность, тем меньше точек выделяется (минимум 16).



Используя кнопку **Advanced** (Дополнительно), укажите, что произойдет с выходом, когда последовательность завершится, то есть выберите, возвратится ли выход к значению, которое действовало до запуска сигнала, или останется на уровне последнего значения



СПФ. Укажите также, должна ли последовательность СПФ повторяться непрерывно или только заданное количество раз. Если число повторов равно 2, последовательность СПФ запустится дважды.

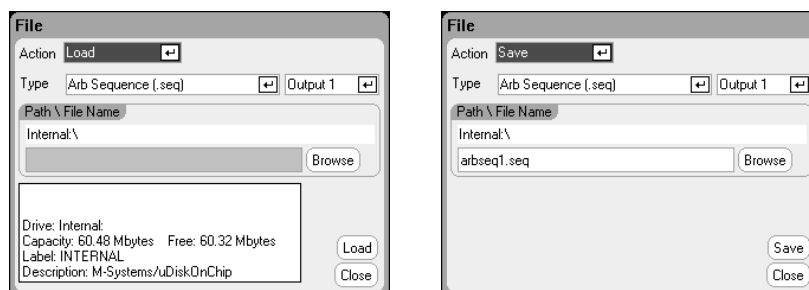
Шаг 3. Сохранение и загрузка последовательности СПФ

Последовательности СПФ сохраняются в файлах состояния прибора, но можно сохранять их в отдельные от других параметров прибора файлы и загружать оттуда, используя кнопки **Save** (Сохранить) и **Load** (Загрузить).

Выберите тип файла последовательности — «.seq». При загрузке последовательности укажите выход, в котором будет запускаться последовательность. При сохранении укажите выход, из которого нужно сохранить СПФ.

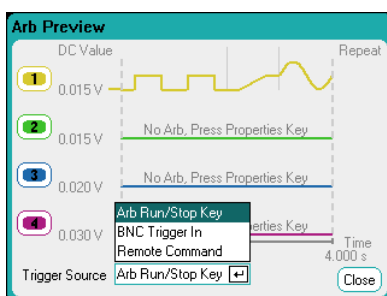
В разделе Path/Filename (Путь/имя файла) выберите кнопку Browse (Обзор) и выберите местоположение, где храниться импортируемый файл или где будет сохранен экспортируемый файл. Internal:\ — означает внутреннюю память прибора. External:\ — означает разъем Мемогу на передней панели.

Выберите кнопку **Load** (Загрузить), чтобы загрузить файл. Выберите кнопку **Save** (Сохранить), чтобы сохранить файл.



Шаг 4. Выберите источник запуска

Чтобы указать источник запуска для сигналов произвольной формы, нажмите клавишу **Arb**, а затем выберите поле **Trigger Source** (Источник запуска). Для запуска всех сигналов произвольной формы будет использоваться один и тот же источник запуска.



Вариант **Arb Run/Stop Key** (Клавиша Arb Run/Stop) задает в качестве источника запуска клавишу Arb Run/Stop передней панели. Это означает, что СПФ будет запущен сразу после ее нажатия. Вариант **BNC Trigger In** (BNC-вход запуска) задает в качестве источника запуска BNC-разъем Input (Вход) задней панели. Вариант **Remote Command** (Дистанционная команда) задает в качестве источника запуска команду дистанционного интерфейса.

Шаг 5. Предварительный просмотр и запуск СПФ

Диалоговое окно предварительного просмотра СПФ, показанное выше, обеспечивает предварительный просмотр последовательности СПФ, которая будет запущена на выходе 1.

Нажмите клавишу **Meter** или **Scope View** для отображения СПФ.
Нажмите клавишу **On** в группе Output 1 для включения выхода.
Нажмите клавишу **Arb/Stop** для запуска СПФ.

Через дистанционный интерфейс

При создании и редактировании последовательности СПФ учтите следующее:

- Тип функции СПФ (напряжение или ток) должен соответствовать типу СПФ, указанному на каждом шаге последовательности.
- Шаги последовательности должны задаваться последовательно. *Последним* значением в списке параметров является номер шага последовательности.
- При добавлении типа шага необходимо ввести все параметры.

Следующие команды программируют последовательность, состоящую из импульсных, нарастающих и синусоидальных СПФ с импульсным СПФ, который повторяется дважды.

Настройка последовательности сигналов напряжения для выхода 1:

```
ARB:FUNC:TYPE VOLT,(@1)
ARB:FUNC:SHAP SEQ,(@1)
ARB:SEQ:RESet (@1)
```

Программирование импульса напряжения для шага 0:

```
ARB:SEQ:STEP:FUNC:SHAP PULS,0,(@1)
ARB:SEQ:STEP:VOLT:PULS:STAR:TIM 0.25,0,(@1)
ARB:SEQ:STEP:VOLT:PULS:TOP 10.0,0,(@1)
ARB:SEQ:STEP:VOLT:PULS:TOP:TIM 0.5,0,(@1)
ARB:SEQ:STEP:VOLT:PULS:END:TIM 0.25,0,(@1)
```

Программирование роста напряжения для шага 1:

```
ARB:SEQ:STEP:FUNC:SHAP RAMP,1,(@1)
ARB:SEQ:STEP:VOLT:RAMP:STAR:TIM 0.25,1,(@1)
ARB:SEQ:STEP:VOLT:RAMP:END 10.0,1,(@1)
ARB:SEQ:STEP:VOLT:RAMP:RTIM 0.5,1,(@1)
ARB:SEQ:STEP:VOLT:RAMP:END:TIM 0.25,1,(@1)
```

Программирование синусоиды для шага 2:

```
ARB:SEQ:STEP:FUNC:SHAP SIN,2,(@1)
ARB:SEQ:STEP:VOLT:SIN:FREQ 0.0167,2,(@1)
ARB:SEQ:STEP:VOLT:SIN:OFFS 10.0,2,(@1)
ARB:SEQ:STEP:VOLT:SIN:AMPL 20.0,2,(@1)
```

Повтор шага 0 дважды:

```
ARB:SEQ:STEP:COUN 2,0,(@1)
```

Задание продвижения на шаг 2 сигналом запуска:

```
ARB:SEQ:STEP:PAC TRIG,2,(@1)
```

Выбор источника запуска для шага 2:

```
TRIG:ARB:SOUR BUS,2,(@1)
```

Завершение последовательности последним значением СПФ:

```
ARB:SEQ:TERM:LAST ON,(@1)
```

Повторение всей последовательности дважды:

```
ARB:SEQ:COUN 3,(@1)
```

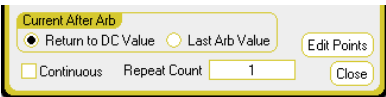
Настройка системы запуска и запуск последовательности:

```
VOLT:MODE ARB,(@1)
TRIG:ARB:SOUR BUS
OUTP ON,(@1)
INIT:TRAN(@1)
*TRG
```

Параметры сигнала произвольной формы

Общие параметры

Следующие свойства являются общими для большинства функций СПФ.



Параметр	Описание
Return to DC Value	Параметр возвращается к значению, которое действовало до запуска СПФ.
Last Arb Value	По завершении СПФ настройка параметра остается на последнем значении СПФ.
Edit Points	Создайте пользовательский СПФ на основе имеющихся значений. Это позволяет редактировать определенные точки стандартного сигнала произвольной формы.
Continuous Repeat Count	Флажок непрерывного повтора СПФ. Число повторов СПФ. Исключая СПФ с пост. выдержкой, максимальное число повторов составляет 16 миллионов.
Close	Максимальное число повторов СПФ напряжения и тока с пост. выдержкой равно 256. Выполняет сохранение и закрывает окно Properties (Свойства).

Через дистанционный интерфейс

Параметр возвращается к значению, которое действовало до запуска СПФ.

ARB:TERM:LAST OFF,(@1)

По завершении СПФ настройка параметра остается на последнем значении СПФ.

ARB:TERM:LAST ON,(@1)

Создание пользовательского СПФ тока или напряжения на основе текущих значений свойства СПФ:

ARB:CURR:CONV (@1)

ARB:VOLT:CONV (@1)

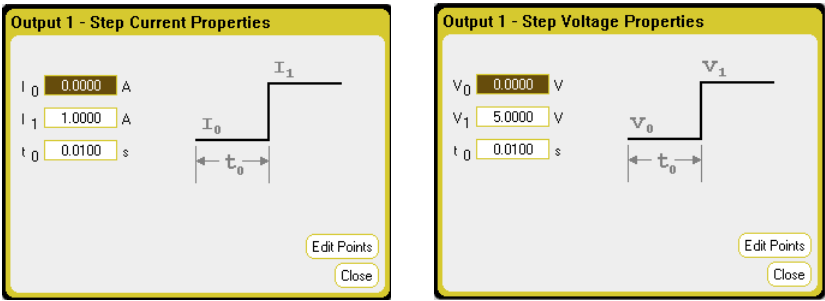
Флажок непрерывного повтора СПФ:

ARB:COUN INF,(@1)

Число повторов СПФ.

ARB:COUN 10,(@1)

Параметры ступеньки



Параметр	Описание
Start Setting (I_0 или V_0)	Настройка до начала ступеньки.
End Setting (I_1 или V_1)	Настройка после конца ступеньки.
Delay (T_0)	Задержка начала ступеньки после получения сигнала запуска.

Через дистанционный интерфейс

Настройка до начала ступеньки:

ARB:CURRE:STEP:STAR 0,(@1)
ARB:VOLT:STEP:STAR 0,(@1)

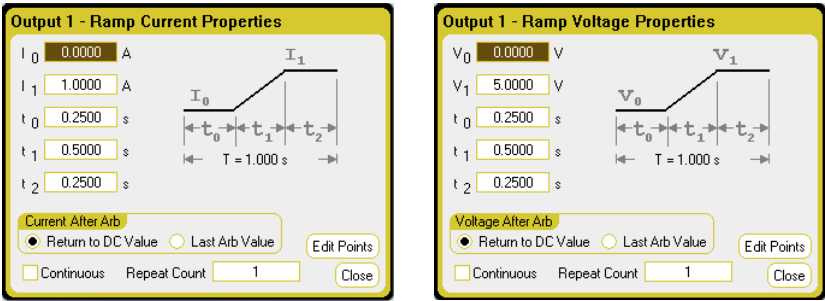
Настройка после конца ступеньки:

ARB:CURRE:STEP:END 1,(@1)
ARB:VOLT:STEP:END 5,(@1)

Задержка начала ступеньки после получения сигнала запуска.

ARB:CURRE:STEP:STAR:TIM 0.01,(@1)
ARB:VOLT:STEP:STAR:TIM 0.01,(@1)

Параметры нарастающего сигнала



Параметр	Описание
Start Setting (I ₀ или V ₀)	Настройка до начала нарастания.
End Setting (I ₁ или V ₁)	Настройка после нарастания.
Delay (T ₀)	Задержка начала нарастания после получения сигнала запуска.
Ramp Time (T ₁)	Время нарастания. Время, в течение которого выход остается на настройке конца после завершения нарастания.
End Time (T ₂)	

Через дистанционный интерфейс

Настройка до начала нарастания:

ARB:CURR:RAMP:STAR 0,(@1)
ARB:VOLT:RAMP:STAR 0,(@1)

Настройка после нарастания:

ARB:CURR:RAMP:END 1,(@1)
ARB:VOLT:RAMP:END 5,(@1)

Задержка начала нарастания после получения сигнала запуска:

ARB:CURR:RAMP:STAR:TIM 0.25,(@1)
ARB:VOLT:RAMP:STAR:TIM 0.25,(@1)

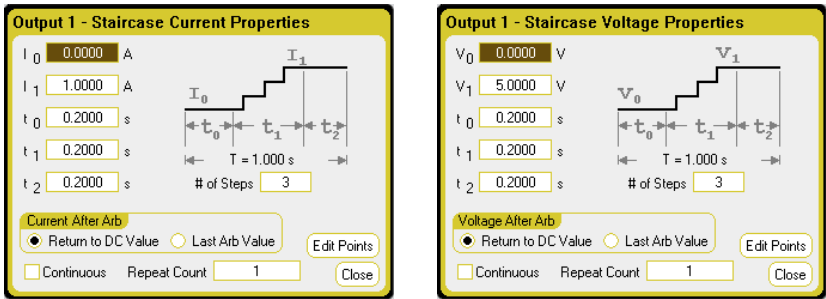
Время нарастания:

ARB:CURR:RAMP:RTIM 0.5,(@1)
ARB:VOLT:RAMP:RTIM 0.5,(@1)

Время, в течение которого выход остается на настройке конца после завершения нарастания:

ARB:CURR:RAMP:END:TIM 0.01,(@1)
ARB:VOLT:RAMP:END:TIM 0.01,(@1)

Параметры ступенчатого сигнала



Параметр	Описание
Start Setting (I ₀ или V ₀)	Настройка до начала лесенки.
End Setting (I ₁ или V ₁)	Настройка после заключительного шага лесенки (разница между начальной и конечной настройками делится между шагами поровну). Задержка начала лесенки после получения сигнала запуска.
Delay (T ₀)	Время выполнения всех шагов лесенки.
Step Time (T ₁)	Время, в течение которого выход остается на настройке конца после завершения лесенки.
End Time (T ₂)	Общее количество шагов лесенки.
# of Steps	

Через дистанционный интерфейс

Настройка до начала лесенки:

ARB:CURR:STA:STAR 0,(@1)
ARB:VOLT:STA:STAR 0,(@1)

Настройка после заключительного шага лесенки:

ARB:CURR:STA:END 1,(@1)
ARB:VOLT:STA:END 5,(@1)

Задержка начала лесенки после получения сигнала запуска:

ARB:CURR:STA:STAR:TIM 0.2,(@1)
ARB:VOLT:STA:STAR:TIM 0.2,(@1)

Время выполнения всех шагов лесенки:

ARB:CURR:TIM 0.2,(@1)
ARB:VOLT:TIM 0.2,(@1)

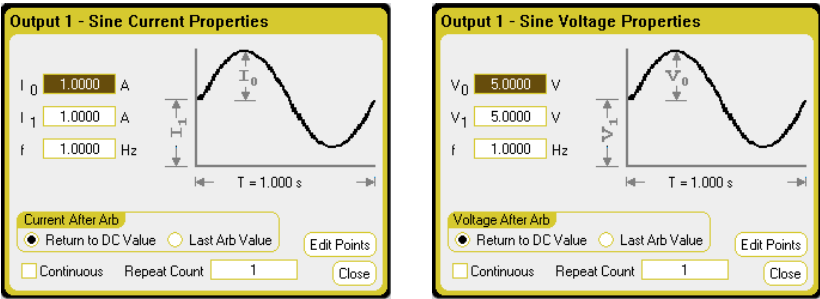
Время, в течение которого выход остается на настройке конца после завершения лесенки:

ARB:CURR:STA:END:TIM 0.2,(@1)
ARB:VOLT:STA:END:TIM 0.2,(@1)

Общее количество шагов лесенки:

ARB:CURR:STA:NST 3,(@1)
ARB:VOLT:STA:NST 3,(@1)

Параметры синусоидного сигнала



Параметр	Описание
Amplitude (I_0 или V_0)	Амплитуда или пиковое значение.
Offset (I_1 или V_1)	Смещение относительно нуля. <i>Для модулей питания, которые не могут генерировать отрицательное напряжение или ток, смещение не может быть меньше амплитуды.</i>
Frequency (f)	Частота синусоидального сигнала.

Через дистанционный интерфейс

Амплитуда или пиковое значение:

ARB:CURR:SIN:AMPL 1,(@1)
ARB:VOLT:SIN:AMPL 5,(@1)

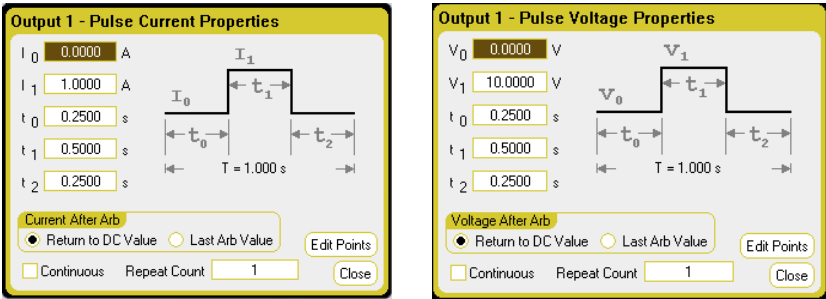
Смещение относительно нуля:

ARB:CURR:SIN:OFFS 1,(@1)
ARB:VOLT:SIN:OFFS 5,(@1)

Частота синусоидального сигнала:

ARB:CURR:SIN:FREQ 1,(@1)
ARB:VOLT:SIN:FREQ 1,(@1)

Параметры импульсного сигнала



Параметр	Описание
Start Setting (I_0 или V_0)	Настройка до начала и после окончания импульса.
Pulse Setting (I_1 или V_1)	Амплитуда импульса.
Delay (T_0)	Задержка начала импульса после получения сигнала запуска.
Pulse Width (T_1)	Ширина импульса.
End Time (T_2)	Время, в течение которого выход остается на настройке конца импульса после его завершения.

Через дистанционный интерфейс

Настройка до начала и после окончания импульса:

ARB:CURR:PULS:STAR 0,(@1)
ARB:VOLT:PULS:STAR 0,(@1)

Амплитуда импульса:

ARB:CURR:PULS:TOP 1,(@1)
ARB:VOLT:PULS:TOP 10,(@1)

Задержка начала импульса после получения сигнала запуска:

ARB:CURR:PULS:STAR:TIM 0.25,(@1)
ARB:VOLT:PULS:STAR:TIM 0.25,(@1)

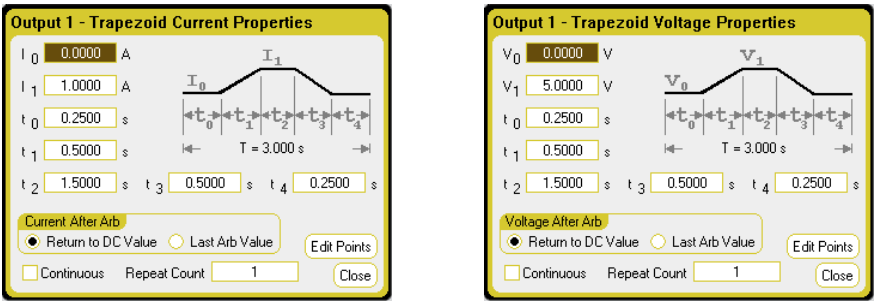
Ширина импульса:

ARB:CURR:PULS:TOP:TIM 0.5,(@1)
ARB:VOLT:PULS:TOP:TIM 0.5,(@1)

Время, в течение которого выход остается на настройке конца импульса после его завершения:

ARB:CURR:PULS:END:TIM 0.25,(@1)
ARB:VOLT:PULS:END:TIM 0.25,(@1)

Параметры трапецеидального сигнала



Параметр	Описание
Start Setting (I ₀ или V ₀)	Настройка до начала и после окончания трапеции.
Peak Setting (I ₁ или V ₁)	Настройка вершины.
Delay (T ₀)	Задержка начала трапеции после получения сигнала запуска.
Rise Time (T ₁)	Время подъема трапеции.
Peak Width (T ₂)	Ширина вершины.
Fall Time (T ₃)	Время спада трапеции.
End Time (T ₄)	Время, в течение которого выход остается на настройке конца после завершения трапеции.

Через дистанционный интерфейс

Настройка до начала и после окончания трапеции:

ARB:CURR:TRAP:STAR 0,(@1)
ARB:VOLT:TRAP:STAR 0,(@1)

Настройка вершины:

ARB:CURR:TRAP:TOP 1,(@1)
ARB:VOLT:TRAP:TOP 5,(@1)

Задержка начала трапеции после получения сигнала запуска:

ARB:CURR:TRAP:STAR:TIM 0.25,(@1)
ARB:VOLT:TRAP:STAR:TIM 0.25,(@1)

Время спада трапеции:

ARB:CURR:TRAP:RTIM 0.5,(@1)
ARB:VOLT:TRAP:RTIM 0.5,(@1)
ARB:CURR:TRAP:FTIM 0.5,(@1)
ARB:VOLT:TRAP:FTIM 0.5,(@1)

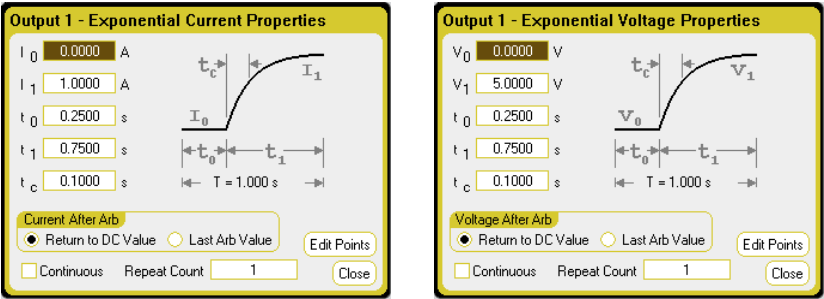
Ширина вершины:

ARB:CURR:TRAP:TOP:TIM 1.5,(@1)
ARB:VOLT:TRAP:TOP:TIM 1.5,(@1)

Время, в течение которого выход остается на настройке конца после завершения трапеции:

ARB:CURR:PULS:END:TIM 0.25,(@1)
ARB:VOLT:PULS:END:TIM 0.25,(@1)

Параметры экспоненциального сигнала



Параметр	Описание
Start Setting (I_0 или V_0)	Настройка до начала экспоненты.
End Setting (I_1 или V_1)	Настройка после конца экспоненты.
Delay (T_0)	Задержка начала экспоненты после получения сигнала запуска.
Time (T_1)	Время изменения амплитуды от начальной настройки до конечной.
Time Constant (T_c)	Константа времени для кривой.

Через дистанционный интерфейс

Настройка до начала экспоненты.

```
ARB:CURR:EXP:STAR 0,(@1)
ARB:VOLT:EXP:STAR 0,(@1)
```

Настройка после конца экспоненты:

```
ARB:CURR:EXP:END 1,(@1)
ARB:VOLT:EXP:END 5,(@1)
```

Задержка начала экспоненты после получения сигнала запуска:

```
ARB:CURR:EXP:STAR:TIM 0.25,(@1)
ARB:VOLT:EXP:STAR:TIM 0.25,(@1)
```

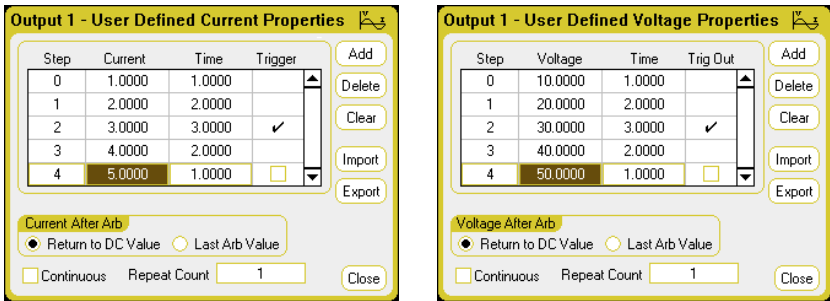
Время изменения амплитуды от начальной настройки до конечной:

```
ARB:CURR:EXP:TIM 0.75,(@1)
ARB:VOLT:EXP:TIM 0.75,(@1)
```

Константа времени для кривой:

```
ARB:CURR:EXP:TCON 0.1,(@1)
ARB:VOLT:EXP:TCON 0.1,(@1)
```

Пользовательские параметры СПФ



Параметр	Описание
Step <№>	Каждый шаг сигнала включает параметр напряжения или тока, время выдержки и опцию запуска. Общее количество шагов определяет его длину. Для перемещения по шагам используйте клавиши навигации ▲ ▼.
Current или Voltage	Значение тока или напряжения шага.
Time	Время, в течение которого выход остается на шаге.
Trigger	Если установлен этот флажок, в начале шага генерируется внешний сигнал запуска.
Add	Вставка шага ниже выбранного шага; его значения копируются из предыдущего шага.
Delete	Удаление выбранного шага.
Clear	Удаление всех шагов.
Import (формат .csv)	Импорт списка токов или напряжений СПФ.
Export (формат .csv)	Экспорт списка токов или напряжений СПФ.

Через дистанционный интерфейс

Значение тока или напряжения для пяти шагов:

ARB:CURR:UDEF:LEV 1,2,3,4,5,(@1)
ARB:VOLT:UDEF:LEV 1,2,3,4,5,(@1)

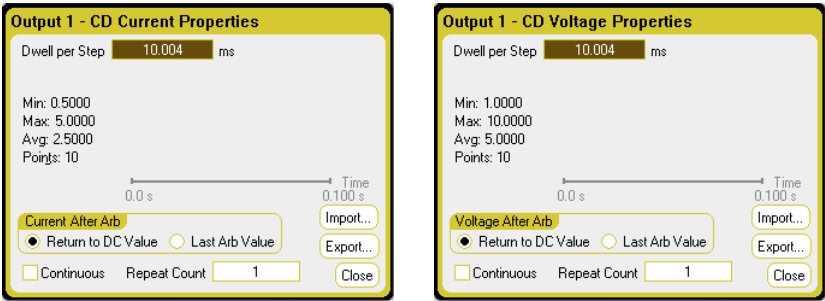
Время, в течение которого выход остается на шаге:

ARB:CURR:UDEF:DWEL 1,2,3,2,1,(@1)
ARB:VOLT:UDEF:DWEL 1,2,3,2,1,(@1)

Генерирование внешнего сигнала запуска в начале шага (сигнал генерируется в начале шага 3):

ARB:CURR:UDEF:BOST 0,0,1,0,0,(@1)
ARB:VOLT:UDEF:BOST 0,0,1,0,0,(@1)

Параметры постоянной выдержки



Параметр	Описание
Dwell per Step	Время выдержки каждого шага в секундах. Значения в диапазоне от 10,24 мкс до 0,30 с.
Import (формат .csv)	Импорт списка токов или напряжений СПФ с пост. выдержкой.
Export (формат .csv)	Экспорт списка токов или напряжений СПФ с пост. выдержкой.
Min	Минимальное значение импортированного СПФ.
Max	Максимальное значение импортированного СПФ.
Avg	Среднее значение импортированного СПФ.
Points	Количество точек в импортированном СПФ.
Time	Общее время импортированного СПФ.
Repeat Count	Максимальное число повторов СПФ с пост. выдержкой равно 256.

Через дистанционный интерфейс

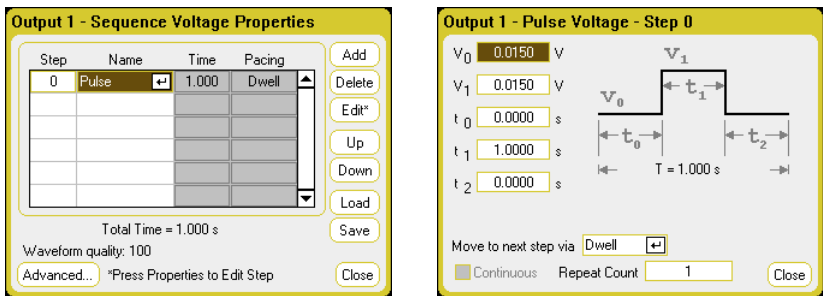
Время выдержки каждого шага в секундах:

ARB:CURRE:CDW:DWEL 0.01,(@1)
ARB:VOLT:CDW:DWEL 0.01,(@1)

Значение тока или напряжения для десяти шагов:

ARB:CURRE:CDW 0.5,1,1.5,2,2.5,3,3.5,4,4.5,5,(@1)
ARB:VOLT:CDW 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,(@1)

Параметры последовательности СПФ



Параметр	Описание
Step <#>	Каждый шаг последовательности включает номер шага, сигнал произвольной формы, время шага и опцию продвижения. Общее количество шагов определяет его длину. Для перемещения по шагам используйте клавиши навигации ▲ ▼.
Name	Имя СПФ. Выберите СПФ в раскрывающемся списке. Выберите кнопку Edit (Изменить) или нажмите клавишу Properties (Свойства), чтобы изменить сигнал. Выше показаны редактируемые поля для импульсного сигнала.
Time	Отображение времени, выделенного для шага при редактировании. Это время не учитывает количество повторов.
Pacing	Отображает метод продвижения для шага. Переходы по выдержке продвигают список на следующий шаг по истечении времени выдержки. Переходы по сигналу запуска продвигают список на следующий шаг при получении внешнего сигнала запуска. Если время шага заканчивается раньше получения сигнала запуска, шаг остается на последнем значении СПФ, пока ожидает сигнал запуска.
Add	Вставка шага ниже выбранного шага; его значения копируются из предыдущего шага.
Delete	Удаление выбранного шага.
Edit	Редактирование выбранного СПФ. Выше показаны редактируемые поля для импульсного сигнала. Параметр Move to the next step определяет метод продвижения для шага. Параметр Repeat count определяет количество повторов СПФ. Флажок Continuous можно установить только для СПФ, продвигаемых сигналом запуска.
Up	Перемещение по шагам вверх.
Down	Перемещение по шагам вниз.
Load (формат .seq)	Загрузка ранее созданного файла последовательности.
Save (формат .seq)	Сохранение текущей последовательности напряжений или токов.
Total Time	Отображение общего времени выполнения последовательности.
Waveform Quality	Количество точек, выделенных частям сигнала, которые непрерывно меняются: синусоидальным, трапецеидальным, нарастающим и экспоненциальным. Чем больше сигналов добавляется в последовательность, тем меньше точек выделяется (минимум 16).
Advanced	Позволяет редактировать общие свойства, которые применимы ко всей последовательности. См. раздел «Общие параметры».

Через дистанционный интерфейс

При создании или редактировании последовательности СПФ необходимо соблюдать следующие требования:

- Тип функции СПФ (напряжение или ток) должен соответствовать типу СПФ, указанному на каждом шаге последовательности.
- Форма сигнала шага последовательности СПФ должна соответствовать форме, используемой в параметрах последующих команд.
- *Последним* значением в списке параметров является номер шага последовательности.

Настройка последовательности напряжений для выхода 1:

```
ARB:FUNC:TYPE VOLT,(@1)
ARB:FUNC:SHAP SEQ,(@1)
ARB:SEQ:RESet (@1)
```

Программирование импульса напряжения для шага 0:

```
ARB:SEQ:STEP:FUNC:SHAP PULS,0,(@1)
ARB:SEQ:STEP:VOLT:PULS:STAR:TIM 0.25,0,(@1)
ARB:SEQ:STEP:VOLT:PULS:TOP 10.0,0,(@1)
ARB:SEQ:STEP:VOLT:PULS:TOP:TIM 0.5,0,(@1)
ARB:SEQ:STEP:VOLT:PULS:END:TIM 0.25,0,(@1)
```

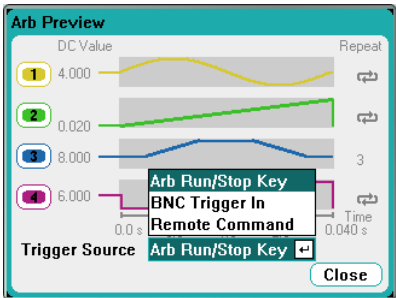
Имейте в виду, что время шага 0 представляет собой сумму времени начала, времени вершины и времени окончания. По умолчанию для шагов последовательности используется продвижение по выдержке.

Источники запуска СПФ

Задайте источник запуска для сигналов произвольной формы. Для запуска всех сигналов произвольной формы будет использоваться один и тот же источник запуска.

Использование передней панели

Нажмите клавишу **Arb**, а затем выберите поле **Trigger Source** (Источник запуска).



Источник запуска	Описание
Arb Run/Stop key	Клавиша Arb Run/Stop (Запуск/остановка СПФ) передней панели.
BNC Trigger in	BNC-разъем запуска Input (Вход).
Remote Command	Команда дистанционного интерфейса.

Через дистанционный интерфейс

Выберите один из следующих SCPI-источников запуска.

BUS	Выбор аппаратного GPIB-запуска, *TRG или <GET> (запуск группового выполнения).
IMMediate	Выбор источника немедленного запуска. СПФ немедленно запускается при отправке команды INITiate.
EXTernal	Выбор BNC-разъема запуска Input (Вход) на задней панели. На этот разъем необходимо подавать сигнал запуска низким уровнем.

Задание сигналов произвольной формы для выхода:

```
CURR:MODE
ARB(@1)
VOLT:MODE
ARB(@1)
```

Выбор шины в качестве источника запуска:

```
TRIG:ARB:SOUR BUS
```

Выбор источника немедленного запуска:

```
TRIG:ARB:SOUR IMM
```

Выбор BNC-разъема запуска Input (Вход) на задней панели:

```
TRIG:ARB:SOUR EXT
```

Сигналы запуска СПФ

ПРИМЕЧАНИЕ Для появления сигнала произвольной формы на выходных клеммах необходимо включить выбранный выход, *прежде* чем запускать СПФ. Когда запускается сигнал произвольной формы, управление напряжением и током с передней панели, а также любые удаленные команды напряжения и тока игнорируются, пока не завершится СПФ.

Использование передней или задней панели

В зависимости от выбранного источника запуска сигналы произвольной формы можно запускать следующим образом:

Источник запуска	Описание
Arb Run/Stop key	Нажмите клавишу Arb Run/Stop (Запуск/остановка СПФ), чтобы инициализировать и запустить выполнение СПФ. Все СПФ запустятся одновременно. Нажмите клавишу Arb Run/Stop (Запуск/остановка СПФ) для остановки СПФ.
Rear Trigger input	Подайте на BNC-разъема запуска Input (Вход) сигнал запуска низким уровнем. Сигнал должен длиться не менее 90 наносекунд. Все СПФ запустятся одновременно.

После конфигурирования прибор будет бесконечно ждать сигнал запуска. Если запуск не происходит и необходимо отменить сигнал произвольной формы, нажмите клавишу **Arb Run/Stop** (Запуск/остановка СПФ) для остановки СПФ.

Через дистанционный интерфейс

Инициализация системы запуска перехода:

INIT:TRAN(@1)

После получения команды INITiate:TRANsient требуется несколько миллисекунд, чтобы прибор был готов получить сигнал запуска. Если сигнал запуска поступит раньше, чем система запуска будет готова получить его, он будет проигнорирован. Чтобы узнать, когда прибор будет готов к получению сигнала запуска, можно проверить бит WTG_tran в регистре состояний операций.

Запрос бита WTG_tran (бит 4):

STAT:OPER:COND? (@1)

Если запрос возвратит битовое значение 16, это значит, что бит WTG_tran установлен и прибор готов получить сигнал запуска. Для получения дополнительной информации обратитесь к файлу руководства по программированию N6705C.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если не запрограммировано состояние INITiate:CONTinuous:TRANsient, необходимо инициализировать систему запуска каждый раз, когда нужно запустить другое действие.

Запуск СПФ, если в качестве источника выбрана шина:

*TRG

Как говорилось ранее, сигнал запуска также может быть сгенерирован с помощью сигнала запуска, подаваемого на BNC-разъем запуска Input (Вход) на задней панели. Если в качестве источника запуска настроен этот разъем, прибор будет бесконечно ожидать сигнал запуска. Если сигнал запуска не будет получен, потребуется вручную вернуть систему запуска в состояние простоя.

Если запуск не происходит и необходимо отменить сигнал произвольной формы, отправьте команду:

ABOR:TRAN.

Если сигнал запуска будет получен, СПФ запустится. По завершении СПФ система запуска возвратится в состояние простоя. Чтобы узнать, вернулась ли система запуска перехода в состояние простоя, можно проверить бит TRAN_active в регистре состояний операций.

Запрос бита TRAN_active (бит 6):

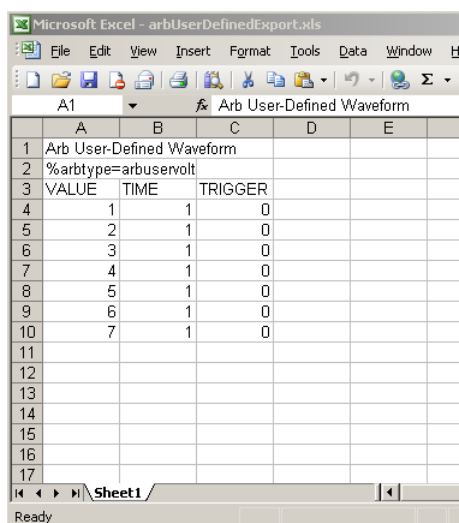
STAT:OPER:COND? (@1)

Если запрос возвратит битовое значение 64, это значит, что бит TRAN_active установлен и операция перехода еще НЕ завершилась. Если бит TRAN_active сброшен, значит выполнение СПФ завершено. Для получения дополнительной информации обратитесь к файлу руководства по программированию N6705C.

Импорт/экспорт данных пользовательских СПФ и СПФ с пост. выдержкой

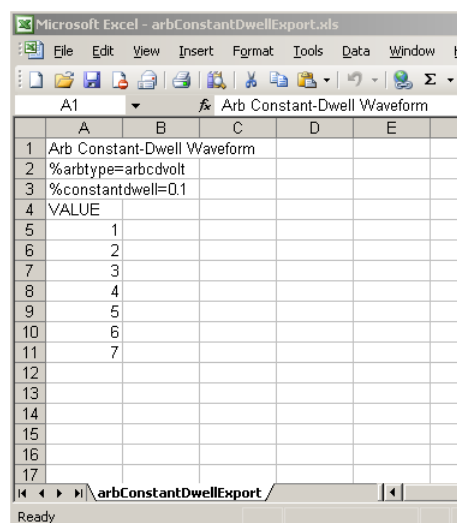
Можно задать сигнал произвольной формы в электронной таблице Microsoft Excel и импортировать ее в инструмент с помощью функции импорта, как описано ранее в этой главе в разделах «Конфигурирование пользовательских СПФ» и «Конфигурирование свойств СПФ с пост. выдержкой». Аналогично, можно экспортировать сигнал произвольной формы из прибора в электронную таблицу.

В следующих примерах электронных таблиц показан формат файла для пользовательских СПФ и СПФ с пост. выдержкой. Формат содержит раздел заметок, заголовок тегов и соответствующее количество столбцов с заголовком данных и строками данных.



Microsoft Excel - arbUserDefinedExport.xls

	A	B	C	D	E
1	Arb User-Defined Waveform				
2	%arctype=arbuservolt				
3	VALUE	TIME	TRIGGER		
4	1	1	0		
5	2	1	0		
6	3	1	0		
7	4	1	0		
8	5	1	0		
9	6	1	0		
10	7	1	0		
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					



Microsoft Excel - arbConstantDwellExport.xls

	A	B	C	D	E
1	Arb Constant-Dwell Waveform				
2	%arctype=arbcdvoltage				
3	%constantdwell=0.1				
4	VALUE				
5	1				
6	2				
7	3				
8	4				
9	5				
10	6				
11	7				
12					
13					
14					
15					
16					
17					

Раздел заметок. В этом разделе содержится текст описания файла. Он также содержит пустые строки. Строки заметок обычно имеют ширину в один столбец.

Заголовок тегов. Эта строка должна содержать *один* из следующих тегов:

%arctype=arbuservolt

%arctype=arbuservcurr

%arctype=arbcdvoltage

%arctype=arbcdvcurr

Для константы СПФ с пост. выдержкой, вторая строка с тегом должна определять выдержку: %constantdwell=<число с плавающей запятой>

Заголовок данных. Для пользовательских СПФ строка заголовка данных должна иметь 3 столбца со следующими заголовками: VALUE, TIME и TRIGGER. Для СПФ с пост. выдержкой строка заголовка имеет один столбец со следующим заголовком: VALUE. Все строки, следующие за заголовком, являются строками данных.

Строки данных. Для пользовательских СПФ данные в столбце VALUE должны соответствовать типу СПФ и быть значениями напряжения или тока. Столбец TIME определяет время выдержки шага в секундах. Столбец TRIGGER по умолчанию должен иметь нулевое значение. Если нужно, чтобы СПФ генерировал в начале шага внешний сигнал запуска, замените ноль единицей. Для СПФ с пост. выдержкой данные в столбце VALUE должны соответствовать типу СПФ и быть значениями напряжения или тока.

4 Использование функций измерения

<u>Использование функций измерения</u>	104
<u>Использование функций осциллографа</u>	110
<u>Использование функций регистратора</u>	120

В этой главе примеры использования анализатора питания постоянного тока. Приведенные примеры показывают, как использовать:

- Функцию измерителя
- Функцию осциллографа
- Функцию регистратора

Эквивалентные SCPI-команды программирования конкретной функции приведены в конце каждого подраздела. Однако некоторые функции передней панели, такие как экран осциллографа, экран регистратора и некоторые административные функции, не имеют эквивалентных SCPI-команд. В приложении В приведены все SCPI-команды, которые могут быть использованы для программирования прибора.

ПРИМЕЧАНИЕ Для получения полной информации о SCPI-командах (стандартные команды для программируемых приборов) см. документацию, доступную в Интернете по адресу www.keysight.com/find/N6705C.

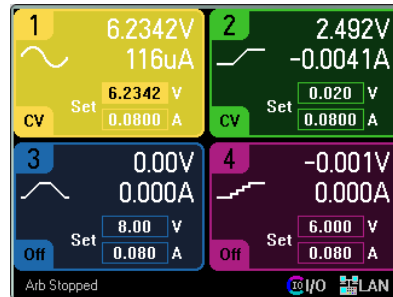
Использование функций измерения

Экран измерителя

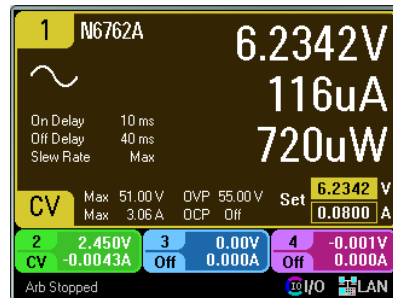
Каждый модуль питания имеет встроенный вольтметр и амперметр, измеряющие фактические напряжение и ток, выдаваемые с выхода на тестируемое устройство. Точность измерений напряжения и тока зависит от типа установленных модулей питания, как это описано в «Руководстве по характеристикам семейства модульных систем питания Keysight N6700».

Использование передней панели

Каждый выход имеет собственную функцию измерения. Когда отображается экран измерителя, система измерения непрерывно измеряет выходное напряжение и ток. Система измерения собирает столько точек данных, сколько необходимо, исходя из числа периодов колебаний сети (NPLC) и временного интервала и усредняет выборки. По умолчанию отображается вид с четырьмя выходами.



В виде с одним выходом отображается больше информации о выбранном выходе. Нажмите клавишу **Meter View** (Экран измерителя) для переключения между двумя этими видами.



Через дистанционный интерфейс

Запуск и возврат измерений постоянного тока или напряжения:

```
MEAS:CURRE? (@1)
MEAS:VOLT? (@1)
```

Возврат ранее запущенного постоянного тока или напряжения:

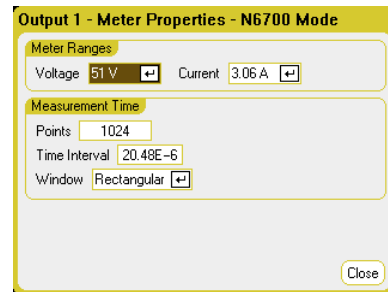
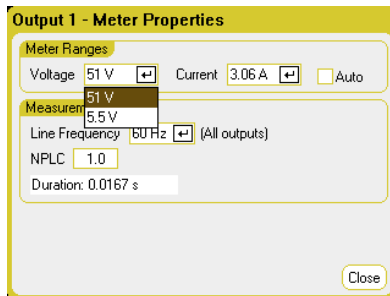
```
FETC:CURRE? (@1)
FETC:VOLT? (@1)
```

Диапазоны измерителя и времена измерений

Некоторые модули питания имеют несколько диапазонов измерения напряжения и тока (см. раздел «Возможности модулей питания» главы 1). Выбор более низкого диапазона измерений обеспечивает большую точность измерения при условии, что результаты измерений не выходят за диапазон. Если результат измерения выходит за диапазон, будет выдана ошибка «Перегрузка». Параметры измерений могут быть настроены для всех модулей питания.

Использование передней панели

Чтобы задать диапазон измерений, нажмите клавишу **Meter View**, а затем нажмите клавишу **Properties**.



ПРИМЕЧАНИЕ

Принципы работы системы измерений в режиме экрана измерителя зависят от того, выбраны ли стандартные элементы управления или элементы управления N6700. Элементы управления режимами N6700 выбираются в диалоговом окне Front Panel Preferences (Предпочтения для передней панели), расположенном в меню Utilities (Утилиты). Стандартные элементы управления измерениями отображаются в диалоговом окне Meter Properties (Свойства измерителя) слева. Эти элементы управления полностью независимы от элементов управления измерениями для экрана осциллографа, экрана регистратора, функции Elog, гистограммных измерений и SCPI-команд. Элементы управления N6700 отображаются в диалоговом окне Meter Properties (Свойства измерителя) справа. В режиме N6700 система измерений экрана измерителя использует те же параметры управления измерениями, что и соответствующие SCPI-команды.

Meter Ranges (Диапазоны измерений). В этом разделе выберите нужный низкий диапазон измерений в полях **Voltage** (Напряжение) и **Current** (Ток). Чтобы включить автовыбор диапазонов измерений, установите флажок Auto (Авто). Прибор будет автоматически выбирать наилучший диапазон по амплитуде результатов измерения. Имейте в виду, что эта функциональность отличается от плавного автовыбора диапазона.

Line Frequency (Частота сети). Выберите частоту сети питания переменного тока: 50 Hz (50 Гц) или 60 Hz (60 Гц).

NPLC. Введите в это поле число периодов колебаний сети, на протяжении которых будут выполняться измерения. Увеличение числа периодов колебаний сети повышает точность измерений и снижает помехи при измерениях слабых токов и низких напряжений.

Duration (Длительность). Определяет длительность выполнения одного измерения на основе настроек частоты и числа периодов колебаний сети.

Режим N6700

Meter Ranges (Диапазоны измерений). Поля этого раздела соответствуют SCPI-командам выбора диапазона. Флажок Auto (Авто) отсутствует, так как SCPI-команды не поддерживают автоматический выбор диапазона измерений на основе амплитуды.

Points (Точек). Укажите количество точек сбора для каждого измерения. **Time Interval** (Интервал времени). Определяет время интеграции каждого измерения. **Window** (Окно). Выберите вид окна измерения: Hanning (Хеннинга) или Rectangular (Прямоугольное).

Через дистанционный интерфейс

В режиме N6700 система измерения экрана измерителя использует те же настройки измерений, что и следующие SCPI-команды. Задание диапазона измерений напряжения или тока:

```
SENS:CURRE:RANG <ток>,(@1)
SENS:VOLT:RANG <напряжение>,(@1)
```

Передаваемое значение должно быть максимальным ожидаемым значением результата измерений. На основе этого значения прибор выбирает диапазон с наилучшим разрешением.

Можно также указать число точек, интервал времени и вид окна:

```
SENS:SWE:POIN <точек>,(@1)
SENS:SWE:TINT <интервал>,(@1)
SENS:WIND RECT|HANN,(@1)
```

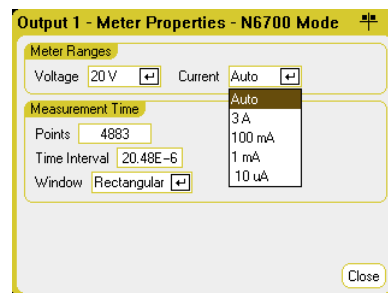
Бесшовный автовыбор диапазона

Бесшовный автовыбор диапазона доступен в моделях N6781A, N6782A, N6785A и N6786A. Это обеспечивает широкий динамический диапазон измерений без потери данных, вышедших за пределы диапазона.

ПРИМЕЧАНИЕ

Бесшовный автовыбор диапазона не распространяется на диапазон 10 мкА, который необходимо выбирать вручную. Плавный автовыбор диапазона работает только в режиме экрана измерителя, когда в диалоговом окне Front Panel Preferences (Предпочтения для передней панели), расположенном в меню Utilities (Утилиты), выбран режим N6700.

Чтобы включить бесшовный автовыбор диапазона напряжения или тока, нажмите клавишу **Meter View** (Экран измерителя), затем нажмите клавишу **Properties** (Свойства). Выберите Auto (Авто) в поле **Voltage** (Напряжение) или **Current** (Ток).



Для включения измерений с плавным автовыбором диапазона используются следующие команды:

```
SENS:CURRE:RANG:AUTO ON,(@1)
SENS:VOLT:RANG:AUTO ON,(@1)
```

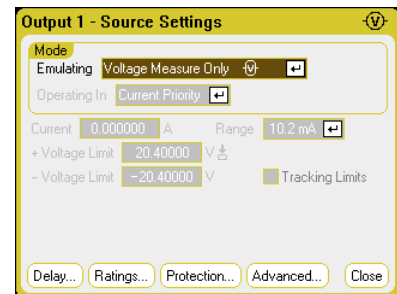
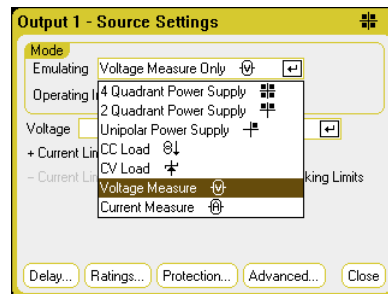
Режимы эмуляции вольтметра и амперметра на Keysight N678xA SMU

ПРИМЕЧАНИЕ Следующая информация касается только моделей Keysight N678xA SMU.

Модели Keysight N678xA SMU могут только измерять напряжение или ток на выходных клеммах прибора, не используя функцию источника. Подключите все измерительные провода, *прежде чем* выбирать функции вольтметра и амперметра. Это необходимо потому, что, когда выбраны функции только измерений, прибор выполняет инициализацию, которая минимизирует уровень помех, наведенных на тестируемое устройство (ТУ). Выход также необходимо включить, чтобы измерители могли работать правильно.

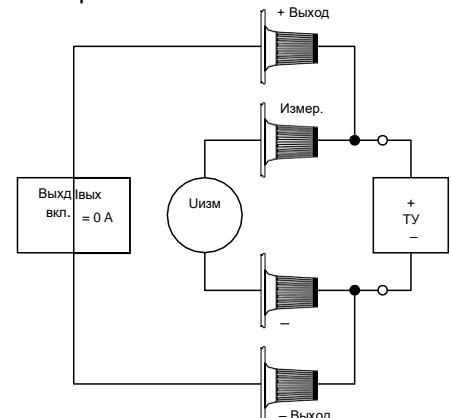
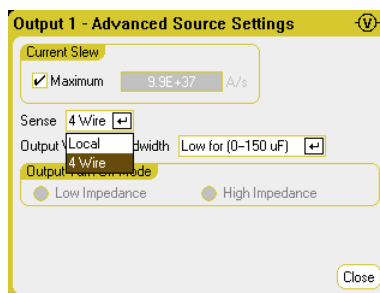
Использование передней панели

Выбор пункта **Voltage Measure** (Измерение напряжения) в окне Source Settings (Настройки источника) включает эмуляцию вольтметра. Режим Current Priority (Приоритет тока) устанавливается по умолчанию. В полях +/- Voltage Limit (Предел напряжения) устанавливаются максимально возможные значения. Измеряемое напряжения не может превышать номинальные значения напряжения модуля, приведенные в полях +/- Voltage Limit (Предел напряжения).



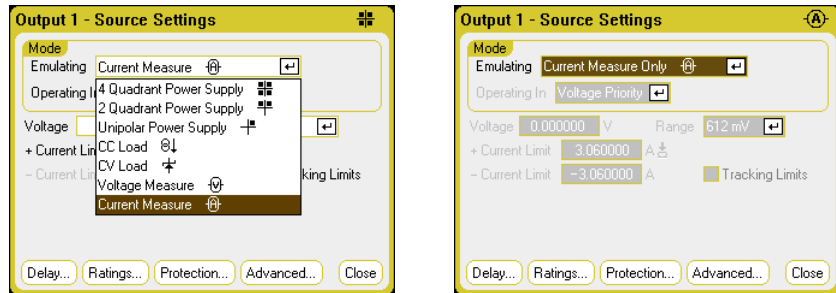
Режим измерения напряжения лучше всего работает тогда, когда измерительные клеммы подключены к выходным клеммам. Можно использовать 4-проводное измерение и подключить измерительные и выходные провода непосредственно к тестируемому устройству, как показано ниже, или же использовать локальное измерение и подключить к тестируемому устройству только выходные провода.

Учтите, что входная емкость в режиме измерения напряжения будет составлять примерно 2000 пФ в зависимости от типа заземления ТУ. Это может приводить к появлению обратных токов до нескольких микроампер от точек выполнения измерения.

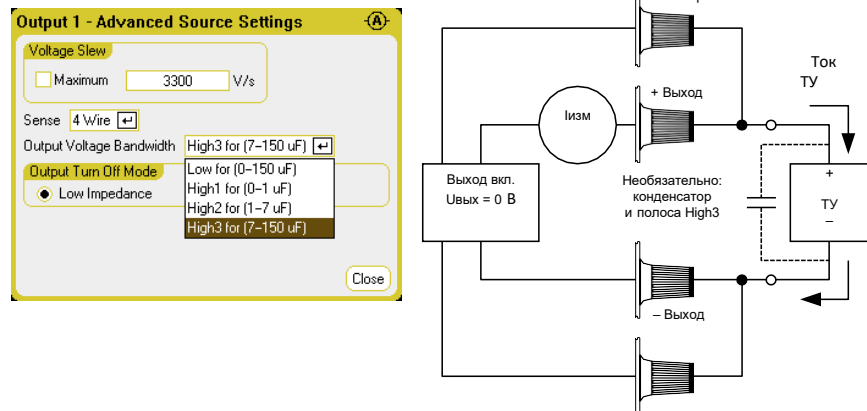


4 Использование функций измерения

Выбор пункта **Current Measure** (Измерение тока) включает эмуляцию амперметра с нулевой нагрузкой. Режим Voltage Priority (Приоритет напряжения) устанавливается по умолчанию. В полях +/- Current Limit (Предел тока) устанавливаются максимально возможные значения. Измеряемый ток не может превышать номинальные значения тока модуля, приведенные в полях +/- Current Limit (Предел тока).



Необходимо также выполнить следующие дополнительные настройки. Необходимо использовать только дистанционное (4-проводное) измерение. В случае наличия падений напряжения, вызванных переходными процессами, используйте настройку High 3 и подключите параллельно ТУ *компенсирующий конденсатор*. Используйте



плёночные или керамические конденсаторы емкостью от 7 до 150 мкФ. Дополнительную информацию о подключении см. в разделе [Требования к проводке для Keysight N678xA SMU](#).

При выборе режимов эмуляции вольтметра и амперметра выход включен, а на экране измерителя непрерывно отображаются результаты измерения напряжения или тока. Измерители напряжения и тока активны в каждом из режимов.



Через дистанционный интерфейс

Задание измерения напряжения и его измерение:

```
EMUL VMET,(@1)
MEAS:VOLT?(@1)
```

Задание измерения тока и его измерение:

```
EMUL AMET,(@1)
MEAS:CURR?(@1)
```


Дополнительные измерения напряжения

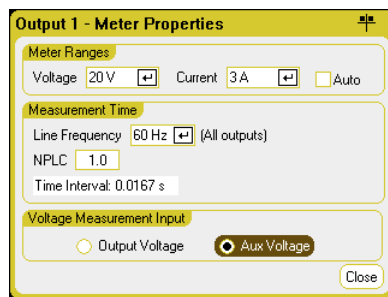
ПРИМЕЧАНИЕ Следующая информация применима только к моделям Keysight N6781A и N6785A.

Модули Keysight N6781A и N6785A имеют вход дополнительного измерения напряжения, основное назначение которого — измерение напряжения разряда аккумулятора. Его также можно использовать для других целей, включая общие измерения напряжения постоянного тока в диапазоне ± 20 В.

Дополнительные измерения напряжения не могут выполняться одновременно с измерениями выходного напряжения. При выборе входа дополнительного измерения напряжения, все функции измерения напряжения получают сигнал от этого входа, а не от обычных измерительных клемм «+» и «-». В число этих функций входят измерения с передней панели, SCPI-измерения, экран измерителя, экран регистратора, функция Elog и гистограммные измерения.

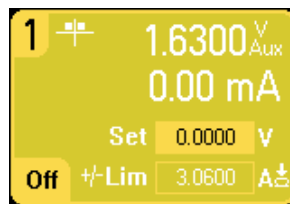
Использование передней панели

Чтобы включить дополнительное измерение напряжения, нажмите клавишу Meter View (Экран измерителя), затем нажмите клавишу



Properties (Свойства), а затем выберите вариант Aux Voltage (Доп. напряжение).

Прибор будет непрерывно отображать результаты дополнительного измерения напряжения на экране измерителя передней панели.



ПРИМЕЧАНИЕ Если оставить клеммы дополнительного измерения напряжения неподключенными, измеритель передней панели будет отображать напряжения примерно 1,6 В. Это нормальные показания, которые не повлияют на измерение внешнего напряжения после подключения измерительных клемм.

Через дистанционный интерфейс

Выбор входа дополнительного измерения напряжения:

SENS:FUNC:VOLT:INP AUX,(@2)

Использование функций осциллографа

Осциллограф анализатора питания пост. тока работает так же, как настольный осциллограф, и отображает сигналы выходного напряжения и тока как функцию от времени. С ним связаны элементы управления, позволяющие выбрать, какие выходы и функции отображать, кнопки-регуляторы передней панели, позволяющие отрегулировать масштаб и смещение, а также настраиваемые сигналы запуска и маркеры.

Экран осциллографа можно настроить на отображение сигналов напряжения или тока для всех выходов. Сигналы мощности могут отображаться только в моделях N676xA и N678xA SMU, поскольку они имеют возможность одновременного измерять напряжение и ток (см. раздел «Возможности модулей питания» главы 1). Согласно разделу «Горизонтальная развертка осциллографа», максимальная частота дискретизации осциллографа варьируется в зависимости от количества отображаемых осциллограмм. Имейте в виду, что экран осциллографа поддерживает только одну конфигурацию развертки и запуска для всех выходов.

Выполнение измерений

В следующем примере измерения на осциллографе отображается последовательность включения выходов. Осциллограф измеряет фактические напряжения во время включения выходов.

Шаг 1. Запрограммируйте выходное напряжение и ток

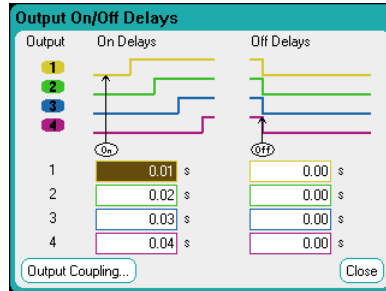
В режиме экрана осциллографа задайте для напряжения и тока всех четырех выходов анализатора питания пост. тока значения 10 вольт и 1 ампер. Соответствующие инструкции см. в разделе «Управление выходами» главы 3.



Шаг 2. Запрограммируйте последовательность включения выходов

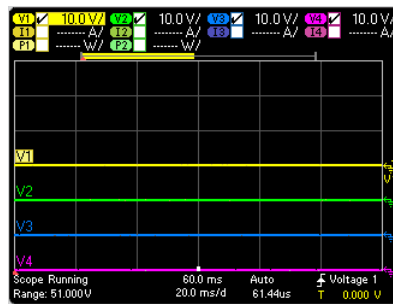
Настройте последовательность включения выходов, как это описано в разделе «Конфигурирование последовательности включения/выключения» главы 3. Имейте в виду, что нужно настроить только задержки включения, но не задержки отключения. Задайте следующие задержки включения выходных каналов:

- Выход 1: 10 мс
- Выход 2: 20 мс
- Выход 3: 30 мс
- Выход 4: 40 мс



Шаг 3. Настройте осциллограммы

- Установите флажки V1–V4
- Снимите флажки I1–I4
- С помощью кнопки-регулятора Volts/Div (Напряжение/дел) в группе Vertical (Вертикальная развертка) задайте для осциллограмм V1–V4 масштаб 10 В/дел.
- С помощью кнопки-регулятора Offset (Смещение) сместите следы так, чтобы они были разделены по вертикали хотя бы одной клеткой сетки.
- С помощью кнопки-регулятора Time/Div (Время/дел) в группе Horizontal (Горизонтальная развертка) задайте скорость развертки 20 мс/дел.



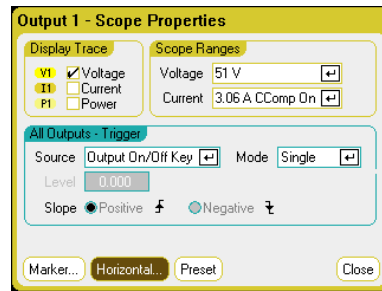
Цвета осциллограмм соответствуют цветной кодировке выходов.

Шаг 4. Конфигурирование свойств осциллографа

Нажмите клавишу **Properties**, чтобы настроить свойства осциллографа следующим образом:

- В раскрывающемся списке Trigger Source (Источник запуска) выберите **Output On/Off Key** (Клавиша включения-отключения выхода).
- В разворачивающемся списке Mode (Режим) выберите **Single** (Одиночный).

- Выберите кнопку **Horizontal** (Горизонтальная развертка) и убедитесь, что для параметра Horizontal Offset Reference (Смещение опорной точки по горизонтали) задано значение **Left** (Слева).

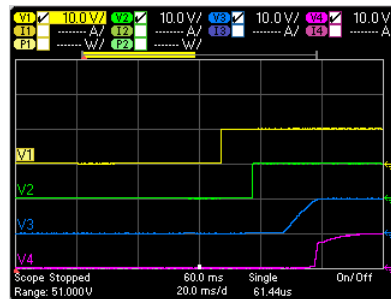


Шаг 5. Включите выходы и измерьте напряжение

Нажмите кнопку **Scope View** для возврата к отображению экрана осциллографа.

- Нажмите клавишу **Run/Stop** (Пуск/Стоп) для запуска осциллографа. Свечение этой клавиши означает, что запущен осциллограф.
- Нажмите клавишу On (Вкл.) в группе **All Outputs** (Все выходы), чтобы начать последовательность включения выходов и запустить осциллограф.

Выходные сигналы будут отображаться следующим образом:



Обратите внимание, что задержка для выхода 1 начинается по истечении 57 миллисекунд. Это связано с тем, что внутренняя задержка базового блока, используемого в этом примере, составляет 57 миллисекунд. Эта встроенная задержка предшествует любым пользовательским задержкам, которые были запрограммированы.

Обратите также внимание, что рост сигналов на выходах 3 и 4 начинается по истечении заданного времени задержки, но растут они не так быстро, как на выходах 1 и 2. Это связано с тем, что выходы 1 и 2 принадлежат точным и высокоскоростным модулям, а выходы 3 и 4 — модулям пост. напряжения, которые имеют более медленное нарастание при включении. См. раздел «Возможности модулей питания» главы 1.

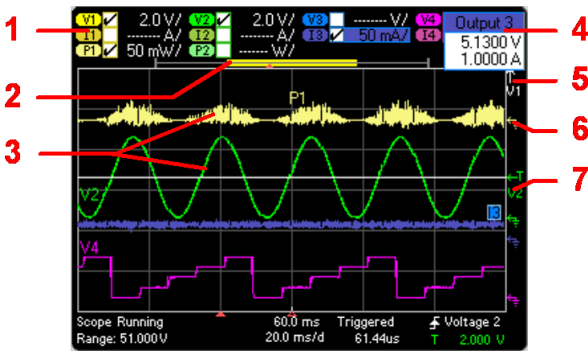
Через дистанционный интерфейс

Программировать осциллограф через дистанционный интерфейс нельзя.

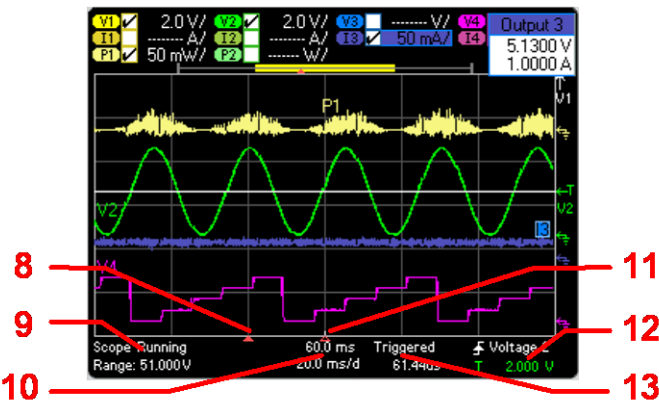
Экран осциллографа



Нажмите клавишу **Scope View** (Экран осциллографа) для показа осциллографа. Эта клавиша выполняет переключение между стандартным видом, показанным ниже, и видом с маркерами, который включает маркеры и расчеты по ним.

Стандартный вид

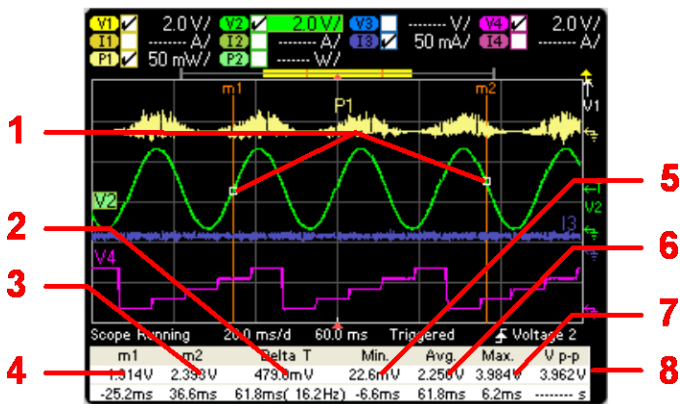


Символ/поле	Описание
1 Управление осциллограммами	Отображает настройки напряжения или тока на деление. Символ <input checked="" type="checkbox"/> означает, что осциллограмма включена. Дефисы (----) означают, что осциллограмма выключена. Выберите осциллограмму и нажмите клавишу Enter, чтобы включить или отключить ее.
2 Отображаемая область	Отображаемая область представляет все данные сигнала, которые были собраны. Ее желтая часть показывает часть данных, которые видны на дисплее. Черная часть представляет данные, которые не видны.
3 Осциллограммы	Метки следов напряжения (V1 V2, V3, V4) отображаются с левой стороны сетки. Метки следов тока (I1, I2, I3, I4) отображаются с правой стороны сетки. Метки следов мощности (P1, P2, P3, P4) отображаются в центре сетки. Если часть следа имеет красный цвет, это означает, что эта часть следа вышла за пределы диапазона. Следы мощности могут отображать только модели N676xA и N678xA SMU.
4 Выпадающие меню выходов	При вращении кнопок-регуляторов напряжения и тока в выпадающем меню будут отображаться текущие настройки выхода. При нажатии кнопок-регуляторов напряжения и тока в выпадающем меню будут отображаться следующие действия: Блокировка/разблокировка кнопок-регуляторов напряжения и тока. В моделях N678xA — выбор параметра ограничения для управления следом ограничения или его выбора.
5 Стрелки выхода из поля видимости	Показывает, что осциллограмма (V1 в этом примере) вышла из поля видимости. Используйте кнопку-регулятор Volt/Div или Offset в группе Vertical, чтобы сдвинуть осциллограмму в поле видимости. Нажмите кнопку-регулятор Trigger Level (Уровень запуска) для автомасштабирования осциллограмм так, чтобы все они появились на дисплее. При этом произойдет запуск нового измерения.
6 Нулевой уровень	Показывает нулевой уровень осциллограммы. Нулевые уровни смещены так, чтобы они не перекрывались. Значение смещения нулевого уровня привязывается к горизонтальной средней линии сетки.
7 Уровень запуска	Показывает положение уровня запуска напряжения или тока и метку выхода. В данном примере показан уровень запуска напряжения на выходе 2. Источник и амплитуда запуска отображаются в правом нижнем углу дисплея.



Символ/поле	Описание
8 Индикатор запуска	Отображает положение точки запуска относительно сигнала. В этом примере точка запуска смещена влево от опорной точки. Точка запуска соответствует опорной точке смещения, если смещение равно нулю.
9 Состояние осциллографа	Показывает, простаивает ли осциллограф, запущен ли он или ожидает запуска.
Диапазон	Диапазон (Range) показывает настройку диапазона измерений для выбранной осциллограммы. Если поле Range имеет красный цвет, это означает, что эта часть выбранной осциллограммы вышла за пределы диапазона.
10 Время	Показывает время от точки запуска до вертикальной средней линии сетки. Отрицательные значения означают, что средняя линия находится слева от точки запуска. Положительные значения означают, что средняя линия находится справа от точки запуска. Для подгонки точки запуска используется кнопка-регулятор Offset в группе Horizontal.
Время/дел.	Отображение настройки горизонтальной развертки. Настроить ее можно кнопкой-регулятором Time/Div (Время/дел) передней панели, находящейся в группе Horizontal.
11 Горизонтальная опорная точка	Отображение горизонтальной опорной точки. В данном примере она находится в центре. Изменить опорную точку можно в окне Scope Horizontal Properties (Свойства горизонтальной развертки).
12 Источник запуска	Отображение источника запуска осциллографа. В этом примере источником запуска является уровень напряжения на выходе 2.  Показывает, что измерение будет запускаться по переднему фронту (положительному перепаду).  Показывает, что измерение будет запускаться по заднему фронту (отрицательному перепаду).
Амплитуда	Если для источника запуска задан уровень напряжения или тока, ниже источника запуска отображается амплитуда уровня запуска. В данном примере для уровня запускающего напряжения задано 4,5 В.
13 Режим запуска	Отображает режим запуска (авто, одиночный или запускаемый).
Время дискретизации	Показанное время дискретизации осциллографа основано на настройке горизонтальной развертки (время/дел). Если настройка горизонтальной развертки составляет менее 20 мс/дел, осциллограф будет выполнять сбор данных с максимальной скоростью, зависящей от числа выбранных осциллограмм: 1 осциллограмма (только модель N678xA SMU): 5,12 мс 1–2 осциллограммы (все модули): 10,24 мс 3–4 осциллограммы (все модули): 20,48 мс







Вид с маркерами



Символ/поле	Описание
1 Точки m1/m2	Показывают точки, в которых измерительный маркер пересекает выбранный сигнал. Значения в нижней части дисплея связаны с точками пересечения маркеров. Расчеты основываются на точках данных, находящихся между точками пересечения.
2 Delta	Показывает дельту, то есть абсолютную разницу между маркерами в единицах электричества (вольты, амперы или ватты) и времени (секунды). В скобках отображается частота, которая является обратной величиной времени (1/время).
3 m2	Показывает значение маркера m2 в точке пересечения в вольтах, амперах или ваттах. Показывает также удаление маркера m2 от текущего положения точки запуска в единицах времени.
4 m1	Показывает значение маркера m1 в точке пересечения в вольтах, амперах или ваттах. Показывает также удаление маркера m1 от текущего положения точки запуска в единицах времени.
5 Min	Показывает минимальное значение находящихся между точками маркеров данных (в вольтах, амперах или ваттах) выбранного сигнала. Показывает также удаление минимального значения от текущего положения точки запуска в единицах времени.
6 Avg	Показывает среднее значение находящихся между точками маркеров данных (в вольтах, амперах или ваттах) выбранного сигнала. Также показывает время между маркерами, по которым вычисляется среднее значение.
7 Max	Показывает максимальное значение находящихся между точками маркеров данных (в вольтах, амперах или ваттах) выбранного сигнала. Показывает также удаление максимального значения от текущего положения точки запуска в единицах времени.
8 V p-p	Показывает разницу между максимальным и минимальным значениями. Информация о времени неприменима к вычисленной разнице.
Ср. кв. значение (если выбрано)	Показывает среднеквадратичное значение сигнала между точками маркеров. Для отображения среднеквадратичного значения необходимо отменить выбор одного из измерений в окне Scope Marker Properties (Свойства маркера осциллографа). Одновременно могут отображаться только 5 измерений.

Использование кнопок-регуляторов сигнала

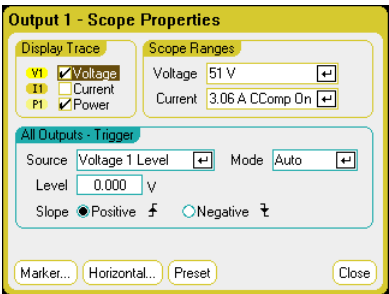


Кнопка-регулятор	Описание
1 Vertical Volts/Div	Вертикально увеличивает или уменьшает сигнал относительно его нулевого уровня. Определяется по оси y в единицах вольт/деление или ампер/деление. На выходах с несколькими диапазонами, когда в окне Scope Range Property (Свойства диапазона осциллографа) выбрано Knob Control (Управление кнопками-регуляторами), при регулировке вертикального усиления автоматически выбираются низкие диапазоны измерений, чтобы повысить разрешение. Если вертикальное усиление приводит к тому, что осциллограмма выходит из поля видимости, символы стрелок показывают направление выхода следа.  
2 Vertical Offset	Перемещает нулевой уровень вверх или вниз относительно горизонтальной <i>средней линии</i> сетки. Всплывающее окно смещения, отображаемое в верхнем правом углу дисплея, показывает, насколько нулевой уровень выбранной осциллограммы находится выше или ниже горизонтальной средней линии сетки. Положительные значения показывают, что средняя линия находится <i>выше</i> нулевого уровня. Отрицательные значения показывают, что средняя линия находится <i>ниже</i> нулевого уровня. <div><div>V1 - Offset</div><div>-8.100 V</div></div>
3 Trigger Level	Перемещает уровень запуска вверх и вниз, если источником запуска является уровень напряжения или тока. Уровень запуска показывается символом  . Если уровень запуска находится вне поля видимости, стрелка  показывает направление положения уровня запуска. Чтобы включить автомасштабирование осциллограмм на дисплее, нажмите кнопку-регулятор Trigger Level (Уровень запуска). При этом произойдет запуск нового измерения.
4 Horizontal Time/Div	Горизонтально растягивает или сжимает сигнал с обеих сторон горизонтальной опорной точки смещения. Определяется по оси x в единицах время/деление. Применяется ко ВСЕМ осциллограммам.
5 Horizontal Offset	Перемещает сигнал вправо или влево относительно горизонтальной опорной точки смещения. Точка обозначается сплошным треугольником. 
6 Marker 1/Marker 2	Перемещает маркеры измерений вправо или влево. Чтобы увидеть маркеры, нажмите кнопку-регулятор Scope View . Маркеры отображаются для выбранной осциллограммы. Значения в нижней части дисплея связаны с точками пересечения маркеров. Если маркер находится вне поля видимости, стрелка показывает направление положения маркера.  Нажмите кнопку-регулятор Marker 1 или Marker 2, чтобы сбросить маркер. При нажатии на нее появится следующее меню. Нажмите клавишу Enter , чтобы сбросить маркер. Нажмите клавишу Enter еще раз, чтобы отменить сброс. Перейдите ниже и выберите Marker options (Параметры маркера), чтобы открыть окно Scope Marker Properties (Свойства маркера осциллографа). Перейдите ниже и выберите Jump to peak (Перейти к пику) для перемещения маркера в точку измерения пика.

Свойства осциллографа

ПРИМЕЧАНИЕ Программировать осциллограф через дистанционный интерфейс нельзя. Информацию о программировании оцифрованных измерений с помощью дистанционного интерфейса см. в разделе «Оцифровка измерений» главы 5.

В режиме экрана осциллографа нажмите клавишу **Properties** для открытия окна Scope Properties (Свойства осциллографа).



В разделе **Display Trace** (Отображать осциллограммы) выберите, какие осциллографа для выхода отображать. Если не установить ни один флажок, для этого выхода не будет отображаться ни одна осциллограмма. Осциллограммы напряжения, тока и мощности могут отображаться одновременно только для моделей N676xA и N678xA SMU, поскольку эти модели имеют возможность одновременно измерять напряжение и ток (см. раздел «Возможности модулей питания» главы 1). Все другие модули питания могут отображать только напряжение или ток, но не то и другое одновременно.

В разделе **Trigger** (Запуск) выберите источник запуска в раскрывающемся списке **Source** (Источник). Этот источник запуска будет запускать осциллографические измерения во всех выходных каналах. В зависимости от выбора источника запуска сигналы осциллографа можно запускать следующим образом.

Источник запуска	Описание
Voltage <1-4> level	Запуск измерения происходит, когда напряжение или ток соответствующего выхода переходит заданный уровень.
Current <1-4> level	
Arb Run/Stop key	Измерение запускается при нажатии клавиши Run/Stop Arb (Запуск/остановка СПФ).
Output On/Off key	Измерение запускается при нажатии одной из клавиш включения/выключения выхода. Это касается и клавиши On в группе All Outputs (Все выходы).
BNC Trigger In	Обеспечьте подачу сигнала запуска низким уровнем на BNC-разъем Input (Вход). Сигнал должен иметь длительность более 90 наносекунд. Выбор варианта BNC Trigger In также позволяет использовать любые контакты цифрового ввода/вывода, настроенные как выходы запуска (см. приложение C).
Remote Command	Отправьте команду запуска (*TRG) через один из трех интерфейсов.

Если источник запуска отображается в списке серым цветом, он недоступен. Это может иметь место в модулях питания, которые не поддерживают одновременное отображение напряжения и тока. Если для этих модулей питания включена одна осциллограмма, нельзя использовать в качестве источника запуска другой тип сигнала (напряжение или ток). Кроме того, нельзя использовать в качестве источника запуска уровень тока, если выходы сгруппированы (соединены параллельно). Поле **Level** (Уровень) позволяет задать уровень запуска, если выбрать в качестве источника запуска уровень напряжения или

уровень тока. Выбор варианта в поле **Slope** (Фронт) определяет, будет ли измерение запускаться положительным или отрицательным перепадом сигнала.

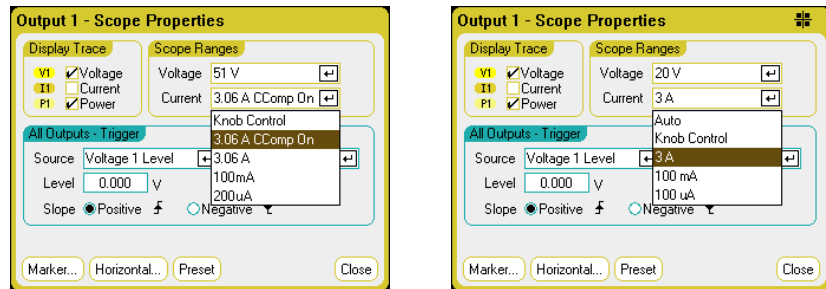
Раскрывающийся список **Mode** (Режим) позволяет выбрать режим запуска.

Режим запуска	Описание
Auto	Настраивает осциллограф на отображение измерения с одним циклом развертки при получении сигнала запуска или автоматически, если сигнал запуска не получен. После выполнения измерения осциллограф продолжает работать и ожидает следующего сигнала запуска.
Single	Настраивает осциллограф на отображение измерения с одним циклом развертки при получении сигнала запуска. После выполнения измерения осциллограф останавливается.
Triggered	Настраивает осциллограф на отображение измерения с одним циклом развертки при получении сигнала запуска. После выполнения измерения осциллограф продолжает работать и ожидает следующего сигнала запуска.

Диапазоны осциллографа

В случае выходов с несколькими диапазонами измерений можно выбрать более низкий диапазон, чтобы повысить точность измерений. Настройки диапазонов осциллографа не зависят от настроек диапазонов измерителя и регистратора.

Выберите необходимый низкий диапазон измерений в раскрывающемся меню **Voltage** (Напряжение) и **Current** (Ток) раздела **Scope Ranges** (Диапазоны осциллографа).



Выбор варианта **Knob Control** (Управление регулятором) позволяет использовать кнопку-регулятор **Vertical Volts/Div** передней панели для автоматического выбора низких диапазонов измерений при более высокой точности измерений. При более низкой точности измерений автоматически выбирается более высокий диапазон. Текущий диапазон отображается в левом нижнем углу окна экрана осциллографа.

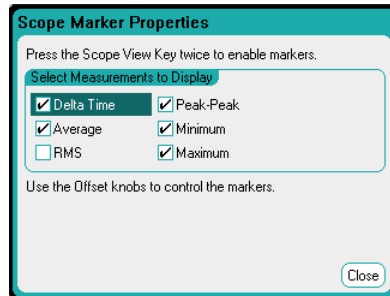
Некоторые модели имеют высокий диапазон измерений с меткой **CComp On**, который выбирается по умолчанию. В диапазоне CComp On измерения выходного тока во время переходных процессов компенсируются. Дополнительную информацию см. в разделе «Управление динамической коррекцией тока» главы 6.

Бесшовный автовыбор диапазона

Для моделей Keysight N6781A, N6782A, N6785A и N6786A можно выбрать бесшовный автовыбор диапазона измерений напряжения и тока, результатом чего является образование широкого динамического диапазона измерений и отсутствие потерь данных в разных диапазонах. Чтобы включить бесшовный автовыбор диапазона измерений, выберите **Auto** (Авто). Бесшовный автовыбор диапазона не распространяется на диапазон 10 мкА, который необходимо выбирать вручную.

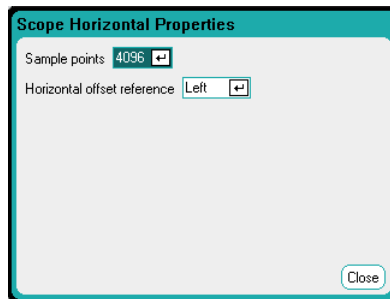
Маркер осциллографа

Для конфигурирования измерений, отображаемых в нижней части экрана в режиме с маркерами, выберите кнопку **Markers** (Маркеры). Эти измерения относятся к части сигнала, находящейся между двумя маркерами. Одновременно можно выбрать для отображения не более пяти измерений.



Горизонтальная развертка осциллографа

Чтобы настроить свойства горизонтальной развертки, выберите кнопку **Horizontal** (Горизонтальная развертка).



Поле **Sample Points** (Точки сбора) позволяет задать количество точек в осциллограмме. Максимальное количество точек, которые можно задать, зависит от количества включенных осциллограмм. Минимально возможное количество точек равно 1024.

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| 1 1 осциллограмма: 256 тыс. точек. | 4 осциллограммы: 64 тыс. точек. |
| 2 2 осциллограммы: 128 тыс. точек. | 8 осциллограмм: 32 тыс. точек. |
- (макс. кол. точек = 256 тыс./кол-во осциллограмм)

Предустановки осциллографа

Осциллограмма мощности считается за 2 осциллограммы, так как для расчета мощности должны одновременно измеряться напряжение и ток. Когда включены и осциллограмма напряжения, и осциллограмма тока, осциллограмма мощности не считается.

Поле **Horizontal Offset Reference** (Смещение горизонтальной опорной точки) позволяет разместить опорную точку слева, справа или в середине экрана. Если ничего не выбрано – положение этой точки будет совпадать с положением точки запуска. Вариант **Left** (Слева) позволяет видеть сигнал после события запуска. Вариант **Center** (Середине) позволяет видеть сигнал до и после события запуска. Вариант **Right** (Справа) позволяет видеть сигнал до события запуска.

Чтобы сбросить настройки экрана осциллографа до его настроек при включении, выберите кнопку **Preset** (Предустановка). В результате для вертикальных смещений осциллограмм установятся разные значения. Это предотвратит перекрытие осциллограмм. Значение смещения привязывается к горизонтальной средней линии сетки.

Использование функций регистратора

ПРИМЕЧАНИЕ Если установлена опция 055, функция регистратора недоступна.

Режим регистратора подобен режиму осциллографа, за исключением того, что он позволяет просматривать и записывать данные выходного напряжения и тока в течение 99 999 часов.

Регистратор, как и осциллограф, можно настроить на отображение сигналов напряжения или тока для всех выходов. Сигналы мощности могут отображаться для всех выходов по причине чередования записи данных. См. раздел «Режимы сбора данных регистратора» далее в этой главе.

Отображение зарегистрированных данных выглядит аналогично регистратору с бумажной лентой. Для прокрутки данных используются кнопки-регуляторы в группе Waveform Display (Отображение сигнала). Если не задано иное, данные автоматически сохраняются в файле с именем *default.dlog*.

Регистрация данных

В приведенном ниже примере журнала регистратора показаны данные регистрации сигнала произвольной формы. Регистратор записывает фактическое выходное напряжение сигнала произвольной формы.

Шаг 1. Запрограммируйте сигнал произвольной формы

Конфигурирование пользовательского сигнала произвольной формы описано в разделе «Конфигурирование пользовательских СПФ» главы 3. Запрограммируйте напряжение и время следующим образом:

- Шаг 0: 10 В, 1 с
- Шаг 1: 20 В, 1 с
- Шаг 2: 30 В, 1 с
- Шаг 3: 40 В, 1 с
- Шаг 4: 50 В, 1 с
- Число повторов: 5

Step	Voltage	Time	Trig Out
0	10.0000	1.0000	
1	20.0000	1.0000	
2	30.0000	1.0000	
3	40.0000	1.0000	
4	50.0000	1.0000	

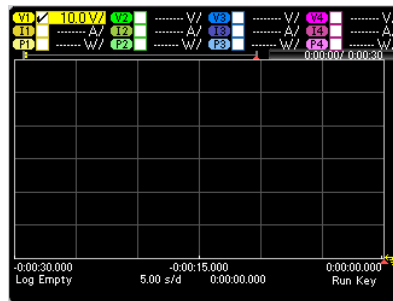
Voltage After Arb
☒ Return to DC Value ☐ Last Arb Value
☐ Continuous Repeat Count: 5

Шаг 2. Настройте следы регистратора

- Установите флажок V1.
- Снимите флажки V2–V4, а также все флажки графиков тока и мощности.
- С помощью кнопки-регулятора Volts/Div (Напряжение/дел) в группе Vertical (Вертикальная развертка) задайте для графика V1 масштаб 10 В/дел.
- Используя кнопку-регулятор Offset (Смещение), сместите график V1 к низу сетки.

Цвета графиков соответствуют цветной кодировке выходов.

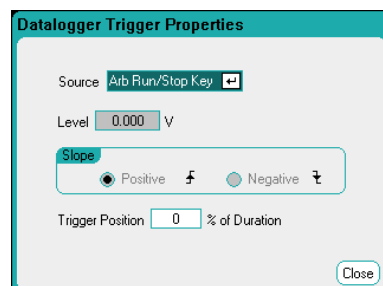
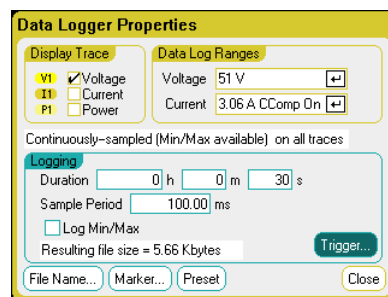
Символ заземления на правой стороне экрана показывает нулевой уровень для графика.



Шаг 3. Настройте свойства регистратора

Нажмите главишу **Properties**, чтобы настроить свойства регистратора следующим образом:

- Оставьте значение по умолчанию в полях Duration (Длительность) и Sample Period (Период дискретизации) 30 секунд и 100 миллисекунд соответственно.
- Выберите кнопку **Trigger** (Запуск) и установите в поле Source (Источник) вариант **Arb Run/Stop Key** (Клавиша запуска/остановки СПФ).

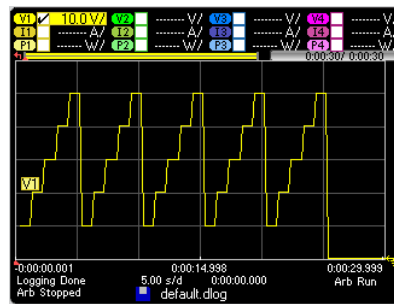


Шаг 4. Включите выход 1, запустите СПФ и зарегистрируйте данные

Нажмите кнопку **Data Logger (Регистратор)** для возврата к отображению регистратора.

- Нажмите клавишу **On** выхода 1, чтобы включить выход 1.
- Нажмите клавишу **Run/Stop** (Пуск/Стоп) для запуска регистратора. Эта клавиша начнет светиться, показывая, что регистратор инициализирован, а на экране начнет отображаться график для выхода 1.
- Нажмите клавишу **Arb Run/Stop** (Запуск/остановка СПФ), чтобы запустить пользовательский сигнал произвольной формы и регистратор данных.

Регистратор будет работать в течение 30 секунд, регистрируя данные напряжения на выходе 1. По завершении регистрации данных на экране будет отображаться следующий график сигнала:

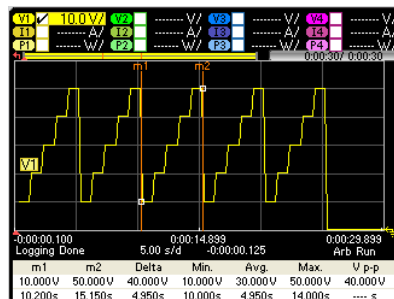


В нижней части будет показано, что зарегистрированные данные были сохранены в файле с именем default.dlog. Если данные надо сохранять в файле с другим именем, его имя необходимо указывать до запуска регистратора. Для этого выберите кнопку **Filename** (Имя файла) в диалоговом окне **Datalogger Properties** (Свойства регистратора).

Шаг 5. Используйте органы управления маркерами для измерения зарегистрированных данных

Нажмите клавишу **Data Logger**, чтобы отобразить маркеры.

- Для перемещения маркеров вдоль следа напряжения используйте кнопки-регуляторы marker 1 и marker 2. В нижней части экрана отображаются измерения, выполняемые для части сигнала, расположенной между маркерами.
- Чтобы увеличить любую часть зарегистрированных данных, используйте кнопки-регуляторы **Vertical Volts/Div** и **Horizontal Time/Div**.



Через дистанционный интерфейс

Программирование 5 шагов пользовательского сигнала напряжения на выходе 1:

```
ARB:FUNC:TYPE VOLT,(@1)
ARB:FUNC:SHAP UDEF,(@1)
ARB:VOLT:UDEF:LEV 10,20,30,40,50,(@1)
ARB:VOLT:UDEF:DWEL 1,(@1)
ARB:VOLT:UDEF:BOST 0,(@1)
ARB:TERM:LAST OFF,(@1)
```

Инициализация системы запуска перехода:

```
VOLT:MODE ARB,(@1)
TRIG:ARB:SOUR BUS
INIT:TRAN (@1)
```

Настройка регистрации данных для выхода 1:

```
SENS:DLOG:VOLT ON,(@1)
SENS:DLOG:TIME 30
SENS:DLOG:PER .1
```

Инициализация регистратора и задание имени файла для сохранения данных:

```
TRIG:DLOG:SOUR BUS,(@1)
INIT:DLOG "internal:\data1.dlog"
```

Включение выхода 1 и запуск СФ и регистратора:

```
OUTP ON, (@1)
*TRG
```

Как только регистрация данных завершится, можно разместить маркеры регистратора и считать данные между маркерами. Размещение двух маркеров регистратора в точка, отстоящих на 10 и 15 секунд от точки запуска регистрации:

```
SENS:DLOG:MARK1 10
SENS:DLOG:MARK2 15
```

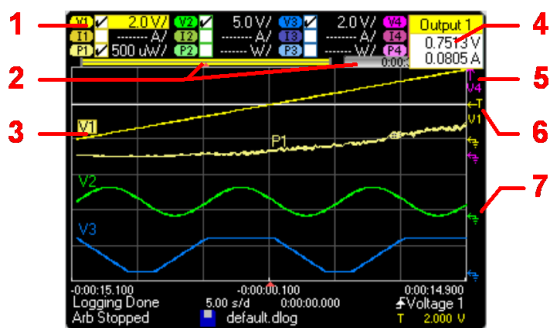
Следующие команды возвращают среднее, минимальное или максимальное значения данных между позициями маркеров:

```
FETC:DLOG:VOLT? (@1)
FETC:DLOG:VOLT:MIN? (@1)
FETC:DLOG:VOLT:MAX? (@1)
```

Экран регистратора

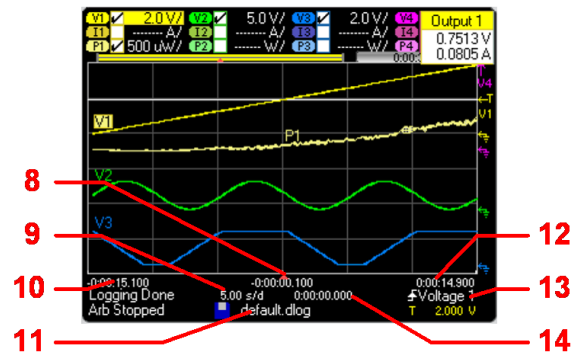
Для доступа к регистратору нажмите клавишу **Data Logger** (Регистратор). Эта клавиша выполняет переключение между стандартным видом, показанным ниже, и видом с маркерами, который включает маркеры и расчеты по ним.





Стандартный вид



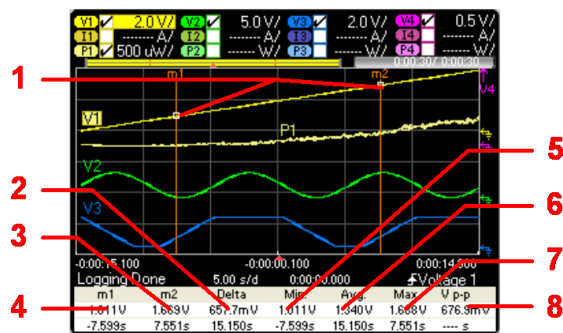
Символ/поле	Описание
1 Управление графиками	Отображение настроек напряжения Символ <input checked="" type="checkbox"/> означает, что график включен. Дефисы (----) означают, что график выключен. Выберите график и нажмите клавишу Enter, чтобы включить или отключить его.
2 Полоска данных и прошедшее время	Представляет зарегистрированные данные. Ее желтая часть показывает данные, которые видны на дисплее. Черная часть представляет данные, которые не видны.
Экран графиков	Отображение времени, прошедшего от начала регистрации данных, и общую длительность. По завершении регистрации значения становятся одинаковыми.
3 Выпадающие меню	Метки графиков напряжения (V1 V2, V3, V4) отображаются с левой стороны сетки. Метки графиков тока (I1, I2, I3, I4) отображаются с правой стороны сетки. Метки графиков мощности (P1, P2, P3, P4) отображаются в центре сетки. Если часть графика имеет красный цвет, это означает, что эта часть графика вышла за пределы диапазона. Чтобы включить автомасштабирование графиков данных, нажмите кнопку-регулятор Trigger Level (Уровень запуска).
4 Разворачивающиеся меню	При вращении кнопок-регуляторов напряжения и тока в разворачивающемся меню будут отображаться текущие настройки выхода. При нажатии кнопок-регуляторов напряжения и тока в разворачивающемся меню будут отображаться следующие действия: Блокировка/разблокировка кнопок-регуляторов напряжения и тока. В моделях N678xA — выбор параметра ограничения или отображения линий пределов.
5 Стрелки выхода из поля видимости	Показывают, что след (V4 в этом примере) вышел из поля видимости. Используйте кнопку-регулятор Volt/Div или Offset в группе Vertical, чтобы сдвинуть след в поле видимости. Чтобы включить автомасштабирование следов, нажмите кнопку-регулятор Trigger Level (Уровень запуска).
6 Уровень запуска	Показывают, что след (V4 в этом примере) вышел из поля видимости. Используйте кнопку-регулятор Volt/Div или Offset в группе Vertical, чтобы сдвинуть след в поле видимости. Чтобы включить автомасштабирование следов, нажмите кнопку-регулятор Trigger Level (Уровень запуска).
7 Общий вывод	Показывает положение уровня запуска напряжения или тока и метку выход. В данном примере показан уровень запуска напряжения на выходе 1. Источник и амплитуда запуска отображаются в правом нижнем углу дисплея.





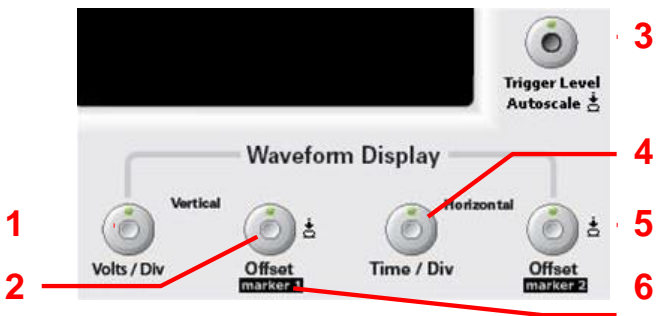
Символ/поле	Описание
8 Индикатор точки запуска 	Показывает положение точки запуска в журнале регистрации. В этом примере точка запуска была смещена на 50 %, и были записаны данные перед и после запуска. Время в точке запуска всегда равно нулю. Смещение точки запуска задается в окне Datalogger Trigger Properties (Свойства запуска регистратора).
9 Время/дел.	Отображение настройки горизонтальной развертки. Настроить ее можно кнопкой-регулятором Time/Div (Время/дел) передней панели, находящейся в группе Horizontal.
10 Время левого края сетки	Отображение времени для левой линии сетки относительно точки запуска. Если точка запуска находится на левом краю сетки, время будет равно нулю.
11 Имя файла	Отображение имени файла, в который будет вестись запись регистрируемых данных.
12 Время правого края сетки	Отображение времени для правой линии сетки относительно точки запуска. Если точка запуска находится в начале зарегистрированных данных, время будет равно общей длительности регистрации.
13 Источник запуска	<p>Отображение источника запуска; в этом примере источником запуска является уровень напряжения на выходе 1. Регистратор начинает регистрировать данные при достижении заданного уровня.</p> <p> Показывает, что регистратор будет запускаться по заднему фронту (отрицательному перепаду).</p> <p> Показывает, что регистратор будет запускаться по переднему фронту (положительному перепаду).</p>
Амплитуда	Если для источника запуска задан уровень напряжения или тока, ниже источника запуска отображается амплитуда уровня запуска. В данном примере для уровня запускающего напряжения задано 2 В.
14 Время смещения 	<p>Отображение времени, на которое правая линия сетки смещена (удалена) от конца зарегистрированных данных. Если это значение равно нулю, это значит, что правая линия сетки находится в конце зарегистрированных данных. Поворот кнопки-регулятора Offset (Смещение) приведет к смещению сетки относительно конца зарегистрированных данных, что отобразится полоской времени смещения.</p> <p>Ее желтая часть представляет часть данных, которые видны на дисплее. Ее черная часть представляет время смещения.</p>

Вид с маркерами



Символ/поле	Описание
1 Точки m1/m2	Показывают точки, в которых измерительный маркер пересекает выбранный сигнал. Значения в нижней части дисплея связаны с точками пересечения маркеров. Расчеты основываются на точках данных, находящихся между точками пересечения.
2 Delta	Показывает дельту, то есть абсолютную разницу между маркерами в единицах электричества (вольты, амперы или ватты) и времени (секунды).
3 m2	Показывает значение маркера m2 в точке пересечения в вольтах, амперах или ваттах. Показывает также удаление маркера m2 от текущего положения точки запуска в единицах времени.
4 m1	Показывает значение маркера m1 в точке пересечения в вольтах, амперах или ваттах. Показывает также удаление маркера m1 от текущего положения точки запуска в единицах времени.
5 Min	Показывает минимальное значение находящихся между точками маркеров данных (в вольтах, амперах или ваттах) выбранного сигнала. Показывает также удаление минимального значения от текущего положения точки запуска в единицах времени.
6 Avg	Показывает среднее значение находящихся между точками маркеров данных (в вольтах, амперах или ваттах) выбранного сигнала. Также показывает время между маркерами, по которым вычисляется среднее значение.
7 Max	Показывает максимальное значение находящихся между точками маркеров данных (в вольтах, амперах или ваттах) выбранного сигнала. Показывает также удаление максимального значения от текущего положения точки запуска в единицах времени.
8 V p-p	Показывает разницу между максимальным и минимальным значениями. Информация о времени неприменима к вычисленной разнице.
Ah (если выбрано)	Показывает потребление энергии между точками маркеров в ампер-часах. Для отображения ампер-часов необходимо отменить выбор одного из других измерений в окне Datalogger Marker Properties (Свойства маркера регистратора). Одновременно могут отображаться только 5 измерений.
Wh (если выбрано)	Показывает потребление энергии между точками маркеров в ватт-часах. Для отображения ватт-часов необходимо отменить выбор одного из других измерений в окне Datalogger Marker Properties (Свойства маркера регистратора). Одновременно могут отображаться только 5 измерений.

Использование кнопок-регуляторов сигнала

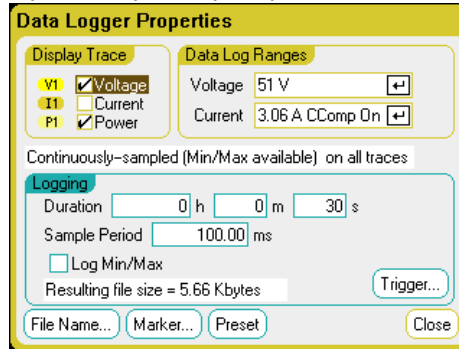


Кнопка-регулятор	Описание
1 Vertical Volts/Div	Вертикально увеличивает или уменьшает сигнал относительно его нулевого уровня. Определяется по оси y в единицах вольт/деление или ампер/деление. Если вертикальное усиление приводит к тому, что график выходит из поля видимости, символы стрелок показывают направление выхода графика.  
2 Vertical Offset	Перемещает нулевой уровень вверх или вниз относительно горизонтальной <i>средней линии</i> сетки. Всплывающее окно смещения, отображаемое в верхнем правом углу дисплея, показывает, насколько нулевой уровень выбранного графика находится выше или ниже средней горизонтальной линии сетки  Положительные значения показывают, что средняя линия находится <i>выше</i> нулевого уровня. Отрицательные значения показывают, что средняя линия находится <i>ниже</i> нулевого уровня.
3 Trigger Level	Перемещает уровень запуска вверх и вниз, если источником запуска является уровень напряжения или тока. Уровень запуска показывается символом  . Если уровень запуска находится вне поля видимости, стрелка  показывает направление положения уровня запуска. Имейте в виду, что уровни запуска в режиме Standard (interleaved) (Стандартный (чередование)) недоступны. Чтобы включить автомасштабирование графиков на дисплее, нажмите кнопку-регулятор Trigger Level (Уровень запуска).
4 Horizontal Time/Div	Уменьшение или увеличение масштаба данных, позволяющее рассмотреть сигнал подробно. Числа в нижней части дисплея показывают местоположение данных, которые просматриваются относительно всего объема зарегистрированных данных.
5 Horizontal Offset	Перемещает область сетки относительно зарегистрированных данных вправо или влево.
6 Marker 1/Marker 2	Перемещает маркеры измерений вправо или влево. Чтобы увидеть маркеры, нажмите кнопку-регулятор Data Logger . Маркеры отображаются для выбранного следа. Значения в нижней части дисплея связаны с точками пересечения маркеров. Если маркер находится вне поля видимости, стрелка показывает направление положения маркера.  Нажмите кнопку-регулятор Marker 1 или Marker 2, чтобы сбросить маркер. При нажатии на нее появится следующее меню. Нажмите клавишу Enter , чтобы сбросить маркер. Нажмите клавишу Enter еще раз, чтобы отменить сброс. Перейдите ниже и выберите Marker options (Параметры маркера), чтобы открыть окно Datalogger Marker Properties (Свойства маркера регистратора). Перейдите ниже и выберите Jump to peak (Перейти к пику) для перемещения маркера в точку измерения пика. 

Свойства регистратора

С передней панели

В режиме регистратора нажмите клавишу **Properties**.



В разделе **Display Trace** (Отображение графиков) выберите, какие графики отображать для данного выхода. Если не установить ни один флажок, регистрация данных для этого выхода вестись не будет.

Текстовая строка под графиками показывает режим регистрации данных. В режиме *Continuously-sampled* (Непрерывный сбор) выполняется непрерывный сбор данных напряжения и тока и сохранение одного среднего значения для периода дискретизации. При установке флажка **Log Min/Max** (Регистрация мин/макс) также сохраняются минимальные и максимальные значения для периода дискретизации. В режиме *Standard (interleaved)* (Стандартный (чередование)) измерения напряжения и тока чередуются. Для периода дискретизации возвращается одно значение напряжения и одно значение тока.

ПРИМЕЧАНИЕ

В зависимости от того, какие графики выбраны в конкретных модулях питания, регистратор данных автоматически выбирает режим непрерывного сбора или стандартный режим чередования. Дополнительную информацию см. в разделе «Режимы сбора данных регистратора» далее в этой главе.

Поля с меткой **Duration** (Длительность) в разделе **Logging** (Регистрация) позволяют задать продолжительность регистрации данных в часах, минутах и секундах. Продолжительность регистрации не может превышать 99 999 часов. Настройки регистрации применяются к регистрации измеренных данных всех выходных каналов.

В поле **Sample Period** (Период дискретизации) задается интервал между выборками данных в миллисекундах, он может составлять от 20 микросекунд до 60 секунд.

Установите флажок **Log Min/Max** (Рег. мин/макс), если в режиме непрерывного сбора требуется записывать в файл регистрации минимальные и максимальные значения. При установке флажка **Log Min/Max** (Регистрация мин/макс) размер файла увеличивается в три раза.

В текстовом поле **Resulting file size** (Конечный размер файла) отображается размер файла, который получится по завершении регистрации. Максимально допустимый размер файла составляет 2E9 байт (1,87 ГБ в единицах Microsoft Windows). Если в результате настроек этот предел будет превышен, будет автоматически увеличен интервал выборки, чтобы соответственно уменьшить размер файла. Если размер файла превысит пространство, доступное на диске, куда он будет записываться, будет выдана ошибка и регистратор не запустится.

Через дистанционный интерфейс

Включение регистрации данных тока и напряжения на выходах 1 и 2:

```
SENS:DLOG:CURREN ON,(@1,2)
```

```
SENS:DLOG:VOLT ON,(@1,2)
```

Дистанционный интерфейс не обеспечивает возможность включить регистрацию данных о мощности выхода. Чтобы получить данные о мощности, необходимо зарегистрировать данные напряжения и тока, а затем вычислить по ним мощность.

Включение записи в файл данных регистрации минимальных и максимальных значений для всех включенных выходов:

```
SENS:DLOG:MINMAX ON
```

Задание регистрации данных для всех включенных выходов в течение 1000 секунд:

```
SENS:DLOG:TIME 1000
```

Задание периода дискретизации, равного 50 миллисекундам, для всех включенных выходов:

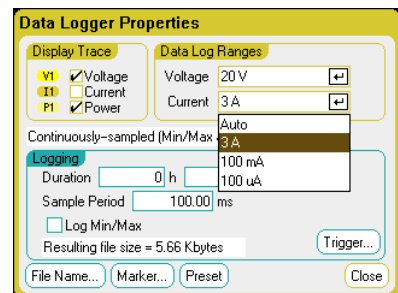
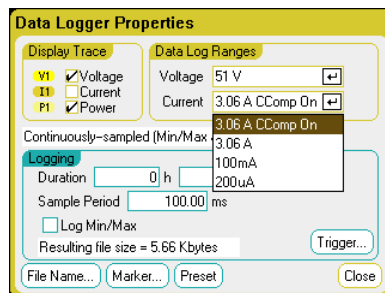
```
SENS:DLOG:PER .05
```

Диапазоны регистратора

В случае выходов с несколькими диапазонами измерений можно выбрать более низкий диапазон, чтобы повысить точность измерений. Настройки диапазонов регистратора не зависят от настроек диапазонов измерителя и осциллографа.

С передней панели

Выберите необходимый низкий диапазон измерений в раскрывающемся меню **Voltage** (Напряжение) и **Current** (Ток) раздела **Data Log Ranges** (Диапазоны регистратора).



Некоторые модели имеют высокий диапазон измерений с меткой **CComp On**, который выбирается по умолчанию. В диапазоне CComp On измерения выходного тока во время переходных процессов компенсируются. Дополнительную информацию см. в разделе «Управление динамической коррекцией тока» главы 6.

Бесшовный автовыбор диапазона

Для моделей Keysight N6781A, N6782A, N6785A и N6786A можно выбрать бесшовный автовыбор диапазона измерений напряжения и тока, результатом чего является образование широкого динамического диапазона измерений и отсутствие потерь данных в разных диапазонах. Чтобы включить бесшовный автовыбор диапазона измерений, выберите **Auto** (Авто). Бесшовный автовыбор диапазона не распространяется на диапазон 10 мкА, который необходимо выбирать вручную.

Через дистанционный интерфейс

Выбор нижнего диапазона измерений тока и напряжения:

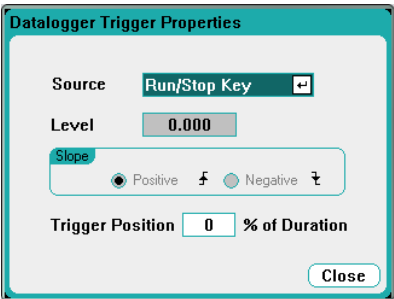
```
SENS:DLOG:CURR:RANG 0.1, (@1)
SENS:DLOG:VOLT:RANG 5, (@1)
```

Запуск регистратора

ПРИМЕЧАНИЕ После запуска регистратора не переключайте режим дисплея на экран осциллографа или измерителя, иначе регистрация данных остановится.

С передней панели

Чтобы настроить свойства запуска, выберите кнопку **Trigger** (Запуск). Для синхронизации с внешним событием регистратор данных использует сигналы запуска.



Источник запуска выбирается в раскрывающемся списке **Source** (Источник). Для запуска всех выходов, которые были настроены для ведения регистрации данных, используется один и тот же источник запуска. В зависимости от выбранного источника запуска регистратор может запускаться следующим образом:

Источник запуска	Описание
Voltage <1-4> level Current <1-4> level	Запуск регистратора происходит, когда напряжение или ток соответствующего выхода переходит заданный уровень.
Run/Stop key	Регистрация запускается при нажатии клавиши Run/Stop (Запуск/остановка). Это источник запуска по умолчанию.
Arb Run/Stop key	Регистрация запускается при нажатии клавиши Run/Stop Arb (Запуск/остановка СПФ).
Output On/Off key	Регистрация запускается при нажатии одной из клавиш включения/выключения выхода. Это касается и клавиши On в группе All Outputs (Все выходы).
BNC Trigger input	Обеспечьте подачу сигнала запуска низким уровнем на BNC-разъем Input (Вход). Сигнал должен иметь длительность более 90 наносекунд. Выбор варианта BNC Trigger In также позволяет использовать любые контакты цифрового ввода/вывода, настроенные как выходы запуска (см. приложение С).
Remote Command	Отправьте команду запуска (*TRG) через один из трех интерфейсов.

Если источник запуска отображается в списке серым цветом, он недоступен. Например, нельзя использовать в качестве источников запуска уровень тока, если выходы сгруппированы (соединены параллельно). Имейте в виду, что график, чтобы его можно было использовать в качестве источника запуска, *должен* быть включен.

Level (Уровень) — позволяет задать уровень запуска, если в качестве источника запуска выбран уровень напряжения или тока. Наряду с выбором уровня в поле **Slope** (Фронт) необходимо выбрать, будет ли измерение запускаться положительным или отрицательным перепадом сигнала.

Trigger Position % of Duration (Положение запуска в % длительности) — определяет смещение точки запуска. Это поле позволяет записывать в файл заданный процент данных перед точкой запуска. Положение точки запуска выражается в процентах от длительности регистрации данных.

Например, если задать длительность регистрации данных равной 30 минутам, а положение точки запуска равным 50 %, регистратор запишет в файл 15 минут данных, предшествующих моменту запуска. Затем в файл будут записаны 15 минут данных, измеренных после момента запуска.

Через дистанционный интерфейс

Выбор источника немедленного запуска (регистратор запускается сразу же после инициализации запуска):

TRIG:DLOG:SOUR IMM

Выбор BNC-разъема запуска Input (Вход) на задней панели:

TRIG:DLOG:SOUR EXT

Выбор шины в качестве источника запуска:

TRIG:DLOG:SOUR BUS

Выбор в качестве источника запуска уровня напряжения на *другом* выходе (выход 3 будет генерировать запуск уровнем напряжения):

TRIG:DLOG:SOUR VOLT3

Выбор в качестве источника запуска уровня тока на *другом* выходе (выход 4 будет генерировать запуск уровнем тока):

TRIG:DLOG:SOUR CURR4

Выбор в качестве источника запуска клавиши Arb Run/Stop (Запуск/остановка Arb):

TRIG:DLOG:SOUR ARSK

Выбор в качестве источника запуска для выхода 1 клавиши включения/выключения выхода:

TRIG:DLOG:SOUR OOOK

Выбор уровня и фронта для запуска регистрации данных для выхода 3 напряжением:

TRIG:DLOG:VOLT 10,(@3)

TRIG:DLOG:VOLT:SLOP POS,(@3)

Выбор уровня и фронта для запуска регистрации данных для выхода 4 током:

TRIG:DLOG:CURR 1,(@4)

TRIG:DLOG:CURR:SLOP POS,(@4)

Задание смещения точки запуска на 25 процентов относительно продолжительности регистрации данных:

SENS:DLOG:OFFS 25

Запуск регистрации данных:

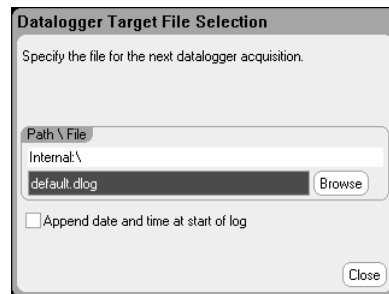
TRIG:DLOG (@1)

(Если в качестве источника запуска выбрано BUS (ШИНА), можно выдать команду *TRG или <GET>.)

Задание имени лога регистратора

С передней панели

Чтобы задать имя файла для сохранения данных, выберите кнопку **Filename** (Имя файла). Данные будут записываться в файл с этим именем при следующем запуске регистратора. Если не задавать имя файла, данные будут записываться в файл *default.dlog*, который будет перезаписываться при каждом запуске регистратора.



Введите имя файла в поле Path\File (Путь\файл). Установите флажок **Append date and time at start of log** (Добавить дату и время при запуске регистрации), чтобы включить в файл метки времени.

Через дистанционный интерфейс

Задание имени файла для сохранения данных:

INIT:DLOG "datalog1.dlog"

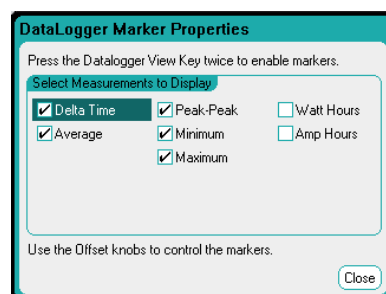
Экспорт файла данных регистрации с дисплея передней панели после запуска регистрации:

MMEM:EXP:DLOG "datalog1.dlog"

Маркеры регистратора

С передней панели

Для конфигурирования измерений, отображаемых в нижней части экрана в режиме с маркерами, выберите кнопку **Markers** (Маркеры). Эти измерения относятся к части графика, находящейся между двумя маркерами. Одновременно для отображения можно выбрать не более пяти измерений.



Через дистанционный интерфейс

Следующие команды определяют положения маркеров. Размещение двух маркеров регистратора в точка, отстоящих на 100 и 200 секунд от точки запуска регистрации:

```
SENS:DLOG:MARK1 100
SENS:DLOG:MARK2 200
```

Следующие команды возвращают данные, находящиеся между двумя маркерами. Возврат среднего тока или напряжения между маркерами:

```
FETC:DLOG:CURRE? (@1)
FETC:DLOG:VOLT? (@1)
```

Возврат минимального тока или напряжения между маркерами:

```
FETC:DLOG:CURRE:MIN? (@1)
FETC:DLOG:VOLT:MIN? (@1)
```

Возврат максимального тока или напряжения между маркерами:

```
FETC:DLOG:CURRE:MAX? (@1)
FETC:DLOG:VOLT:MAX? (@1)
```

Возврат размаха (пик-пик) тока или напряжения между маркерами:

```
FETC:DLOG:CURRE:PTP? (@1)
FETC:DLOG:VOLT:PTP? (@1)
```

Предустановка регистратора

Чтобы сбросить настройки экрана регистратора до его настроек при включении, выберите кнопку **Preset** (Предустановка). В настройках при включении для вертикального смещения всех графиков устанавливаются разные значения. Это предотвратит перекрытие графиков. Значение смещения привязывается к горизонтальной средней линии сетки.

Режимы сбора данных регистратора

Анализатор питания пост. тока обеспечивает два режима регистрации данных: **Continuously-sampled** (Непрерывный сбор) (по умолчанию) и **Standard (interleaved)** (Стандартный (чередование)). Режим выбирается автоматически на основе типов установленных модулей питания и выбранных измерений и применяется ко всем выходам. Текстовое сообщение в разделе Display Trace (Отображать след) окна Data Logger Properties (Свойства регистратора) показывает, какой режим активен.

Режим непрерывного сбора

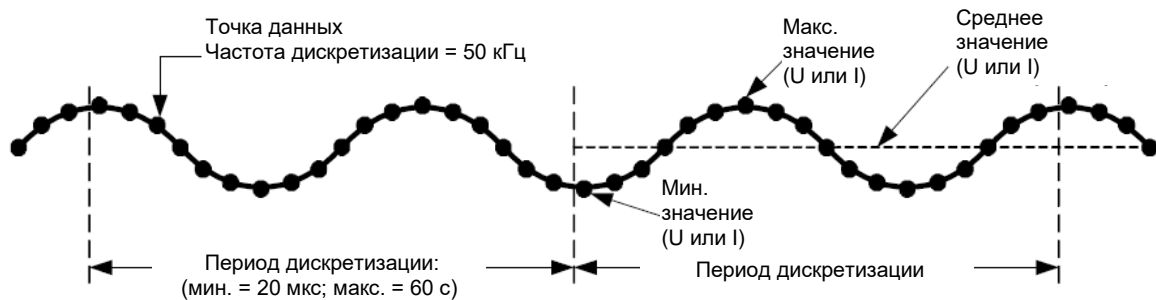
Режим *Continuously-sampled* (Непрерывный сбор) непрерывно отображает данные напряжения или тока при частоте 200 кГц для Keysight N678xA SMU и при частоте 50 кГц для всех остальных модулей питания. Для моделей Keysight N676xA и N678xA SMU могут непрерывно и одновременно собираться данные напряжения и тока. Мощность при этом рассчитывается на основе мгновенных значений напряжения и тока. Для всех остальных модулей питания могут непрерывно собираться только данные для напряжения или только данные для тока. Для каждого периода дискретизации возвращается только усредненные (а, при необходимости, еще и минимальные, и максимальные) значения.

Непрерывный сбор данных используется для следующих модулей питания и выбранных отображаемых следов:

Модуль питания.	Выбранные отображаемые следы
N676xA, N678xA SMU	Напряжение, ток и мощность (макс. 24 параметра)
N673xB, N674xB	Только напряжение или ток (макс. 12 параметров)
N675xA, N677xA	Только напряжение или ток (макс. 12 параметров)
N6783A-BAT/MFG	Только напряжение или ток (макс. 12 параметров)

Доступные возможности всех модулей питания

- Период дискретизации: от 20,48 мкс до 60 с
- Источник запуска: доступны все источники запуска
- Смещение запуска: от 0 до 100 %
- Регистрируемые значения: среднее, минимум, максимум (регистрация минимума и максимума выбирается отдельно)



Самый короткий период дискретизации, который может быть запрограммирован для режима непрерывного сбора, составляет 20,48 микросекунды. Однако такая скорость возможна только при измерении одного параметра. Имейте в виду, что можно одновременно измерять до 24 параметров (среднее, минимальное и максимальное напряжение для 4 выходов и средний, минимальный и максимальный ток для 4 выходов) с соответствующим увеличением частоты дискретизации. В зависимости от числа выбранных параметров доступны следующие типовые периоды дискретизации:

1 параметр (напр. или ток)	20 мкс (округленно)
3 параметра (напр. + мин. + макс.)	60 мкс (округленно)
6 параметров (напр. + мин. + макс. X 2 выхода)	120 мкс (округленно)
12 параметров (напр. + мин. + макс. X 4 выхода)	240 мкс (округленно)
24 параметра (напр. + мин. + макс. X 4 выхода и ток + мин. + макс. X 4)	480 мкс (округленно)

ПРИМЕЧАНИЕ Если выбран график мощности, он считается как 2 параметра, для расчета мощности необходимо измерить и напряжение, и ток. Если графики напряжения и тока уже выбраны, график мощности не учитывается при подсчете числа параметров.

Стандартный режим (с чередованием)

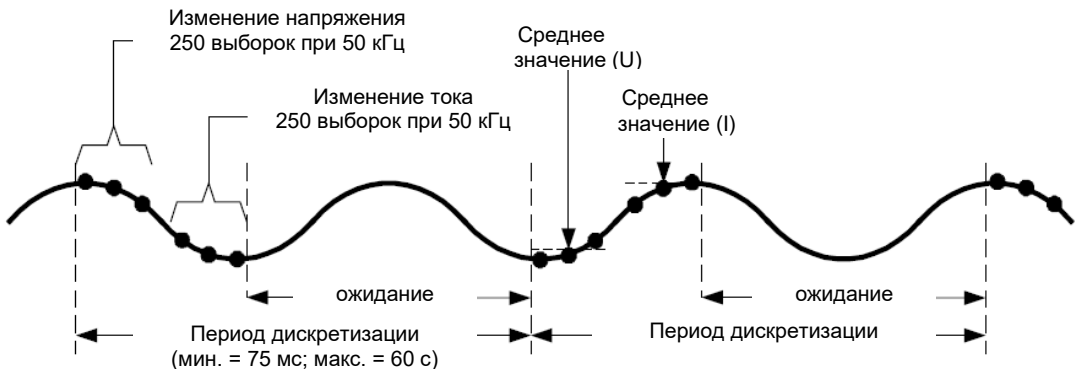
Режим *Standard (interleaved)* (Стандартный (с чередованием)) применяется только если выбраны графики измерения и напряжения, и тока для модулей питания, отличающихся от Keysight N676xA и N678xA SMU. Эти модули питания не могут одновременно измерять и напряжение, и ток, а потому измерения напряжения и тока для всех модулей питания в базовом блоке должны чередоваться. Выборка для каждого измерения выполняется в начале каждого периода дискретизации в течение примерно 5 миллисекунд. Мощность рассчитывается на основе чередующихся измерений.

Стандартный сбор данных используется для следующих модулей питания и выбранных отображаемых следов:

Модуль питания	Выбранные отображаемые следы
N673xB, N674xB	Напряжение, ток и мощность
N675xA, N677xA	Напряжение, ток и мощность
N6783A-BAT/MFG	Напряжение, ток и мощность

Доступные возможности всех выходов

- Период дискретизации: от 75 мс до 60 с
- Источник запуска: только клавиша Run/Stop
- Смещение запуска: 0 (смещение недоступно)
- Регистрируемые значения: только средние



Различия между экранами осциллографа и регистратора

Экраны осциллографа и регистратора внешне похожи во многих отношениях, например, в части отображения графиков, выбора следов и элементов управления маркерами. Это сходство облегчает программирование каждой функции.

Тем не менее, имеются и существенные различия экранов осциллографа и регистратора, которые могут быть не очевидными на первый взгляд. Чтобы избежать путаницы при использовании осциллографа и регистратора, в следующей таблице перечислены основные отличия для функций отображения.

Функция	Экран осциллографа	Регистратор
График	Захваченный сигнал	Регистрограмма
Выбор следов	Осциллограммы для напряжения, тока и мощности - Для модулей питания N676xA и N678xA SMU Осциллограмма напряжения или тока - Для всех других модулей питания	<i>Непрерывный режим:</i> Графики для напряжения, тока и мощности - Для модулей питания N676xA и N678xA SMU График напряжения или тока - Для всех других модулей питания <i>Режим чередования:</i> Напряжение и ток или мощность
Выбор уровня запуска	Учтите, что, если выходы сгруппированы, нельзя использовать в качестве источника запуска уровень тока.	<i>Непрерывный режим:</i> Уровень напряжения или тока выбранного графика - Для всех модулей питания <i>Режим чередования:</i> Только клавиша Run/Stop - Для всех модулей питания Учтите, что, если выходы сгруппированы, нельзя использовать в качестве источника запуска уровень тока.
Режим запуска	Авто, одиночный или запускаемый	Неприменимо
Положение запуска	Вращайте кнопку-регулятор Horizontal Offset	Нажмите Properties, выберите Trigger. Положение запуска задается в % от длительности регистрации данных.
Опорная точка смещения запуска по горизонтали	Слева, в середине или справа	Неприменимо к регистрограмме
Сохранение	Нажмите File, выберите Save	Автоматически сохраняется в файл default.dlog. (Перед запуском регистрации данных можно задать другое имя файла).

5 Использование системных функций

<u>Использование файловых функций</u>	138
<u>Конфигурирование предпочтений пользователя</u>	145
<u>Использование средств администрирования</u>	147

В этой главе содержится информация о следующих системных функциях:

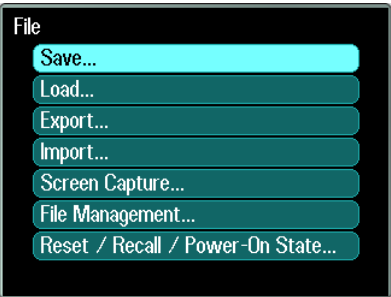
- Файловые функции.
- Конфигурирование предпочтений пользователя.
- Использование административных функций, включая функции защиты, позволяющие заблокировать переднюю панель и дистанционные интерфейсы. Здесь также представлена информация об очистке памяти прибора.

ПРИМЕЧАНИЕ

Программировать системные функции через дистанционный интерфейс нельзя.

Использование файловых функций

Нажмите клавишу File (Файл), а затем выделите и выберите один из следующих вариантов:



Функция сохранения

Чтобы сохранить состояние прибора, данные осциллографа или последовательность СПФ, нажмите клавишу **File** (Файл), а затем выделите и выберите **Save** (Сохранить).




Параметр	Описание
Type	Выбор типа данных: состояние прибора, данные осциллографа или последовательность СПФ.
Path\File Name	Задание имени файла для сохранения данных. Internal:\ — означает внутреннюю память прибора. External:\ — означает разъем Memory на передней панели. Введите имя в текстовое поле. См. раздел «Ввод имени файла» ниже.
Browse	Позволяет выбрать другой каталог или USB-накопитель.
Save	Сохранение данных в файл в двоичном формате.

Ввод имени файла

Используя клавиши навигации, выделите и выберите поле File Name (Имя файла). Используя буквенные/цифровые клавиши, введите имя файла.

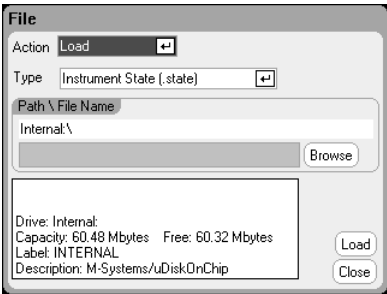
Буквенные клавиши автоматически становятся активными в полях для ввода данных, принимающих буквенные символы наравне с цифровыми. При повторных нажатиях клавиш циклически перебираются варианты, так же, как в сотовых телефонах. Например, при повторяющемся нажатии клавиши 2 ABC перебираются следующие варианты:

a, b, c, A, B, C, 2

После короткой паузы отображаемый символ принимается, и курсор переходит на одну позицию вправо. Используйте клавишу Backspace для удаления символа слева. Используйте клавишу  для ввода пробела. Нажмите **Enter** по завершении ввода.

Функция загрузки

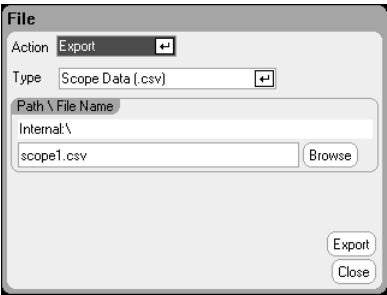
Чтобы загрузить состояние прибора, данные осциллографа, данные регистратора или последовательность СПФ, нажмите клавишу **File** (Файл), а затем выделите и выберите Load (Загрузить). Загружать можно только двоичные файлы. Файлы в формате .csv загружать нельзя.



Параметр	Описание
Type	Тип данных: состояние прибора, данные осциллографа или данные регистратора.
Path\File Name	Отображение файла, в котором хранятся данные. Internal:\ — означает внутреннюю память прибора. External:\ — означает разъем Memory на передней панели.
Browse	Позволяет выбрать другой каталог или USB-накопитель.
Load	Загрузка в прибор данных из двоичного файла.

Функция экспорта

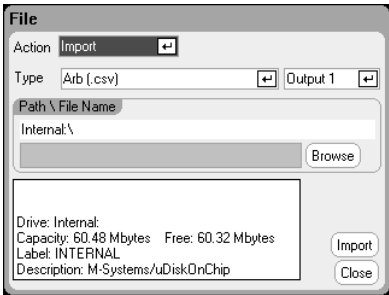
Чтобы экспортировать (и преобразовать) данные осциллографа, данные регистратора или данные СПФ (определенные пользователем или с пост. выдержкой), нажмите клавишу **File** (Файл), а затем выделите и выберите **Export** (Экспорт).



Параметр	Описание
Type	Тип данных: данные осциллографа, регистратора или СПФ (определенные пользователем или с пост. выдержкой). Все данные экспортируются в файл формата .csv (значения, разделенные запятыми).
Path\File Name	Задание имени файла для экспорта данных. Internal:\ — означает внутреннюю память прибора. External:\ — означает разъем Memory на передней панели. Введите имя в текстовое поле. См. раздел «Ввод имени файла» ниже.
Browse	Позволяет выбрать другой каталог или USB-накопитель.
Export	Экспорт данных в файл формата .csv.

Функция импорта

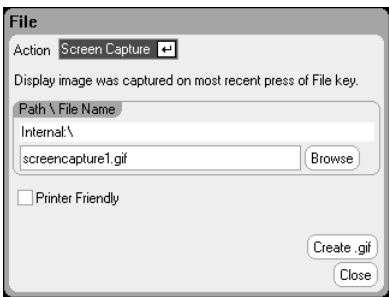
Чтобы импортировать (и преобразовать) данные СПФ (определенные пользователем или с пост. выдержкой), нажмите клавишу **File**, а затем выделите и выберите **Import** (Импорт).



Параметр	Описание
Type	Тип данных: данные СПФ (определенные пользователем или с пост. выдержкой) Данные преобразуются из формата .csv во внутренний формат.
Output <1–4>	Задание выхода, который получит данные СПФ.
Path\File Name	Отображение файла, в котором хранятся данные. Internal:\ — означает внутреннюю память прибора. External:\ — означает разъем Memory на передней панели.
Browse	Позволяет выбрать другой каталог или USB-накопитель.
Import	Импорт данных в прибор из файла формата .csv.

Захват экрана

Чтобы захватить экран, нажмите клавишу File (Файл), а затем выделите и выберите **Screen Capture** (Захват экрана). Будет сохранен экран, который был активен при нажатии клавиши **File** (Файл).

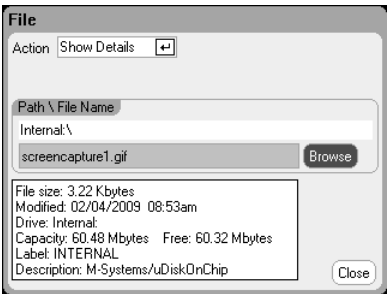


Копия текущего экрана сохраняется при каждом нажатии клавиши **File** (Файл).

Параметр	Описание
Path\File Name	Задание имени файла для сохранения изображения. Снимок экрана сохраняется в формате .gif (формат графического обмена). Internal:\ — означает внутреннюю память прибора. External:\ — означает разъем Memory на передней панели. Введите имя в текстовое поле. См. раздел «Ввод имени файла» ниже.
Browse	Позволяет выбрать другой каталог или USB-накопитель.
Printer Friendly	Если установить этот флажок, экраны осциллографа и регистратора сохраняются с белым фоном, а не с темным.
Create .gif	Сохранение изображения в указанный файл .gif.

Отображение сведений

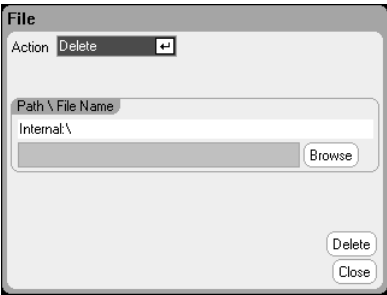
Чтобы просмотреть сведения о конкретном файле, нажмите клавишу **File**, а затем выделите и выберите **File Management** (Управление файлами).



Параметр	Описание
Path\File Name	Отображает имя файла. Internal:\ — означает внутреннюю память прибора. External:\ — означает разъем Memory на передней панели.
Browse	Позволяет выбрать другой каталог или USB-накопитель.
Details	В этом текстовом поле отображаются сведения о файле.

Функция удаления

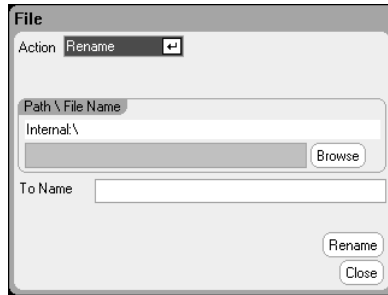
Чтобы удалить файл, нажмите клавишу File (Файл), а затем выделите и выберите **File Management** (Управление файлами). В раскрывающемся списке **Action** (Действие) выберите **Delete** (Удалить).



Параметр	Описание
Path\File Name	Задание файла или каталога для удаления. Internal:\ — означает внутреннюю память прибора. External:\ — означает разъем Memory на передней панели.
Browse	Позволяет выбрать другой каталог или USB-накопитель.
Delete	Удаление выбранного файла.

Функция переименования

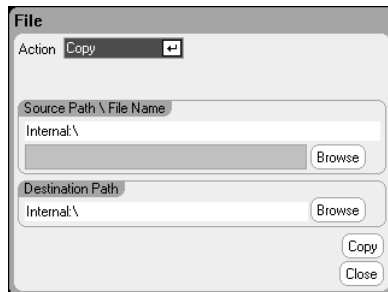
Чтобы переименовать файл, нажмите клавишу **File** (Файл), а затем выделите и выберите **File Management** (Управление файлами). В раскрывающемся списке **Action** (Действие) выберите **Rename** (Переименовать).



Параметр	Описание
Path\File Name	Задание файла или каталога для переименования. Internal:\ — означает внутреннюю память прибора. External:\ — означает разъем Memory на передней панели.
Browse	Позволяет выбрать другой каталог или USB-накопитель.
To Name	Текстовое поле для ввода нового имени файла. См. раздел «Ввод имени файла» выше.
Rename	Переименование выбранного файла.

Функция копирования

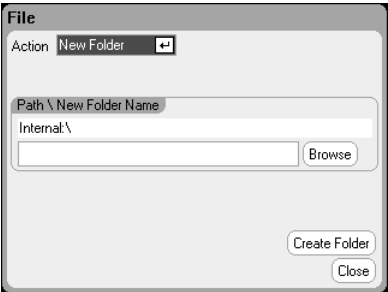
Чтобы скопировать выбранный файл в другой каталог или на внешний USB-накопитель, нажмите клавишу **File** (Файл), а затем выделите и выберите **File Management** (Управление файлами). В раскрывающемся списке **Action** (Действие) выберите **Copy** (Копировать).



Параметр	Описание
Source Path \File Name	Задание файла или каталога для копирования. Internal:\ — означает внутреннюю память прибора. External:\ — означает разъем Memory на передней панели.
Destination Path	Задание каталога-получателя. Internal:\ — означает внутреннюю память прибора. External:\ — означает разъем Memory на передней панели.
Browse	Позволяет выбрать другой каталог или USB-накопитель.
Copy	Копирование выбранного файла в указанный каталог.

Создание папки

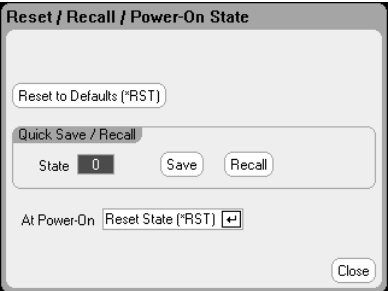
Чтобы создать папку в текущем каталоге, нажмите клавишу **File** (Файл), а затем выделите и выберите **File Management** (Управление файлами). В раскрывающемся списке **Action** (Действие) выберите **New Folder** (Создать папку).



Параметр	Описание
Path\New Folder Name	Задание имени новой папки. Internal:\ — означает внутреннюю память прибора. External:\ — означает разъем Memory на передней панели. Введите имя в текстовое поле. См. раздел «Ввод имени файла» ниже.
Browse	Позволяет выбрать другой каталог или USB-накопитель.
Create Folder	Создание новой папки в указанном местоположении.

Сброс, восстановление и состояние при включении питания

При поставке анализатор питания пост. тока настроен на автоматическое восстановление настроек сброса (*RST) при включении питания. Тем не менее, можно настроить сброс, восстановление и состояние при включении питания прибора. Нажмите клавишу **File** (Файл), а затем выделите и выберите **Reset/Recall/Power-On State** (Сброс, восстановление и состояние при включении питания).



Выбор кнопки **Reset to Defaults** (Сброс до значений по умолчанию) позволяет сразу вернуть инструмент к заводским настройкам по умолчанию, описанным в главе 1.

Раздел **Quick Save/Recall** (Быстрое сохранение/восстановление) позволяет сохранить состояние прибора в ячейках памяти с 0 по 9 или восстановить его из них. Это действие аналогично сохранению состояния инструмента в файле, но выполняется быстрее. Эти функции также можно выполнить с помощью SCPI-команд *SAV и *RCL.

Поле **At Power-On** (При включении питания) позволяет восстановить состояние сброса (*RST) или состояние прибора, сохраненное в ячейке 0.

Использование внешнего USB-накопителя

Внешний USB-накопитель (обычно называемый флэш-накопителем) можно использовать для передачи файлов в анализаторе питания пост. тока и из него. Для этого подключите запоминающее устройство к разъему Memory (Память) на передней панели, который специально предназначен для этой цели. USB-разъем на задней панели должен использоваться только для подключения к ПК.

При использовании внешнего USB-накопителя помните о следующем:

- Хотя анализатор питания пост. тока поддерживает большинство USB-накопителей, могут существовать отличия некоторых устройств, которые не позволят им работать с анализатором питания пост. тока.
- Рекомендуется протестировать USB-устройство, выполнив импорт и экспорт файла, прежде чем использовать его для сохранения данных непосредственно во время запущенных тестов. Если какой-то USB-накопитель не работает с анализатором питания пост. тока, попробуйте устройство другого производителя.

Экспорт данных в электронную таблицу

Данные осциллографа и регистратора можно экспортировать в электронную таблицу, такую как Microsoft Excel, на компьютере, сделав следующее:

1. Соберите данные осциллографа или регистратора с помощью анализатора питания пост. тока.
2. Вставьте USB-накопитель в разъем Memory (Память) на передней панели анализатора питания пост. тока.
3. Экспортируйте данные осциллографа или регистратора на запоминающее устройство, используя функцию экспорта, описанную выше. Учтите, что файла экспорт имеет формат .csv (значения, разделенные запятыми).
4. Вставьте запоминающее устройство в USB-разъем компьютера.
5. Запустите Microsoft Excel и выберите «Файл», а затем «Открыть». Перейдите на USB-накопитель. В поле «Тип файла» выберите «Текстовые файлы (*.csv)». Откройте файл с данными осциллографа или регистратора.

Регистрация данных прямо на запоминающее устройство

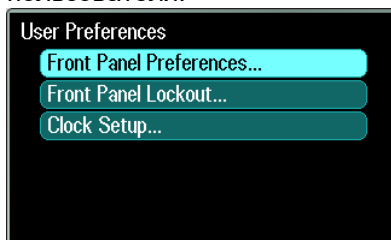
Регистрируемые данные можно сохранять прямо на USB-накопитель, а не во внутреннюю память прибора, сделав следующее:

1. Вставьте USB-накопитель в разъем Memory (Память) на передней панели анализатора питания пост. тока.
2. В окне выбора целевого файла регистратора, вызываемого кнопкой File Name (Имя файла) в окне Data Logger Properties (Свойства регистратора), используйте кнопку Browse (Обзор) и выберите «External:\». Введите имя файла в текстовое поле. Теперь данные будут записываться на USB-накопитель.

ПРИМЕЧАНИЕ Данные сохраняются в двоичном формате. Чтобы экспортировать их в формате .csv, необходимо загрузить эти данные с USB-накопителя в прибор и экспортировать их в формате .csv, как описано в разделе «Экспорт данных в электронную таблицу».

Конфигурирование пользовательских настроек

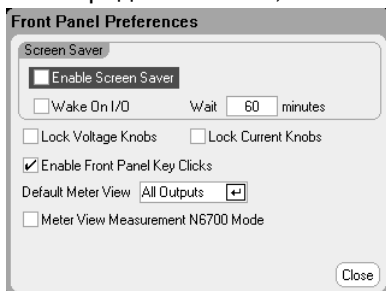
Чтобы сконфигурировать предпочтения пользователя, нажмите клавишу **Menu**, выделите и выберите пункт **Utilities** (Утилиты), а затем выберите **User Preferences** (Предпочтения пользователя). Затем выделите и выберите одно из следующих предпочтений пользователя:



Front Panel Preferences (Предпочтения для передней панели)

Анализатор питания пост. тока имеет хранитель экрана передней панели, что увеличивает срок службы ЖК-дисплея, отключая его в периоды бездействия. В состоянии поставки с завода хранитель экрана активируется через час после того, как перестает проявляться активность на передней панели или через интерфейс.

Когда хранитель экрана активируется, дисплей передней панели отключается, а цвет светодиода рядом с выключателем сети изменяется с зеленого на желтый. Чтобы возобновить работу дисплея передней панели, нажмите одну из клавиш передней панели.



Установите флажок **Enable Screen Saver** (Включить хранитель экрана), чтобы включить хранитель экрана. Снимите его, чтобы отключить хранитель экрана. Если он включен введите значение в минутах в поле **Wait** (Ожидать), чтобы задать время неактивности до активации хранителя экрана. Ожидание может иметь значение от 30 до 999 минут с шагом 1 минута.

Установите флажок **Wake on I/O** (Пробуждение по дистанционным интерфейсам), чтобы дисплей включался при проявлении активности в шине ввода-вывода. Если флажок **Wake on I/O** установлен, работа дисплея восстанавливается всякий раз, когда проявляется активность в дистанционном интерфейсе. При этом также сбрасывается таймер ожидания.

Установите флажок **Lock Voltage Knobs** (Блокировать регуляторы напряжения) и/или **Lock Current Knobs** (Блокировать регуляторы тока), чтобы блокировать кнопки-регуляторы напряжения и/или тока на передней панели. Это полезно, когда нежелательно, чтобы кто-то менял настройки напряжения или тока, пока выполняется тестирование. Снимите флажки, чтобы разблокировать кнопки-регуляторы напряжения и тока.

Установите флажок **Enable Front Panel Key Clicks** (Разрешить

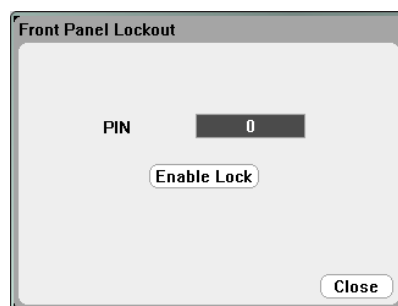
щелчки клавиш передней панели), чтобы разрешить щелчки клавиш. Снимите его, чтобы отключить щелчки клавиш.

В разделе **Default Meter View** (Вид измерителя по умолчанию) можно указать, будет ли прибор включаться с отображением экрана с одним выходом или экрана со всеми выходами.

Установите флажок **Meter View Measurement N6700 Mode** (Вид измерителя в режиме N6700) для синхронизации соответствующих настроек SCPI-команд SENSE с параметрами экрана измерителя и наоборот. Подробную информацию см. в разделе «Диапазоны измерителя и времена измерений» главы 4.

Front Panel Lockout (Блокировка передней панели)

Имеется возможность заблокировать клавиши передней панели, чтобы предотвратить нежелательное управление прибором с передней панели. Настройки блокировки и пароль сохраняются в энерго-независимой памяти, поэтому передняя панель остается заблокированной, даже при выключении-включении питания переменного тока. Для доступа к функции блокировки передней панели нажмите клавишу **Menu** (Меню), выделите и выберите **Utilities** (Утилиты), затем **User Preferences** (Предпочтения пользователя), а затем **Front Panel Lockout** (Блокировка передней панели).

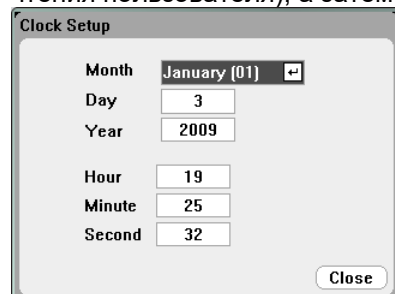


Введите в текстовое поле **PIN** (ПИН) числовой пароль *разблокировки* передней панели. Затем выберите кнопку **Enable Lock** (Включить блокировку), чтобы заблокировать клавиши передней панели. При нажатии любой клавиши будет появляться диалоговое окно разблокировки передней панели. Введите пароль для разблокировки передней панели.

ПРИМЕЧАНИЕ При утере пароля блокировки передней панели его можно сбросить командой SYSTEM:PASSword:FPANel:RESet.

Clock Setup (Настройка часов)

При поставке с завода часы анализатора питания пост. тока настроены на среднее время по Гринвичу (GMT). Для доступа к функции часов нажмите клавишу **Menu** (Меню), выделите и выберите **Utilities** (Утилиты), затем **User Preferences** (Предпочтения пользователя), а затем **Clock Setup** (Настройка часов).



Выберите месяц в раскрывающемся списке **Month**. Введите день и год в поля **Day** и **Year** соответственно.

Введите часы, минуты и секунды в поля **Hour**, **Minute** и **Second** соответственно. После ввода нового времени оно становится активным.

Использование средств администрирования

Чтобы войти в меню Administrative Utilities (Административные утилиты), нажмите клавишу **Menu**, выделите и выберите **Utilities** (Утилиты), а затем **Administrative Tools** (Средства администрирования). Доступ к средствам администрирования защищен паролем. Для ввода пароля выберите **Administrator Login/Logout** (Вход/выход администратора).



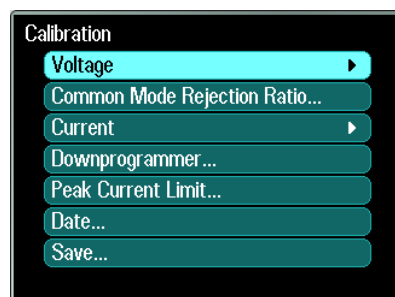
Administrator Login/Logout (Вход/выход в меню функций администратора)

Если требуется пароль, введите его в поле PIN (ПИН), выберите кнопку Login (Логин) и нажмите клавишу Enter (Ввод). При поставке с завода пароль равен 0 (нулю). Если в поле PIN (ПИН) отображается 0, выберите кнопку Login (Логин) и нажмите клавишу Enter (Ввод).



Calibration (Калибровка)

Функции калибровки расположены в меню Administrative Tools (Средства администрирования) и защищены от несанкционированного использования паролем.

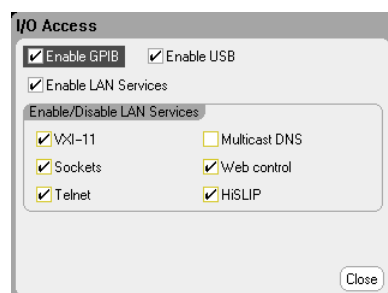


Полную информацию о калибровке прибора см. в разделе о калибровке «Руководства по обслуживанию N6705C».

Информацию об обслуживании см. в Интернете по адресу www.keysight.com/find/N6705C.

IO Access (Ввод-вывод)

При поставке USB-интерфейс, LAN-интерфейс и веб-сервер находятся во включенном состоянии. Войдите в меню **Administrative Tools** (Средства администрирования), чтобы защитить или разрешить доступ к LAN-интерфейсу, USB-интерфейсу или веб-серверу.



Установите или снимите флажок **Enable GPIB** (Разрешить GPIB), чтобы разрешить или запретить GPIB-интерфейс. Установите или снимите флажок **Enable USB** (Разрешить USB), чтобы разрешить или запретить USB-интерфейс. Установите или снимите флажок **Enable LAN Services** (Разрешить службы LAN), чтобы разрешить или запретить службы ЛВС. В разделе **Enable/Disable LAN services** (Разрешить/запретить службы LAN) выберите службы, которые хотите разрешить.

ПРИМЕЧАНИЕ

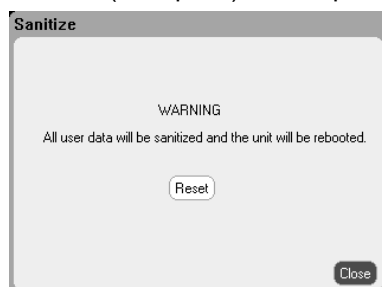
Службы LAN необходимо разрешить, чтобы можно было включить графический веб-интерфейс управления.

Затирание памяти

ПРИМЕЧАНИЕ

Эту процедуру не рекомендуется использовать в обычных приложениях по причине вероятности непреднамеренной потери данных.

Чтобы затереть все данные пользователя в приборе и восстановить заводские настройки, войдите в меню **Administrative Tools** (Средства администрирования). Затем выберите **Sanitize** (Затереть) и выберите кнопку **Reset** (Перезагрузить).

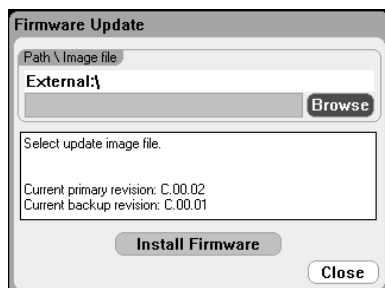


Обновление микропрограммы

Самый простой способ обновить микропрограмму анализатора питания пост. тока — перейти по адресу <http://www.keysight.com/find/N6705firmware> и загрузить микропрограмму на USB-накопитель, подключенный к компьютеру.

После того, как файл загрузится на USB-накопитель, извлеките его из USB-разъема компьютера и вставьте его в USB-разъем на передней панели анализатора питания пост. тока.

Войдите в меню **Administrative Tools** (Средства администрирования), затем выберите **Firmware Update** (Обновление микропрограммы).



Выберите кнопку **Browse** (Обзор) и перейдите к файлу микропрограммы на внешнем USB-накопителе. Выберите кнопку **Install Firmware** (Установить микропрограмму), чтобы обновить микропрограмму.

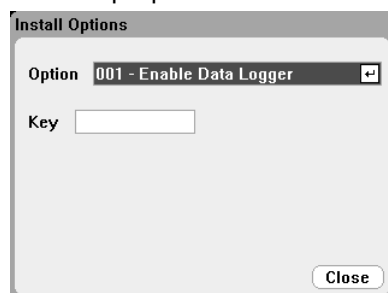
После обновления появится сообщение с инструкцией по перезагрузке инструмента и активации микропрограммы. Выберите кнопку **Reboot** (Перезагрузить) или выключите-включите питание перем. тока.

Установка опций

Функция **Install Options** (Установить опции) позволяет установить в анализатор питания пост. тока микропрограммные опции.

Опция	Описание
001	ПО регистратора. Эта опция доступна только в приборах, которые были приобретены с опцией 055 (удаление регистратора).
056	ПО управления и анализа 14585A.

Чтобы получить доступ установке опций, войдите в меню **Administrative Tools** (Средства администрирования), затем выберите **Install Options** (Установить опции). В раскрывающемся меню выберите опцию, которую хотите установить, и введите в поле **Key** (Ключ) номер ключа доступа из документации по лицензии на программное обеспечение.



Получение лицензии

Чтобы получить лицензию, необходимо сначала приобрести опцию. После приобретения опции, вы получите лицензионный сертификат на программное обеспечение. После его получения можно будет получить лицензию.

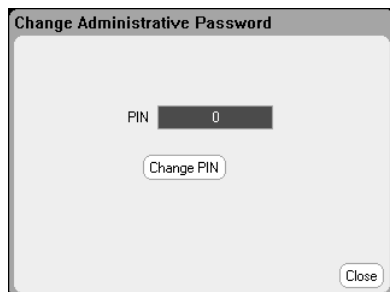
Чтобы получить лицензионный ключ, зайдите на сайт <https://software.business.keysight.com/asm> и следуйте инструкциям на экране. Для этого сделайте следующее:

1. Создайте учетную запись пользователя (если ее еще нет).
2. Введите номера заказа и сертификата (они находятся в полученном сертификате на предоставление права на программное обеспечение).
3. Введите 10-значный серийный номер базового блока прибора (он находится на задней панели прибора).
4. Выберите лицензию на ПО для прибора.

После заполнения запроса на лицензию, на ваш адрес электронной почты будет отправлен лицензионный ключ. Введите ключ в поле **Key** (Ключ) окна **Install Options** (Установить опции), показанного выше.

Изменение пароля администратора

Чтобы задать или изменить пароль для меню **Administrative Tools** (Средства администрирования), войдите в меню **Administrative Tools** (Средства администрирования), как описано выше, и выберите **Change Password** (Изменить пароль). Выберите цифровой пароль длиной до 15 цифр. Введите его в поле PIN (ПИН) и выберите кнопку **Change Pin** (Изменить ПИН). По завершении выберите **Administrator Login/Logout** (Вход/выход администратора), чтобы выйти из меню **Administrative Tools** (Средства администрирования) и активировать пароль. После этого можно будет входить в меню Administrative Tools (Средства администрирования) с новым паролем.



Если пароль был утерян или забыт, доступ в меню Administrative Tools (Средства администрирования) можно восстановить установкой внутреннего переключателя, который сбросит пароль в 0. Если появляется сообщение **Locked out by internal switch setting** (Заблокировано настройкой внутреннего переключателя) или **Calibration is inhibited by switch setting** (Калибровка запрещена настройкой переключателя), это означает, что внутренний переключатель настроен на запрет изменения пароля (см. Руководство по обслуживанию).

6 Дополнительные функции источника и измерения

<u>Режимы работы источника</u>	154
<u>Расширенные измерения</u>	162

В этой главе обсуждается различие между режимами стабилизации напряжения и стабилизации тока, работа выхода в нескольких квадрантах и прочие расширенные функции источника. В ней также рассматриваются расширенные функции измерения, такие как оцифрованные измерения, внешняя регистрация данных, гистограммные измерения и прочие расширенные функции измерения.

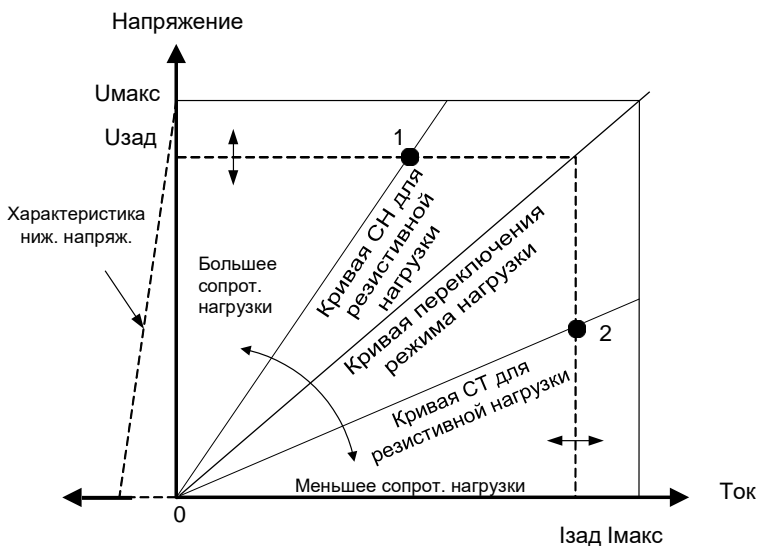
Режимы работы источника

Работа в одном квадранте

Анализатор питания пост. тока может работать (в пределах номинальных выходных напряжений и токов) как в режиме стабилизации напряжения, так и в режиме стабилизации тока. Режим стабилизации напряжения — это режим работы, при котором источник пост. тока поддерживает запрограммированное выходное напряжение, несмотря на изменения нагрузки, сети питания или температуры. В результате, когда сопротивление нагрузки меняется, выходное напряжение остается неизменным, а выходной ток изменяется, реагируя на изменение нагрузки.

Режим стабилизации тока — это режим работы, при котором источник пост. тока поддерживает запрограммированный выходной ток, несмотря на изменения нагрузки, сети питания или температуры. В результате, когда сопротивление нагрузки меняется, выходной ток остается неизменным, а выходное напряжение изменяется, реагируя на изменение нагрузки.

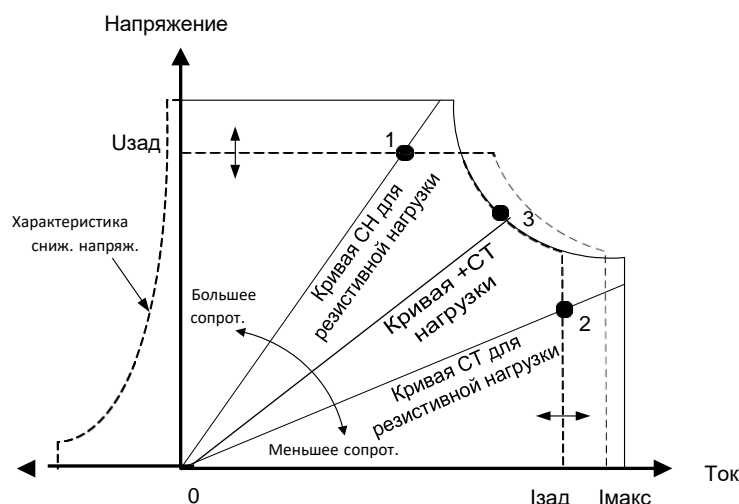
Все модули питания пост. тока, исключая модели N678xA SMU, спроектированы как источники *стабильного напряжения*. Это означает, что их рабочие характеристики оптимизированы для работы в режиме стабилизации напряжения. Имейте в виду, что эти модули питания не могут быть запрограммированы для работы в определенном режиме. При их включении их режим работы определяется настройкой напряжения, настройкой тока и сопротивлением нагрузки. На следующем рисунке рабочая точка 1 определяется фиксированной кривой нагрузки, пересекающей положительный рабочий квадрант в области неизменного напряжения. Рабочая точка 2 определяется фиксированной кривой нагрузки, пересекающей положительный рабочий квадрант в области неизменного тока.



Автовыбор диапазона

ПРИМЕЧАНИЕ Автовыбор диапазона доступен только для модулей питания Keysight N675xA и N676xA.

На следующем рисунке приведена выходная характеристика автовыбора диапазона модулей питания Keysight N675xA и N676xA. Точка 3 демонстрирует ситуацию, когда настройки тока и напряжения таковы, что рабочая область ограничивается максимальным пределом выходной мощности. В зависимости от модуля питания, мощность может превышать номинальную выходную мощность модуля. В этом случае не гарантируется соответствие рабочих характеристик выхода спецификациям, поскольку они выходят за пределы номинальной мощности.



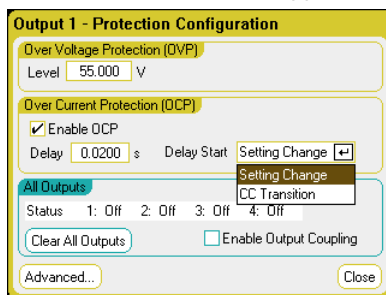
Программное понижение уровня

Как показывают пунктиры в левой части рисунков, система питания может получать ток в диапазоне выходного напряжения от нулевого до номинального. Эта возможность получения тока обеспечивает быстрое снижение выходного напряжения. Сила протекающего тока не программируется.

Задержка для режима стабилизации тока

Источник питания может мгновенно перейти в режим стабилизации тока, когда он включается, когда программируется выходное значение или, когда подключается нагрузка. В большинстве случаев эти кратковременные изменения не считаются сверхтоком, и возможное отключение выхода защитой от сверхтока (ЗСТ) при установке бита состояния СС является нежелательным. При задании задержки ЗСТ бит состояния СС будет игнорироваться в течение заданного времени задержки. Например, если задержка ЗСТ составляет 100 мс, а выход переходит в режим стабилизации тока на 80 мс, а затем возвращается в режим стабилизации напряжения, выход не отключается. Если режим стабилизации тока сохраняется более 100 мс, выход будет отключен.

Чтобы задать время задержки, нажмите клавишу **Settings** для доступа в окно **Source Settings** (Настройки источника). Выберите кнопку **Protection** (Защита). Затем нажмите клавишу **Enter** (Ввод).



Можно выбрать запуск таймера задержки при *любом* переходе в режим стабилизации тока (выберите **CC Transition**) или только в конце изменения *настроек* напряжения, тока и состояния выхода (выберите **Settings Change**).

В число факторов, влияющих на длительность изменения настроек или изменения нагрузки, могут входить разница между старым и новым выходным значением, настройка предела тока, емкость нагрузки в режиме стабилизации напряжения, индуктивность нагрузки в режиме стабилизации тока, скорость нарастания и настройка полосы пропускания. Требуемую задержку необходимо определять эмпирически; в качестве базы можно использовать характеристики реагирования модуля питания на изменение настройки.

Учтите также, что время, в течение которого выход переходит в режим стабилизации тока, зависит от разницы между амплитудой сверхтока и настройкой предела тока. Например, если сверхток лишь немного превышает заданный предел тока, в зависимости от типа модуля питания, может пройти несколько десятков миллисекунд, прежде чем будет установлен бит состояния СС. Если сверхток значительно превышает заданный предел тока, в зависимости от типа модуля питания, может пройти лишь несколько миллисекунд, прежде чем будет установлен бит состояния СС. Чтобы определить, когда выключится выход, необходимо добавить ко времени задержки срабатывания защиты от сверхтока время, необходимое для установки бита состояния СС. Если сверхток продолжит течь по прошествии времени, равного сумме этих двух времен, выход отключится.

Работа с ограничением мощности

В случае базовых блоков Keysight N6705C прибор будет работать нормально до тех пор, пока суммарная выходная мощность будет находиться в пределах номинальной мощности базового блока. Если суммарная потребляемая мощность всех выходов превышает номинальную мощность 600 Вт базового блока, сработает защита от нехватки мощности. В результате ВСЕ выходы отключатся и останутся отключенными до тех пор, пока не будет выдана команда сброса защиты. Бит состояния (PF) покажет, что имело место срабатывание защиты от нехватки мощности.

В случае Keysight N678xA SMU и N6783A-BAT/MFG функция ограничения мощности отсутствует.

В случае модулей питания Keysight N675xA и N676xA функция ограничения мощности ограничивает выходную мощность на ее запрограммированной настройке. Бит состояния (CP+) покажет, что выход находится в режиме ограничения мощности. Когда потребляемая нагрузкой мощность уменьшится ниже заданного предела мощности, выход возвратится к нормальной работе. Учтите, что эти модули питания содержат активную цепь программирования уменьшения уровня, которая ограничивает непрерывную мощность до 7 Вт. Бит состояния (CP-) покажет, что выход достиг отрицательного предела мощности.

В случае модулей питания Keysight N673xB, N674xB и N677xA функция ограничения мощности отключает выход, если ограничение мощности длится примерно 1 миллисекунду. Бит состояния (CP+) покажет, что выход был отключен функцией ограничения мощности. Чтобы восстановить выход, сначала отрегулируйте нагрузку таким образом, чтобы она потребляла меньше мощности. Затем сбросьте функцию защиты, как было описано ранее. Для этих модулей питания может быть более предпочтительным использовать для ограничения выходной мощности настройку тока или напряжения, чтобы избежать отключения выхода.

ПРИМЕЧАНИЕ Если оставить предел мощности на максимальном номинальном уровне, эти модули питания *не* активируют защиту ограничения мощности. Защита ограничения мощности активируется только тогда, если для предела мощности задано значение ниже максимального номинального уровня модуля питания, а выходная мощность превышает этот предел.

Чтобы задать предел мощности, нажмите клавишу **Settings** (Настройки), чтобы открыть окно Source Settings (Настройки источника). Выберите кнопку **Advanced** (Дополнительно).

Группирование выходов

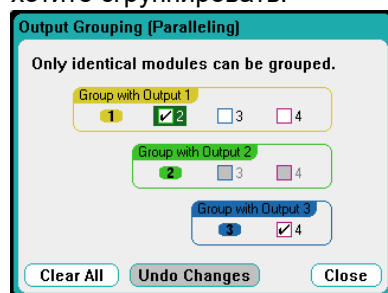
ПРИМЕЧАНИЕ Выходы модулей Keysight N678xA SMU группировать нельзя.

Чтобы создать один выход с более высокой силой тока и мощностью, можно сгруппировать до четырех идентичных выходов. При группировании выходов действуют следующие ограничения:

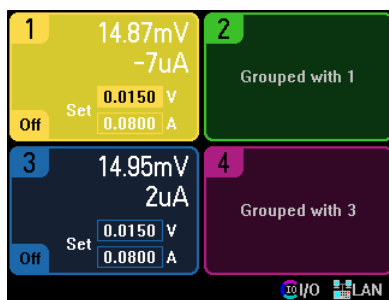
- Группировать можно только *идентичные* выходы. Выходы, имеющие разные номера моделей и опции, группировать нельзя.
- Группируемые выходы *должны* быть подключены параллельно (см. главу 2).
- В модулях питания Keysight N676xA диапазоны *измерения* слабых токов недоступны. Диапазоны измерения низких напряжений в них доступны.
- Запуск сгруппированных выходов уровнем тока недоступен.
- Задержка защиты от сверхтока сгруппированного выхода имеет чуть большее время отклика (~10 мс) и немного меньшее разрешение, чем для несгруппированного выхода.
- Для предела мощности модулей питания Keysight N673xB, N674xB, N677xA и N6783A должно быть задано максимальное значение.

С передней панели

Чтобы сгруппировать выходы, нажмите клавишу **Menu**. Выберите **Source Settings** (Настройки источника), а затем **Output Grouping** (Группирование выходов). Установите флажки выходов, которые хотите сгруппировать.



Сгруппированные выходы управляются по наименьшему номеру выхода в группе. Как показано на следующем рисунке, выход 1 сгруппирован с выходом 2, а выход 3 сгруппирован с выходом 4.



Чтобы вернуть сгруппированные выходы в несгруппированное состояние, отключите выходы и удалите параллельное соединение выходов. Затем снимите флажки. Затем выключите-включите питание прибора, чтобы группирование или разгруппирование вступило в силу. Настройки группирования сохраняются в энергонезависимой памяти.

Через дистанционный интерфейс

Для группирования каналов с 2 по 4 отправьте следующую команду. Для адресации группы используйте канал 2.

```
SYST:GRO:DEF(@2,3,4)
```

Разгруппирование всех каналов:

```
SYST:GRO:DEL:ALL
```

Чтобы перезагрузить прибор для вступления в силу изменений группирования, либо выключите-включите питания, либо отправьте следующую команду:

```
SYST:REB
```

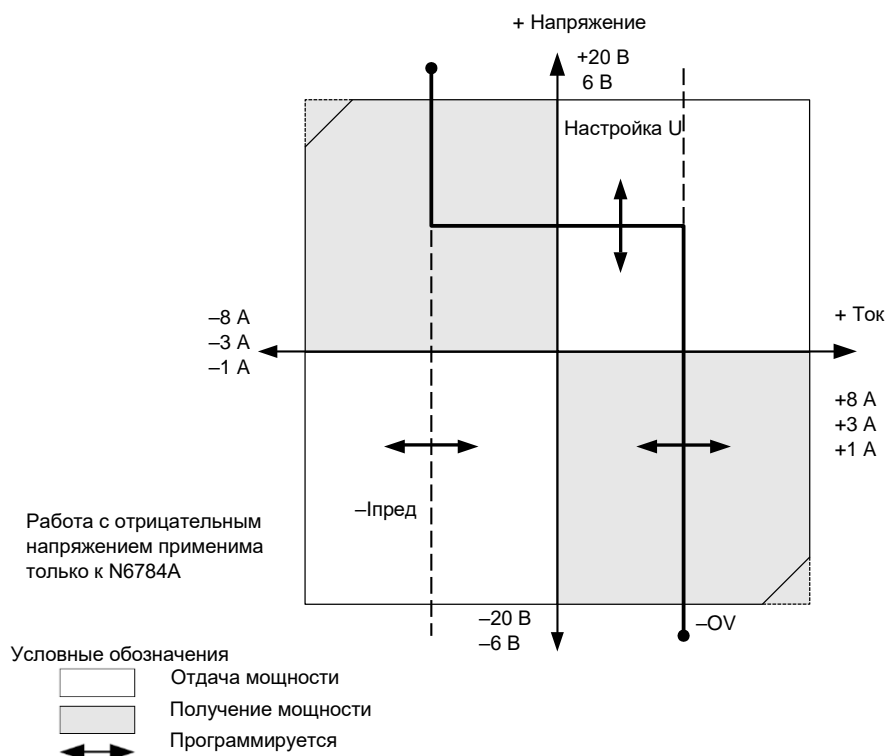
Работа Keysight N678xA SMU в нескольких квадрантах

Модели Keysight N678xA SMU могут работать в режиме как приоритета напряжения, так и приоритета тока. Они могут как отдавать, так и принимать мощность. Учтите, что модели Keysight N6781A/85A и N6782A/86A работают только в квадрантах положительного напряжения.

Режим приоритета напряжения

В режиме приоритета напряжения выходное напряжение должно быть запрограммировано на нужное значение. Также должен быть задан положительный предел тока. Для предела тока всегда должно задаваться значение, превышающее фактический выходной ток, необходимый для внешней нагрузки. Если отслеживание активировано, настройка отрицательного предела тока повторяет положительную настройку предела тока. Если отслеживание деактивировано, для положительного и отрицательного пределов тока можно задать разные значения.

На следующем рисунке показана области работы модулей питания в режиме приоритета напряжения. Область в белом квадранте отображает работу выхода в режиме источника (отдача мощности). Область в сером квадранте отображает работу выхода в режиме нагрузки (получение мощности).



Толстая сплошная линия показывает место возможных рабочих точек как функцию от выходной нагрузки. Ее горизонтальный участок показывает поддержание выходного напряжения на запрограммированном уровне, пока ток нагрузки находится между заданными положительным и отрицательным пределами. Флаг состояния CV (стабилизация напряжения) указывает на то, что выходное напряжение регулируется, а выходной ток находится в настроенных пределах.

Когда выходной ток достигает положительного или отрицательного предела тока, модуль перестает работать в режиме стабилизации напряжения и напряжение на его выходе начинает меняться. Теперь источник питания теперь будет поддерживать не напряжение, а ток, не допуская его выход за установленный предел. Будет установлен флаг состояния CL+ (положительный предел тока) или CL- (отрицательный предел тока), чтобы показать, что достигнут предел тока.

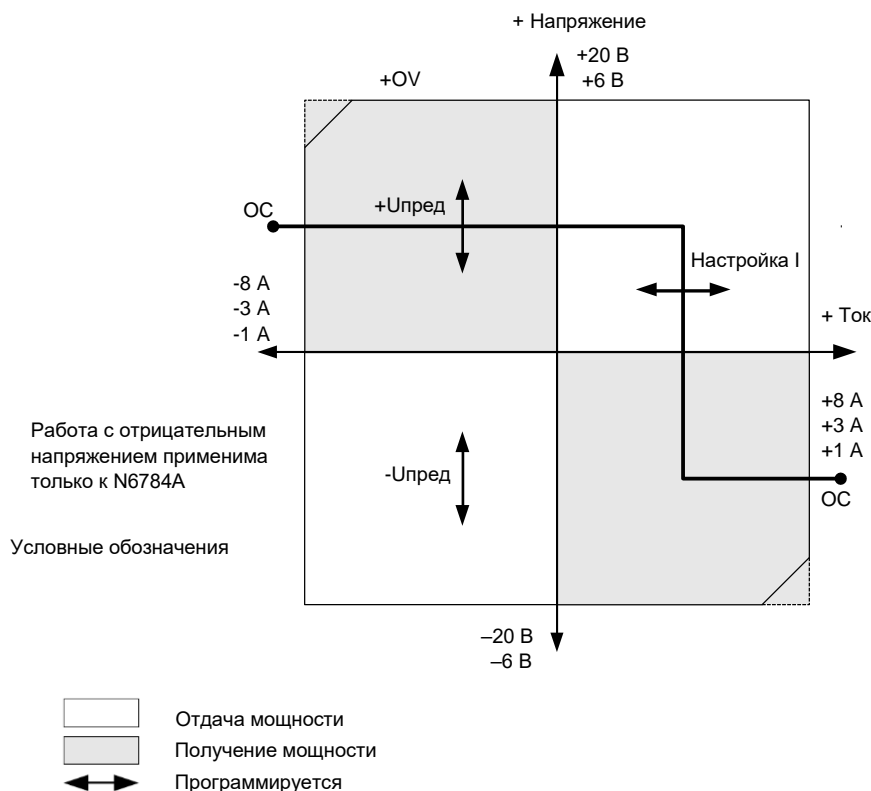
Как показывают вертикальные участки кривой нагрузки, когда модуль получает мощность, выходное напряжение может продолжать расти в положительном или отрицательном направлении. Когда выходное напряжение превысит настройку положительного или отрицательного перенапряжения, выход отключится, выходные реле разомкнутся и установится бит состояния +OV или -OV, а также бит состояния PROT. Пользовательская настройка перенапряжения или локальная функция перенапряжения могут вызвать срабатывание защиты от перенапряжения.

Режим приоритета тока

В режиме приоритета тока выходной ток должен быть запрограммирован на нужное значение. Также должен быть задан положительный предел напряжения. Для предела напряжения всегда должно задаваться значение, превышающее фактическое выходное напряжение, необходимое для внешней нагрузки. Если отслеживание активировано, настройка отрицательного предела напряжения повторяет положительную настройку предела напряжения.

Если отслеживание деактивировано, для положительного и отрицательного пределов напряжения можно задать разные значения.

На следующем рисунке показана области работы модулей питания в режиме приоритета тока. Область в белом квадранте отображает работу выхода в режиме источника (отдача мощности). Область в сером квадранте отображает работу выхода в режиме нагрузки (получение мощности).



Толстая сплошная линия показывает место возможных рабочих точек как функцию от выходной нагрузки. Как показывает вертикальный участок кривой, выходной ток будет оставаться на запрограммированном уровне, пока выходное напряжение находится между настроенными положительным и отрицательным пределами напряжения. Флаг состояния CC (стабилизация тока) указывает на то, что выходное напряжение находится в настроенных пределах.

Если выходное напряжение достигает положительного или отрицательного предела напряжения, модуль перестает работать в режиме стабилизации тока и ток на его выходе начинает меняться. Теперь источник питания теперь будет поддерживать выходное напряжение, равное его настройке предела напряжения. Будет установлен флаг состояния VL+ (положительный предел напряжения) или VL- (отрицательный предел напряжения), чтобы показать, что достигнут положительный или отрицательный предел напряжения.

Как показывают горизонтальные участки кривой нагрузки, когда модуль получает мощность, выходной ток может продолжать расти в положительном или отрицательном направлении. После того как ток превысит 112 % от максимального номинального тока, выход отключится, выходные реле разомкнутся и установятся биты состояния OC и PROT.

Полоса пропускания выхода

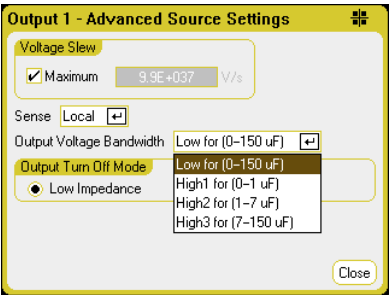
Модели Keysight N678xA SMU имеют несколько полос пропускания напряжения, которые позволяют оптимизировать время отклика при емкостных нагрузках.

Узкая полоса пропускания обеспечивает стабильность в широком диапазоне емкостей нагрузки. Дополнительные полосы пропускания обеспечивают более быстрый отклик выхода при меньших емкостях нагрузки.

Если емкостные нагрузки вызывают колебание выхода при настройке по умолчанию (низкая полоса пропускания) или любых других настройках полосы пропускания, функция защиты будет обнаруживать колебания и блокировать выход. Эта ситуация сигнализируется битом состояния OSC. При включении питания активируется функция защиты от колебаний.

С передней панели

Нажмите клавишу **Settings** (Настройки), чтобы открыть окно Source Settings (Настройки источника). Выберите кнопку **Advanced** (Дополнительно).



Выберите полосу пропускания в соответствии со следующими емкостями нагрузки и длинами проводов:

Настройка	Емкость нагрузки	Измерение	Максимальное удаление от точки измерения до конденсатора нагрузки	Экв. сопрот. при 100 кГц
Low	0–150 мкФ	Лок. или дист.	Полная длина проводов (см. гл. 2)	50–200 МОм
High1	0–1 мкФ	Только дист.	6 дюймов (15 см)	50–200 МОм
High2	1–7 мкФ	Только дист.	6 дюймов (15 см)	50–200 МОм
High3	7–150 мкФ	Только дист.	6 дюймов (15 см)	50–200 МОм

Дополнительную информацию о допустимой длине проводки см. в разделе «Требования к проводке для Keysight N678xA SMU» главы 2.

ПРИМЕЧАНИЕ Подключение емкостных нагрузок, выходящих за пределы указанных диапазонов, может привести к нестабильности или колебаниям выхода, а также к отключению выхода установкой бита состояния OSC.

Через дистанционный интерфейс

Функция компенсации задается с помощью следующей SCPI-команды:

[SOURce:]VOLTage:BWIDth LOW | HIGH1 | HIGH2 | HIGH3, (@1)

При запросе возвращается выбранная полоса пропускания.

Расширенные измерения

Оцифрованные измерения

Обсуждаемые в этом разделе оцифрованные измерения позволяют выполнять большинство (но не все) функций осциллографических измерений, доступных на передней панели. Одним из примеров функциональности, недоступной через дистанционный интерфейс, является возможность устанавливать маркеры и выполнять расчеты величин между маркерами.

Функции оцифрованных измерений позволяют:

- Задавать функцию и диапазон измерения.
- Регулировать время дискретизации для измерений.
- Регулировать измерение для захвата данных до точки запуска.
- Выбирать окно измерения, которое может уменьшить шум пер. тока.
- Выбирать источник запуска измерения.
- Инициализировать систему запуска и генерировать сигнал запуска.
- Получать оцифрованные измерения.

ПРИМЕЧАНИЕ

Когда измерение выполняется через дистанционный интерфейс, на дисплее передней панели могут отображаться черточки «-- -- -- --». Когда дистанционное измерение завершается, возобновляется измерение с передней панели.

Выбор функции и диапазона измерения

Для выбора функции измерения используются следующие команды. Активация измерения напряжения в каналах с 1 по 4:

```
SENS:FUNC:VOLT ON,(@1:4)
```

Активация измерения тока в каналах с 1 по 4:

```
SENS:FUNC:CURR ON,(@1:4)
```

Если модель поддерживает одновременные измерения (см. раздел «Возможности модулей питания» главы 1), тогда можно ОДНОВРЕМЕННО активировать измерение напряжения и измерение тока.

Некоторые модели имеют несколько диапазонов измерений. Выбор более низкого диапазона измерений обеспечивает большую точность измерения при условии, что результаты измерений не выходят за диапазон. Выбор низкого диапазона напряжений для канала 1:

```
SENS:VOLT:RANG 5,(@1)
```

Выбор 1-амперного диапазона токов для канала 1:

```
SENS:CURR:RANG 1,(@1)
```

Бесшовный автовыбор диапазона

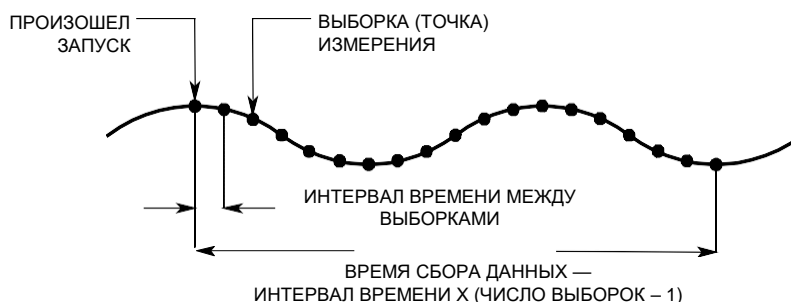
Для моделей Keysight N6781A, N6782A, N6785A и N6786A можно выбрать бесшовный автовыбор диапазона измерений напряжения и тока, результатом чего является образование широкого динамического диапазона измерений и отсутствие потерь данных в разных диапазонах. Бесшовный автовыбор диапазона не распространяется на диапазон 10 мкА, который необходимо выбирать вручную.

Активация бесшовного автовыбора диапазона напряжения или тока для канала 1:

```
SENS:VOLR:RANG:AUTO ON,(@1)
SENS:CURR:RANG:AUTO ON,(@1)
```

Регулировка времени дискретизации для измерений

На следующем рисунке показана связь между выборками (точками) измерений и временным интервалом между выборками при типичном измерении.



Можно изменить частоту выборки данных измерений, используя следующие команды. Задание временного интервала 60 мкс и 4096 точек:

```
SENS:SWE:TINT 60E-6, (@1)
SENS:SWE:POIN 4096, (@1)
```

Максимальное количество точек сбора данных, которые доступны для всех измерений, составляет 512 K (K = 1024). Если, например, задать измерение напряжения, используя 500 K точек, в канале 1, для остальных измерений останется только 12 K точек.

Значения интервалов времени могут составлять от 5,12 микросекунды (для одного параметра в моделях N678xA SMU) до 40 000 секунд. Обратите внимание, что самый короткий интервал времени (самая быстрая скорость), который может быть задан, зависит от количества измеряемых параметров, модели, выполняющей измерение, и разрешения временного интервала.

5,12 мкс:	1 параметр (только модели N678xA SMU)
10,24 мкс:	1 или 2 параметра (все модели)
20,48 мкс:	3 или 4 параметра (все модели с разрешением 20 мкс)
20,48 мкс:	До 8 параметров (все модели с разрешением 40 мкс)

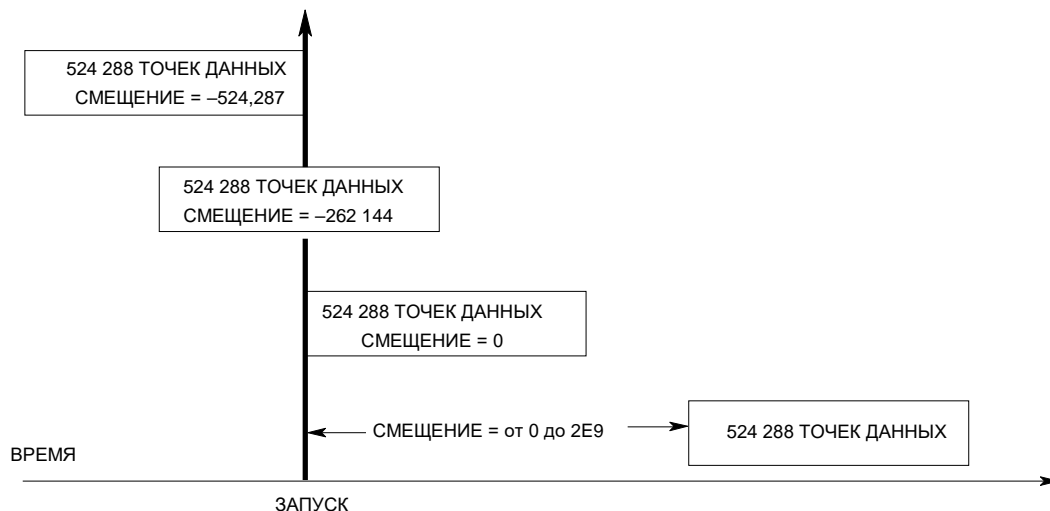
Значения времени между 10,24 и 20,48 микросекунды округляются до ближайшего приращения, равного 10,24 микросекунды. Значения выше 20,48 микросекунд округляются до ближайшего приращения, равного 20,48 микросекунды, если для разрешения задано RES20. Значения выше 20,48 микросекунд округляются до ближайшего приращения, равного 40,96 микросекунды, если для разрешения задано RES40.

Разрешение временного интервала можно изменить следующим образом:

```
SENS:SWE:TINT:RES RES20
SENS:SWE:POIN:RES RES40
```

Сбор данных до сигнала запуска

Система измерения позволяет собирать данные до, после или во время сигнала запуска. Как показано на следующем рисунке, можно сместить начало блока данных, считываемого в буфер сбора данных, относительно сигнала запуска. Это позволяет выполнять сбор данных до или после сигнала запуска.



Следующая команда смещает начало буфера сбора данных в канале 1 относительно точки запуска на 100 точек:

`SENS:SWE:OFFS:POIN 100,(@1)`

Если задать значение, равное 0, все значения получаются после точки запуска. Значения больше 0 могут использоваться для программирования времени задержки от точки запуска и до того момента, когда значения в буфере станут действительными. (Время задержки = смещение \times период дискретизации). Отрицательные значения позволяют собирать данные до сигнала запуска.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если во время сбора данных до сигнала запуска последний будет получен раньше, чем будет получено заданное число данных, система измерений проигнорирует этот сигнал запуска. В результате измерение не будет выполнено, если не будет получен другой сигнал запуска.

Задание функции окна

Окно измерений — это процесс преобразования сигнала, уменьшающий погрешность усреднения измерений, выполненных при наличии периодических сигналов и помех. Доступны два вида окон: прямоугольное и Хеннинга. При включении питания окно измерения является прямоугольным.

Прямоугольное окно вычисляет среднее значение измерений без преобразования сигнала. Однако в присутствии периодических сигналов, таких как пульсация переменного тока, прямоугольное окно может вносить ошибки в вычисление среднего значения измерений. Причиной может быть выполнение сбора данных за время, равное нецелому числу периодов колебаний сети питания.

Один из способов борьбы с пульсацией переменного тока — использование окна Хеннинга. Окно Хеннинга при вычислении среднего значения измерений применяет к данным весовую функцию \cos^4 . В результате окно измерений ослабляет помехи переменного тока. Наибольшее ослабление достигается, когда измерение выполняется за время трех или более периодов колебаний сигнала.

Выбор окна Хеннинга:

SENS:WIND HANN,(@1)

Выбор источника запуска измерения

ПРИМЕЧАНИЕ

Команда немедленного запуска, выданная через шину, всегда генерирует сигнал немедленного запуска, независимо от источника запуска.

	Если для запуска измерения не используется команда TRIG:ACQ, выберите источник запуска из числа следующих:
BUS	Выбор аппаратного GPIB-запуска, *TRG или <GET> (запуск группового выполнения).
CURRent<1–4> VOLTage<1–4>	Запуск измерения происходит, когда ток или напряжение соответствующего выхода переходит через заданный уровень.
EXTernal	Выбор BNC-разъема запуска Input (Вход). Требуется сигнал запуска низким уровнем.
PIN<n>	Выбор контакта цифрового разъема. <n> означает номер контакта. Контакт должен быть сконфигурирован как вход запуска, используемый как источник запуска (см. приложение C).
TRANsient<1–4>	Выбор в качестве источника запуска системы перехода выходного канала. <n> означает номер канала.

Для выбора источника запуска служат следующие команды.
Выбор запуска выхода 1 по шине:

TRIG:ACQ:SOUR BUS,(@1)

Выбор запуска выхода 1 контактом 3 цифрового разъема:

TRIG:ACQ:SOUR PIN3,(@1)

Выбор запуска выхода 1 переходом уровня на выходе 3: (Сигнал запуска выхода 1 генерируется выходом 3.)

TRIG:ACQ:SOUR TRAN3,(@1)

Включение сигналов запуска для шага или списка изменения выхода: (Укажите, генерирует ли список сигнал запуска в начале шага (BOST) или в его конце (EOST).)

STEP:TOUT ON,(@3)

LIST:TOUT:BOST 1, (@3)

LIST:TOUT:EOST 1, (@3)

Выбор уровня напряжения или тока *другого* выхода в качестве источника запуска выхода 1: (Выход 3 будет генерировать уровень напряжения или тока для запуска выхода 1).

TRIG:ACQ:SOUR VOLT3,(@1)

TRIG:ACQ:SOUR CURR3,(@1)

Задание уровня и фронта сигнал запуска напряжением или током для выхода 3:

```
TRIG:ACQ:CURREN 10,(@3)
TRIG:ACQ:CURREN:SLOP POS,(@3)
TRIG:ACQ:VOLT 10,(@3)
TRIG:ACQ:VOLT:SLOP POS,(@3)
```

ПРИМЕЧАНИЕ

Непрограммируемый гистерезис сигналов запуска уровнем уменьшает число ложных запусков при медленных сигналах. Для гистерезиса задано значение, равное 0,0005 от максимального значения диапазона. Например, для диапазона 50 В гистерезис равен примерно 25 мВ.

Инициализация измерения

После включения анализатора питания пост. тока система запуска находится в состоянии простоя. В этом состоянии система запуска игнорирует все сигналы запуска. Команда INITiate разрешает системе измерений получать сигналы запуска. Инициализация системы запуска для всех четырех выходов:

```
INIT:ACQ (@1:4)
```

После получения команды INIT:ACQ требуется несколько миллисекунд, чтобы прибор был готов получать сигналы запуска, причем моделям Keysight N678xA SMU требуется больше времени.

Если сигнал запуска поступит раньше, чем система запуска будет готова получить его, он будет проигнорирован. Чтобы узнать, когда прибор будет готов к получению сигнала запуска, можно проверить бит WTG_meas в регистре состояний операций. Запрос бита WTG_meas (бит 3):

```
STAT:OPER:COND? (@1)
```

Если запрос возвратит битовое значение 8, это значит, что бит WTG_meas установлен и прибор готов получать сигналы запуска. Для получения дополнительной информации обратитесь к файлу руководства по программированию N6705C.

ПРИМЕЧАНИЕ

Систему запуска необходимо инициализировать всякий раз, когда нужно запустить другое измерение.

Запуск измерения

Инициализированная система запуска ожидает сигнала запуска. Можно запустить измерение немедленно следующим образом:

```
TRIG:ACQ (@1)
```

Как вариант, если источником запуска является BUS (ШИНА), можно выдать команду *TRG или <GET>.

Как говорилось ранее, сигнал запуска может также генерироваться другим выходным каналом или входным контактом разъема цифрового порта. Если в качестве источника запуска настроена одна из этих систем, прибор будет бесконечно ожидать сигнал запуска. Если сигнал запуска не будет получен, необходимо прервать измерение.

Прерывание измерения и возврат системы запуска в состояние простоя:

```
ABOR:ACQ (@1)
```

Получение данных измерения

После получения сигнала запуска и выполнения сбора данных система запуска возвращается в состояние простоя. Когда это происходит, для того чтобы получить определенные данные напряжения или тока ранее инициированного измерения, можно использовать запросы FETCh. Запросы FETCh не изменяют данные в буфере измерений.

FETC:CURREN[DC]?(@1)	(пост. ток)
FETC:CURREN:ACDC?(@1)	(общее ср. кв. значение тока)
FETC:CURREN:HIGH?(@1)	(высокий уровень импульса тока)
FETC:CURREN:LOW?(@1)	(низкий уровень импульса тока)
FETC:CURREN:MAX?(@1)	(максимальный ток)
FETC:CURREN:MIN?(@1)	(минимальный ток)
FETC:VOLT[DC]?(@1)	(пост. напряжение)
FETC:VOLT:ACDC?(@1)	(общее ср. кв. значение напряжения)
FETC:VOLT:HIGH?(@1)	(высокий уровень импульса напряжения)
FETC:VOLT:LOW?(@1)	(низкий уровень импульса напряжения)
FETC:VOLT:MAX?(@1)	(максимальное напряжение)
FETC:VOLT:MIN?(@1)	(минимальное напряжение)
FETC:POW?(@1)	(выходная мощность)

Мощность может измеряться только для модулей питания с возможностью одновременных измерений (см. раздел «Возможности модулей питания» главы 1).

Если отправить запрос FETCh до завершения измерения, ответ задержится до тех пор, пока измерение не будет запущено и выполнено. Чтобы узнать, вернулась ли система запуска измерения в состояние простоя, можно проверить бит MEAS_active в регистре состояний операций, запрос бита MEAS_active:

STAT:OPER:COND?(@1)

Если запрос возвратит битовое значение 32, это значит, что бит MEAS_active установлен и измерение еще НЕ завершилось. Если бит MEAS_active сброшен, можно получить результаты измерения. Для получения дополнительной информации обратитесь к файлу руководства по программированию N6705C. Для получения всех данных из буфера измерения используйте запросы ARRay.

FETC:ARR:VOLT?(@1)
FETC:ARR:POW?(@1)
FETC:ARR:CURREN?(@1)

ПРИМЕЧАНИЕ

Можно задать формат данных массива. Для получения дополнительной информации см. ниже раздел «Форматы данных измерений» этой главы.

Данные в формате ASCII (формат по умолчанию) возвращаются в виде разделенных числовых данных напряжения или тока, завершаемых символом новой строки. Данные в формате ASCII можно получать только для одного канала за один раз.

Двоичные данные возвращаются в виде разделенного запятыми списка данных для каждого запрошенного канала. Данные для каждого канала являются двоичным блоком фиксированной длины, порядок байтов в котором задается командой BORDer.

Каждая команда FETCh имеет соответствующую команду MEASure. Команды измерения за один шаг иницируют и запускают измерение, а затем получают его результаты. Каждая команда измерения перезаписывает данные предыдущей команды. Команды измерения перечислены в приложении В.

Внешняя регистрация данных

ПРИМЕЧАНИЕ

Если установлена опция 055, функция внешней регистрации недоступна.

В дополнение к встроенному регистратору данных, анализатор питания пост. тока имеет функцию внешней регистрации данных (Elog), которая позволяет записывать результаты измерений напряжения и тока всех четырех выходов непосредственно во внутренний буфер в режиме FIFO первый на входе – первый на выходе), Учтите, что размера этого буфера хватает для накопления измерений только в течение примерно 20 секунд. В следующей таблице приведены основные различия между встроенной и внешней регистрацией данных.

Функция	Встроенная регистрация	Внешняя регистрация
Окно данных	Оптимизировано для просмотра измерений на дисплее анализатора питания пост. тока.	Просмотр на передней панели и управление с нее недоступны.
Хранение данных	Сохранение данных измерений во внутреннем файле. Регистрация может выполняться автоматически в течение долгого времени, а результаты можно просмотреть позже.	Буфер способен вмещать результаты измерений, выполненных примерно за 20 секунд, а потому необходимо, чтобы компьютер периодически считывал результаты измерений, предотвращая переполнение буфера анализатора питания пост. тока. Функция хранения должна обеспечиваться компьютером.
Ресурсы измерений	Ресурсы измерений выделяются для ВСЕХ выходов, даже если регистрация данных разрешена только для некоторых выходов.	Независимый запуск для каждого выхода. Внешняя регистрация данных может быть запущена только для некоторых выходов, все остальные выходы могут управляться с передней панели или использоваться для других SCPI-функций.
Режим чередования	Режим чередования позволяет регистратору данных регистрировать и напряжение, и ток модулей питания, которые имеют только один измерительный преобразователь.	Режим чередования недоступен. Если в модуле питания установлен только один измерительный преобразователь, регистрироваться может только напряжение или только ток.
Скорость регистрации	Минимальный интервал регистрации составляет 20,48 микросекунды для одного параметра.	Минимальный интервал регистрации составляет 102,4 микросекунды для одного параметра, если используется двоичный формат данных.

Программирование внешней регистрации данных включает в себя:

- Выбор функций и диапазонов измерения.
- Задание интервала интеграции измерений.
- Выбор источника запуска.
- Запуск регистрации данных.
- Получение зарегистрированных данных измерений.

С передней панели функцию внешней регистрации данных программировать нельзя. Когда иницируется внешняя регистрация данных измерений, передняя панель переходит в режим экрана измерителя. Канал, для которого выполняется внешняя регистрация данных измерений, отображает сообщение об этом. Переключение в режим осциллографа или регистратора остановит внешнюю регистрацию данных измерений.

Выбор функций и диапазонов измерения.

Для выбора функции измерения используются следующие команды. Активация измерения и расчета мин./макс. значений напряжения в канале 1:

```
SENS:ELOG:FUNC:VOLT ON,(@1)
SENS:ELOG:FUNC:VOLT:MINM ON,(@1)
```

Активация измерения и расчета мин./макс. значений тока в канале 1:

```
SENS:ELOG:FUNC:CURR ON,(@1)
SENS:ELOG:FUNC:CURR:MINM ON,(@1)
```

Следующие команды выбирают диапазон. Выбор 5-вольтового диапазона напряжений для канала 1:

```
SENS:DLOG:VOLT:RANG 5, (@1)
```

Выбор 1-амперного диапазона токов для канала 1:

```
SENS:ELOG:CURR:RANG 1,(@1)
```

Чтобы можно было регистрировать как напряжение, так и ток выходного канала, этот канал должен иметь возможность одновременного измерения (см. раздел «Возможности модулей питания» главы 1). Модели, которые не имеют возможности одновременного измерения, не могут регистрировать извне одновременно напряжение и ток. Режим чередования измерений напряжения и тока, как во внутреннем регистраторе прибора, недоступен.

Бесшовный автовыбор диапазона

Для моделей Keysight N6781A, N6782A, N6785A и N6786A можно выбрать бесшовный автовыбор диапазона измерений напряжения и тока, результатом чего является образование широкого динамического диапазона измерений и отсутствие потерь данных в разных диапазонах. Бесшовный автовыбор диапазона не распространяется на диапазон 10 мкА, который необходимо выбирать вручную.

Активация бесшовного автовыбора диапазона функции Elog для канала 1:

```
SENS:ELOG:VOLT:RANG:AUTO ON,(@1)
SENS:ELOG:CURR:RANG:AUTO
ON,(@1)
```

Задание интервала интегрирования

Интервал интегрирования может быть задан в диапазоне от 102,4 микросекунды до 60 секунд. Задание интервал интегрирования 600 микросекунд:

```
SENS:ELOG:PER 600E-6,(@1)
```

В течение интервала интегрирования выполняется усреднение выборки и отслеживание минимальных и максимальных значений. В конце каждого интервала интегрирования среднее, минимальное и максимальное значения добавляются в режиме FIFO во внутренний буфер.

Хотя минимальный интервал интегрирования равен 102,4 микросекунды, фактический минимум зависит от числа регистрируемых параметров. Фактический минимум является результатом умножения 102,4 микросекунды на количество параметров, регистрируемых в каждом интервале. Учтите, что можете измерять до 4 параметров при разрешении интервала времени 20 микросекунд и до 8 параметров при разрешении 40 микросекунд.

102,4 мкс:	1 параметр (напряжение или ток)
204,8 мкс:	2 параметра (напряжение или ток)
409,6 мкс:	4 параметра (напряжение + мин. + макс. + ток)
	при разрешении интервала времени 20 мкс
409,6 мкс:	До 8 параметров при разрешении интервала времени 40 мкс

Разрешение интервала времени можно изменить. Задание разрешения 20 микросекунд:

```
SENS:SWE:TINT:RES RES20,(@1)
```

Задание разрешения 40 микросекунд:

```
SENS:SWE:TINT:RES RES40,(@1)
```

Если задан период интегрирования, близкий к минимальным интервалам регистрации или равный им, должен быть выбран двоичный формат данных. Если двоичный формат не выбран, данные будут иметь ASCII-формат, а минимальные интервалы регистрации обычно будут в пять раз большими, чем в случае двоичного формата.

Задание двоичного формата:

```
FORM[:DATA] REAL
```

ПРИМЕЧАНИЕ

Для получения дополнительной информации см. ниже раздел «Форматы данных измерений» этой главы.

Выбор источника запуска регистрации

Команда TRIGger:ELOG генерирует сигнал немедленного запуска независимо от выбранного источника запуска. Если эта команда не используется, выберите источник запуска из числа следующих:

BUS	Выбор аппаратного GPIB-запуска, *TRG или <GET> (запуск группового выполнения).
EXternal	Выбор BNC-разъема запуска Input (Вход). Требуется сигнал запуска низким уровнем.
IMMediate	Выбор немедленного запуска. В этом случае регистратор данных немедленно запускается при инициализации.
PIN<n>	Выбор контакта цифрового разъема. <n> означает номер контакта. Контакт должен быть сконфигурирован как вход запуска, используемый как источник запуска (см. приложение C).

Для выбора источника запуска используются следующие команды. Выбор запуска выхода 1 по шине:

TRIG:ELOG:SOUR BUS,(@1)

Выбор источника немедленного запуска для выхода 1:

TRIG:ELOG:SOUR IMM,(@1)

Выбор внешнего источника запуска для выхода 1:

TRIG:ELOG:SOUR EXT,(@1)

Выбор запуска выхода 1 контактом 3 цифрового разъема:

TRIG:ELOG:SOUR PIN3,(@1)

Инициирование и запуск регистратора данных

После включения анализатора питания пост. тока система запуска находится в состоянии простоя. В этом состоянии система запуска игнорирует все сигналы запуска. Команда INITiate разрешает системе измерений получать сигналы запуска. Инициирование регистрации данных измерений для выхода 1:

INIT:ELOG (@1)

Немедленный запуск измерения:

TRIG:ELOG (@1)

Если источником запуска является BUS, можно выдать команду *TRG или <GET>.

После запуска регистратор начинает помещать данные во внутренний буфер измерений. Поскольку размера этого буфера хватает для накопления измерений только в течение примерно 20 секунд, ПК-приложение должно периодически считывать (выбирать) данные из этого буфера.

Периодическое получение зарегистрированных данных измерений

Каждая команда FETCh возвращает запрошенное число записей данных из буфера и удаляет их из него, освобождая пространство для новых данных. Измерение продолжается до тех пор, пока оно не будет прервано. Считывание максимум 1000 записей:

FETC:ELOG? 1000,(@1)

Данные в формате ASCII (формат по умолчанию) возвращаются в виде разделенного запятыми набора чисел, представляющих средние, минимальные и максимальные значения, и завершаются символом новой строки. Данные в формате ASCII можно получать только для одного канала за один раз.

Двоичные данные возвращаются в виде разделенного запятыми списка данных для каждого запрошенного канала. Данные для каждого канала являются двоичным блоком фиксированной длины, порядок байтов в котором задается командой FORMat:BORe.

Прерывание измерений

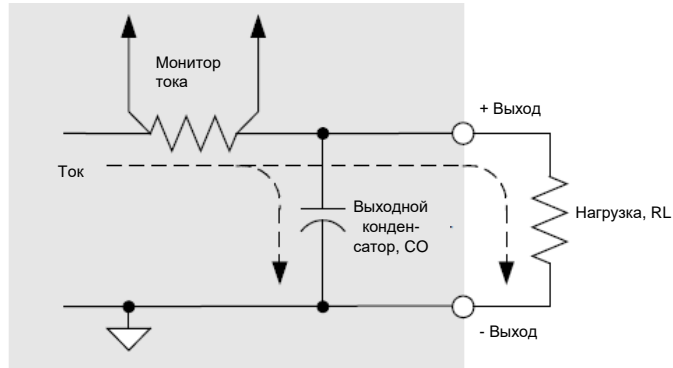
Прерывание внешней регистрации данных:

ABOR:ELOG (@1)

Управление динамической коррекцией тока

ПРИМЕЧАНИЕ Это управление используется при выполнении измерений динамического тока и не требуется для измерения статического (постоянного) тока. Для моделей N678xA SMU, N6753A–N6756A и N6763A–N6766A динамическая коррекция тока не требуется, а поэтому управление ею недоступно.

Анализатор питания пост. тока измеряет выходной ток во внутреннем мониторе тока. В большинстве модулей питания этот монитор тока расположен на обращенной к плате стороне выходного конденсатора.



При измерении статического (постоянного) тока этот метод измерения дает точные результаты. Однако по причине наличия выходного конденсатора C_0 в случае, когда происходит существенное и быстрое изменение выходного напряжения, дополнительный выходной ток течет не только через нагрузку R_L — часть его течет через выходной конденсатор. В этой кратковременной ситуации измерительная схема измеряет не только выходной ток через нагрузку, но и выходной ток, который течет через выходной конденсатор. Поскольку нагрузка никогда не получает этот дополнительный ток, это приводит к неточному измерению выходного тока.

Когда выходной ток измеряется и усредняется по нескольким выборкам, как в случае статических измерений, погрешность незначительна. Тем не менее, если функции осциллографа и регистратора анализатора питания пост. тока выполняют тысячи измерений в секунду, эта погрешность становится большой.

Динамическая коррекция тока компенсирует ток, протекающий через выходной конденсатор. Анализатор питания пост. тока вычисляет этот дополнительный ток и вычитает его из текущего измерения, обеспечивая тем самым точное измерение выходного тока. Эта функция включена по умолчанию и применяется только к диапазону сильных токов.

ПРИМЕЧАНИЕ

В некоторых модулях питания динамическая коррекция тока приводит к увеличению амплитуды шума при измерении тока. Она также может ограничить полосу пропускания измерений, как описано в следующем разделе. Если любой из этих эффектов является существенным для конкретного приложения, необходимо отключить динамическую коррекцию тока.

Чтобы включить или отключить динамическую коррекцию тока, нажмите клавишу **Scope View** или **Data Logger**, а затем нажмите клавишу **Properties**. В раскрывающемся списке диапазона токов выберите диапазон с меткой **CComp On**, чтобы включить коррекцию тока. Чтобы отключить коррекцию тока, отмените выбор диапазона **CComp On**.

Полоса пропускания системы измерений

ПРИМЕЧАНИЕ

Информация, приведенная ниже, касается измерений динамического тока и не применима к измерениям статического (постоянного) тока. Она неприменима к модулям N678xA SMU. Дополнительную информацию о полосе пропускания N678xA см. в «Руководстве по характеристикам семейства модульных систем питания Keysight N6700».

Полоса пропускания измерений анализатора питания пост. тока зависит от следующих факторов:

- Измеряется ли напряжение или ток.
- Включена ли или отключена динамическая коррекция тока.
- Аналоговая полоса пропускания модуля питания.

В следующей таблице приведена полоса пропускания (ПП) для вышеупомянутых факторов.

Модуль питания	Управление динамической коррекцией тока включено	Управление динамической коррекцией тока выключено
<i>Измерение напряжения</i>		
N6751A/52A, N6761A/62A	ПП 10 кГц (–3 дБ)	ПП 10 кГц (–3 дБ)
N6753A–56A, N6763A–66A	Н/Д	ПП 10 кГц (–3 дБ)
N673xB, N674xB, N677xA	ПП 10 кГц (–3 дБ)	ПП 25 кГц ^{Прим}
<i>Измерение тока</i>		
N6751A, N6752A	ПП 2 кГц (–3 дБ)	ПП 10 кГц (–3 дБ)
N6753A–N6756A	Н/Д	ПП 10 кГц (–3 дБ)
N6761A, N6762A	ПП 2 кГц (–3 дБ)	ПП 2 кГц (–3 дБ)
N6763A–N6766A	Н/Д	ПП 2 кГц (–3 дБ)
N673xB, N674xB, N677xA	ПП 2 кГц (–3 дБ)	ПП 25 кГц ^{Прим.}

^{Прим.} Частота Найквиста, равная 25 кГц при частоте дискретизации 50 кГц.

Имейте в виду, что, если отключить динамическую коррекцию тока, в результаты измерения выходного тока войдет дополнительный ток, возникающий при зарядке и разрядке выходного конденсатора во время изменения выходного напряжения.

Значения в затененных областях таблицы зависят от сопротивления нагрузки. Приведенные в таблице значения применяются только тогда, когда сопротивление нагрузки равно нулю или близко к нему. При более высоких сопротивлениях на результаты измерения будут искажаться по причине взаимодействия нагрузки и выходного конденсатора модуля питания. Для вычисления наибольшей частоты, при которой измерения не дают ошибок, используйте следующую формулу.

$$f = \frac{1}{2 \pi C_O R_L}$$

f = максимальная измеряемая частота, дающая ошибки при измерении
 C_O = емкость выходного конденсатора (из следующей таблицы)
 R_L = сопротивление нагрузки

Модуль питания	Значение C_O	Модуль питания	Значение C_O
N6751A, N6752A, N6761A, N6762A	25,4 мкФ	N6731B, N6741B	30 мкФ
N6753A, N6755A, N6763A, N6765A	4,7 мкФ	N6732B, N6742B	23,5 мкФ
N6754A, N6756A, N6764A, N6766A	2,2 мкФ	N6733B, N6743B	13,4 мкФ
N6773A	13,2 мкФ	N6734B, N6744B	9,8 мкФ
N6774A	11,2 мкФ	N6735B, N6745B	12,8 мкФ
N6775A	4,02 мкФ	N6736B, N6746B	3,52 мкФ
N6776A, N6777A	3,54 мкФ		

Например, если измеряется выходной ток Keysight N6731B с подключенной к выходу нагрузкой 10 Ом, а динамическая коррекция тока выключена, наибольшая частота, которую можно измерить без искажения результатов измерений, составляет 530 Гц. Если к выходу подключить нагрузку 1 Ом, наибольшая частота, при которой будут измерения безошибочны, будет равна 5,3 кГц.

При частотах, превышающих максимально измеримую частоту, ток, текущий через выходной конденсатор, станет причиной того, что измеренный ток будет превышать фактический выходной ток на +20 дБ на каждые 10 Гц прироста частоты.

Усреднение измерений

Измеряемые значения, возвращаемые в режимах измерителя, осциллографа и регистратора, усредняются. Каждое измеренное значение является средним арифметическим для всех точек данных в заданном периоде дискретизации. Среднее значение вычисляется следующим образом:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

A = среднее значение
 N = число точек данных
 x_i = i -я точка данных

Период дискретизации экрана измерителя зависит от числа периодов колебаний сети, заданных для каждого измерения. Период дискретизации экрана измерителя может быть опосредованно скорректирован путем регулировки

горизонтальной развертки с помощью кнопки-регулятора Horizontal Time/Div. Период дискретизации регистратора данных можно настроить, нажав клавишу Data Logger (Регистратор), а затем Properties (Свойства) и введя значение в поле Sample Period (Период дискретизации).

Имейте в виду, что в режиме экрана осциллографа с маркерами можно просмотреть среднее значение, а также минимальное и максимальное значение для периода дискретизации, расположенного между двумя маркерами.

Гистограммные измерения тока

ПРИМЕЧАНИЕ

Следующая информация применима только к моделям Keysight N6781A, N6782A, N6785A и N6786A. Гистограммные измерения недоступны, если была заказана опция 055 (удаление регистратора данных).

Гистограммные измерения тока обеспечивают статистическое измерение для профилирования измеренного тока. При сборе данных генерируется массив данных частоты появления сигналов тока с разной амплитудой, которые могут быть проанализированы с помощью дополнительной интегральной функции распределения (CCDF). Значение каждого элемента массива представляет собой количество раз, когда была обнаружена данная амплитуда в пределах диапазона этого элемента.

Для каждой модели существует два гистограммных диапазона — узкий диапазон и широкий диапазон. Каждый диапазон имеет 4096 ячеек с минимальной и максимальной амплитудой и размер ячейки (см. ниже).

	Модели N6781A/N6782A		Модели N6785A/N6786A	
	Узкий диапазон	Широкий диапазон	Узкий диапазон	Широкий диапазон
Амплитуда	От -7,8 до +7,8 мА	От -8 до +8 А	-15,6 до +15,6 мА	От -16 до +16 А
Размер ячейки	3,8 мкА	3,9 мА	7,6 мкА	7,8 мА

Ячейки в обоих диапазонах заполняются после запуска гистограммного измерения. Амплитуды измерений, которые попадают в узкий диапазон, автоматически помещаются в гистограмму для узкого диапазона.

Значения обоих диапазонов гистограммных измерений можно запросить следующим образом:

SENS:HIST:CURREBIN:RANG? (@1)

Этот запрос возвращает амплитуды из широкого и узкого диапазонов. Эти амплитудные границы впоследствии используются другими SCPI-командами, когда возвращаются гистограммные счетчики для указанного диапазона.

Программирование гистограммного измерения тока включает в себя:

- Выбор функций и диапазона гистограммных измерений.
- Задание источника запуска.
- Инициализация и запуск гистограммного измерения.
- Получение результатов гистограммного измерения.
- Запрос ячейки и смещения гистограммы для вычисления тока.

Гистограммные измерения нельзя запрограммировать с передней панели, и они не могут выполняться одновременно с любыми другими измерениями. Когда иницируется гистограммное измерение, передняя панель переходит в режим экрана измерителя. Канал, для которого выполняется гистограммное измерение, отображает сообщение об этом. Переключение в режим осциллографа или регистратора остановит гистограммное измерение.

Выбор функции и диапазона измерения

Для выбора функции измерения используются следующие команды. Активация измерения тока в канале 1:

SENS:HIST:FUNC:CURR ON,(@1)

Каждый выходной канал использует собственный диапазон измерений тока, выполняя автовыбор диапазона. Выбор 3-амперного диапазона токов для канала 1:

SENS:HIST:CURR:RANG 3,(@1)

Бесшовный автовыбор диапазона

Для моделей Keysight N6781A, N6782A, N6785A и N6786A можно выбрать бесшовный автовыбор диапазона измерений тока, результатом чего является образование широкого динамического диапазона измерений и отсутствие потерь данных в разных диапазонах. Бесшовный автовыбор диапазона не распространяется на диапазон 10 мкА, который необходимо выбирать вручную.

Активация бесшовного автовыбора диапазона тока для канала 1:

SENS:HIST:CURR:RANG AUTO,(@1)

Задание источника запуска

Команда TRIGger:HIST генерирует сигнал немедленного запуска независимо от выбранного источника запуска. Если эта команда не используется, выберите источник запуска из числа следующих:

BUS	Выбор аппаратного GPIB-запуска, *TRG или <GET> (запуск группового выполнения).
EXTeRnal	Выбор BNC-разъема запуска Input (Вход). Требуется сигнал запуска низким уровнем.
IMMediate	Выбор источника немедленного запуска. В этом случае гистограммное измерение немедленно запускается при инициализации.
PIN<n>	Выбор контакта цифрового разъема. <n> означает номер контакта. Контакт должен быть сконфигурирован как вход запуска, используемый как источник запуска (см. приложение C).

Для выбора источника запуска используются следующие команды. Выбор запуска выхода 1 по шине:

TRIG:HIST:SOUR BUS,(@1)

Выбор источника немедленного запуска для выхода 1:

TRIG:HIST:SOUR IMM,(@1)

Выбор внешнего источника запуска для выхода 1:

TRIG:HIST:SOUR EXT,(@1)

Выбор запуска выхода 1 контактом 3 цифрового разъема:

TRIG:HIST:SOUR PIN3,(@1)

Инициализация и запуск гистограммного измерения

После включения анализатора питания пост. тока система запуска находится в состоянии простоя. В этом состоянии система запуска игнорирует все сигналы запуска. Команда INITiate разрешает системе измерений получать сигналы запуска. Инициирование гистограммного измерения для выхода 1:

INIT:HIST (@1)

Немедленный запуск гистограммного измерения:

TRIG:HIST (@1)

(Если в качестве источника запуска выбрано BUS, можно выдать команду *TRG или <GET>).

Когда иницируется и запускается гистограммное измерение, выборка значений тока выполняется непрерывно. Гистограммные измерения выполняются со скоростью 20,48 микросекунды на выборку. Каждое значение выборки сравнивается с диапазоном амплитуд каждой ячейки гистограммы, после чего значение ячейки, в диапазон которой попадает значение выборки, увеличивается на 1. Ячейки для наименьших амплитуд широкого диапазона слегка перекрываются с ячейками для наибольших амплитуд узкого диапазона; значения, которые попадают в оба диапазона, помещаются в ячейки узкого диапазона. Каждый запрос FETCh возвращает последние накопленные гистограммные данные. Измерение продолжается до тех пор, пока оно не будет прервано. Размер ячеек равен 64 битам, что исключает их переполнение.

Прерывание измерений

Гистограммные измерения продолжают до тех пор, пока они не будут прерваны. Прерывание гистограммного измерения:

ABOR:HIST (@1)

Получение результатов гистограммного измерения

Следующая команда возвращает счетчики гистограммы в диапазоне 7,8 мА для выхода 1:

FETC:HIST:CURRE? 0,0078,(@1)

Следующая команда возвращает счетчики гистограммы в диапазоне 8 А для выхода 1:

FETC:HIST:CURRE? 8,(@1)

Данные гистограммы возвращаются как 4096 разделенных запятыми ASCII-значений, завершенных символом новой строки. Запрос гистограммы может получать данные только для одного диапазона за один раз.

Запрос ячейки и смещения гистограммы для вычисления тока

Для преобразования номера ячейки в ток требуется коэффициент усиления и смещение для ячеек. Поэтому для каждого диапазона гистограммы можно запросить коэффициент и смещение для ячеек. Например, чтобы запросить коэффициент и смещение для диапазона гистограммы 7,8 мА, используйте следующую команду:

```
SENS:HIST:CURRE:BIN:GAIN? 0.0078,(@1)
SENS:HIST:CURRE:BIN:OFFS? 0,0078,(@1)
```

Чтобы запросить коэффициент и смещение для диапазона гистограммы 8 мА, используйте следующую команду:

```
SENS:HIST:CURRE:BIN:GAIN? 8,(@1)
SENS:HIST:CURRE:BIN:OFFS? 8,(@1)
```

Затем можно рассчитать средний ток ячейки в амперах, используя следующую формулу:

$$\text{ток} = (\text{номер ячейки}) \times \text{коэффициент} + \text{смещение}$$

Здесь (номер ячейки) представляет собой целое число от 0 до 4095, соответствующее 4096 счетчикам, возвращаемым запросом FETC:HIST:CURRE. Поскольку результаты измерения тока могут быть положительными и отрицательными, ячейка 0 предоставляет наибольший отрицательный ток, ячейка 2048 — нулевой ток, а ячейка 4095 — наибольший положительный ток.

Форматы данных измерений

Форматом данных по умолчанию для запросов измерений является ASCII. Можно также задавать двоичный (Real) формат данных для SCPI-запросов массива, для внешней регистрации данных, а также для задания и запроса уровней Arb с постоянной выдержкой.

ASCII	Числовые данные передаются как байты ASCII в формате <NR1>, <NR2> или <NR3> при необходимости. Числа разделяются запятыми.
REAL	Данные возвращаются в двоичном формате IEEE в виде чисел с плавающей точкой одинарной точности. В этом случае четыре байта каждого значения могут быть возвращены либо в обратном, либо в прямом порядке, определяемом параметром FORMat:BOReDer.

Формат данных задается следующей командой:

```
FORM ASCII|REAL
```

Можно также задать способа передачи двоичных данных. Это применимо, только если в качестве параметра команды FORMat:DATA было задано REAL.

NORMal	Двоичные данные передаются в обычной последовательности. Самый старший байт возвращается первым, а самый младший байт — последним (обратный порядок).
SWAPped	Двоичные данные передаются с измененной последовательностью байтов. Самый младший байт возвращается первым, а самый старший байт — последним (прямой порядок).

Порядок передачи байтов данных задается следующей командой:

```
FORM:BORDe NORM|SWAP
```

Порядок SWAPped используется, когда обработка данных ведется в прямом порядке.

Приложение А

Технические характеристики

<u>Базовый блок анализатора питания пост. тока</u> <u>Keysight N6705C</u>	180
--	-----

В этом приложении приведены дополнительные характеристики анализатора питания пост. тока Keysight N6705C. В конце приложения приведен габаритный чертеж базового блока.

Соответствие дополнительным характеристикам не гарантируется, они описывают эффективность, определенную при разработке или типовом тестировании. Все дополнительные характеристики являются типовыми, если не указано иное.

ПРИМЕЧАНИЕ

Полная спецификация и дополнительные характеристики для всех модулей питания приведены в «Руководстве по характеристикам семейства модульных систем питания Keysight N6700». Этот документ доступен в Интернете по адресу www.keysight.com/find/N6705C.

Базовый блок анализатора питания постоянного тока Keysight N6705C

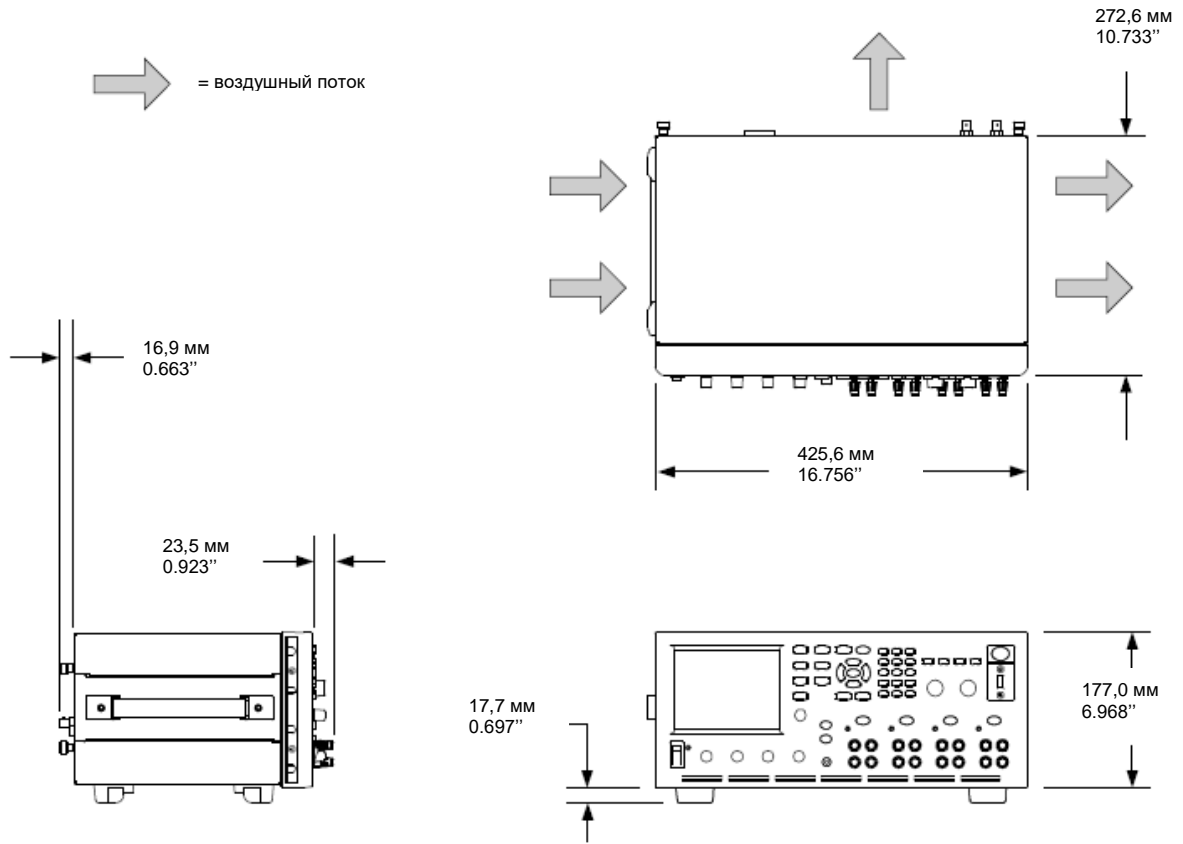
Дополнительные характеристики

N6705C	
Максимально доступная мощность (суммарная выходная мощность всех модулей)	
600 Вт	
Выходные клеммы передней панели	
Максимально допустимый ток	20 А
BNC-разъемы входа запуска	
Ввод-вывод	Совместимый с ТТЛ-уровнем 5 В
Макс. напряжение	
Мин. вх. импульс	Положительный фронт: > 6 нс, отрицательный фронт: > 90 нс
Вых. импульс	Отрицательный фронт, 10 мс
Номинальный ток USB	
USB-разъем передней панели	200 мА
USB-разъем задней панели	300 мА
Хранение данных	
Внутренняя флэш-память 4 ГБ (память предыдущих моделей N6705 меньше)	
Характеристики отклика защиты	
Вход запрета	5 мкс от момента получения сигнала запрета до начала отключения
Выходы сбоя и связывания	< 10 мкс от момента получения сигнала запрета до начала отключения
Время обработки команд	
≤ 1 мс от момента получения команды до начала изменения выхода	
Характеристики цифрового порта	
Макс. Номинальное напряжение	+16,5/-5 В пост. тока между контактами (контакт 8 соединен внутри с заземлением шасси)
Контакты 1 и 2 — выходы сбоя	Максимальное низкоуровневое вых. напряжение = 0,5 В при 4 мА Максимальный низкоуровневый втекающий ток = 4 мА Типовой высокоуровневый ток утечки = 1 мА при 16,5 В пост. тока
Контакты 1–7 — цифровые выходы/выходы запуска (контакт 8 — общий)	Максимальное низкоуровневое выходное напряжение = 0,5 В при 4 мА; 1 В при 50 мА; 1,75 В при 100 мА Максимальный высокоуровневый втекающий ток = 100 мА Типовой высокоуровневый ток утечки = 0,8 мА при 16,5 В пост. тока
Контакты 1–7 — цифровые входы/входы запуска, контакт 3 — вход запрета (контакт 8 — общий)	Максимальное низкоуровневое входное напряжение = 0,8 В Минимальное низкоуровневое входное напряжение = 2 В Типовой низкоуровневый ток = 2 мА при 0 В (внутренний подтягивающий резистор 2,2 кОм) Типовой высокоуровневый ток утечки = 0,12 мА при 16,5 В пост. тока
Характеристики интерфейса	
LXI Core 2011	10/100/1000 Base-T Ethernet (сокет, протокол VXI-11, веб-интерфейс)
USB 2.0 ЛВС	Требуется Keysight IO Library версии M.01.01 или 14.0 и выше
10/100/1000	Требуется Keysight IO Library версии M.01.01 или 14.0 и выше
Встроенный веб-сервер	Требуется веб-браузер
GPIO	Интерфейс, совместимый с SCPI-1993 и IEEE 488.2

Дополнительные характеристики (продолжение)

N6705C	
Соответствие нормативам	
ЭМС	Соответствует Европейской директиве по ЭМС для тестовых и измерительных приборов. IEC/EN 61326-1; CISPR 11, группа 1, класс А AS/NZS CISPR 11; ICES/NMB-001 Соответствует стандарту Австралии и имеет знак C-Tick. Данное устройство для промышленных, научных и медицинских организаций (ISM) соответствует канадскому стандарту ICES-001. Cet appareil ISM est conforme à la norme NMB-001 du Canada.
Безопасность	Соответствует европейской директиве по низковольтному оборудованию и имеет знак CE. Соответствует стандартам UL 61010-1 и CSA C22.2 61010-1.
Условия окружающей среды	
Рабочая среда	Использовать в помещении, категория установки II (для входа пер. тока), уровень загрязнения 2
Диапазон рабочих температур	От 0 °C до 55 °C (вых. ток снижается на 1 % на каждый °C при температуре окружающей среды выше 40 °C)
Относительная влажность	До 95 %
Высота над уровнем моря	До 2000 м
Температура хранения	От -30 °C до 70 °C
Излучаемый акустический шум	
Это объявление предоставляется в соответствии с требованиями Директивы по излучению шума Германии от 18 января 1991 г.	Звуковое давление $L_p < 70$ дБ(А), на рабочем месте оператора, в обычных условиях, согласно EN 27779 (типовое испытание). Schalldruckpegel $L_p < 70$ dB(A), Am Arbeitsplatz, Normaler Betrieb, Nach EN 27779 (Typprüfung).
Изоляция выходных клемм	
Макс. номинальное значение	Ни на одной выходной клемме напряжение не может превышать ± 240 В пост. тока относительно любой другой клеммы или заземления. Примечание для N6781A/N6785A При использовании дополнительных входных клемм измерения модели N6781A потенциал любой выходной клеммы передней панели или входной клеммы задней панели не должен быть более ± 60 В пост. тока относительно любой другой клеммы и заземления шасси.
Вход пер. тока	
Номинальные значения	~100–240 В пер. тока; 50/60/400 Гц
Входные диапазоны	86–264 В пер. тока; 47–63 Гц; 380–420 Гц
Потребляемая мощность	1440 ВА
Коэффициент мощности ^{ПРИМ. 1}	0,99 при номинальном входном питании и номинальной мощности
Предохранитель	Внутренний предохранитель — недоступен пользователю
Масса-нетто	
N6705C с 4 модулями (типовая)	16 кг (35 фунтов)
Один модуль питания (типовая)	1,23 кг (2,71 фунта)
Размеры	См. габаритный чертеж на следующей странице.
¹ При полной нагрузке при 400 Гц коэффициент мощности снижается с 0,99 при 120 В пер. тока до 0,76 при 265 В пер. тока. При отсутствии нагрузки коэффициент мощности снижается еще больше.	

Габаритный чертеж



Приложение В

SCPI-команды и настройки прибора

<u>Обзор SCPI-команд</u>	184
--------------------------------	-----

В этом приложении содержится список SCPI-команд, которые используются для программирования анализатора питания пост. тока Keysight N6705C.

ПРИМЕЧАНИЕ Для получения полной информации о SCPI-командах (стандартные команды для программируемых приборов) см. документацию, доступную в Интернете по адресу www.keysight.com/find/N6705C.

Обзор SCPI-команд

ПРИМЕЧАНИЕ

Некоторые [дополнительные] команды приведены для ясности. Все команды настройки имеют соответствующие запросы. Не все команды применимы ко всем моделям.

SCPI-команда	Описание
ABORt	
:ACQuire (@спис. каналов)	Сброс системы запуска измерения в состояние простоя
:DLOG	Остановка внутренней регистрации данных
:ELOG (@спис. каналов)	Остановка внешней регистрации данных
:HISTogram (@спис. каналов)	Остановка гистограммного измерения тока
:TRANsient (@спис. каналов)	Сброс системы запуска перехода в состояние простоя
CALibrate	
:CURRent	
[:LEVel] <NRf>, (@канал)	Калибровка программирования выходного тока
:LIMit	
:NEGative <NRf>, (@канал)	Калибровка отрицательного предела тока (только N6783A)
:POSitive <NRf>, (@канал)	Калибровка положительного предела тока (только N6783A)
:MEASure <NRf>, (@канал)	Калибровка измерения тока
:PEAK (@канал)	Калибровка предела амплитуды тока (только N6783A)
:DATA <NRf>	Ввод значения калибровки
:DATE <"дата">, (@канал)	Задание даты калибровки
:DPRog (@канал)	Калибровка снижения уровня тока
:LEVel P1 P2 P3	Переход на следующий шаг калибровки
:PASSword <NRf>	Задание числового пароля калибровки
:RESistance 20 6, (@канал)	Калибровка выходного сопротивления (только N6781/85A)
:SAVE	Сохранение новых констант калибровки в энергонезависимой памяти
:STATE <логич> [, <NRf>]	Включение/выключение режима калибровки
:VOLTage	
[:LEVel] <NRf>, (@канал)	Калибровка программирования выходного напряжения
:CMRR (@канал)	Калибровка коэффициента подавления помех общего вида (только N675xA, N676xA)
:LIMit	
:POSitive <NRf>, (@канал)	Калибровка положительного предела напряжения (только N6783A)
:MEASure <NRf>, (@канал)	Калибровка измерения напряжения
:AUXiliary (@канал)	Калибровка дополнительного измерения напряжения (только N6781/85A)
DISPlay	
[:WINDow]	
:VIEW METER1 METER4	Выбор 1- или 4-канального режима экрана измерителя
FETCH	
[:SCALar]	
:CURRent	
[:DC]? (@спис. каналов)	Возврат среднего значения тока
:ACDC? (@спис. каналов)	Возврат ср. кв. значения тока (пер. + пост. ток).
:HIGH? (@спис. каналов)	Возврат высокого уровня импульса тока
:LOW? (@спис. каналов)	Возврат низкого уровня импульса тока
:MAXimum? (@спис. каналов)	Возврат максимального значения тока
:MINimum? (@спис. каналов)	Возврат минимального значения тока
:POWER	
[:DC]? (@спис. каналов)	Возврат среднего значения выходной мощности

SCPI-команда	Описание
FETCh[:SCALar] (продолжение)	
:VOLTage	
[:DC]? (@спис. каналов)	Возврат среднего значения напряжения
:ACDC? (@спис. каналов)	Возврат ср. кв. значения напряжения (пер. + пост. ток).
:HIGH? (@спис. каналов)	Возврат высокого уровня импульса напряжения
:LOW? (@спис. каналов)	Возврат низкого уровня импульса напряжения
:MAXimum? (@спис. каналов)	Возврат максимального значения напряжения
:MINimum? (@спис. каналов)	Возврат минимального значения напряжения
:ARRay	
:CURREnt [:DC]? (@спис. каналов)	Возврат мгновенного значения выходного тока
:POWer [:DC]? (@спис. каналов)	Возврат мгновенного значения выходной мощности
:VOLTage [:DC]? (@спис. каналов)	Возврат мгновенного значения выходного напряжения
:DLOG	
:AHOur? (@спис. каналов)	Возврат ампер-часов для интервала между маркерами
:CURREnt	
[:DC]? (@спис. каналов)	Возврат среднего тока для интервала между маркерами
:MAXimum? (@спис. каналов)	Возврат максимального тока для интервала между маркерами
:MINimum? (@спис. каналов)	Возврат минимального тока для интервала между маркерами
:PTPeak? (@спис. каналов)	Возврат размаха (пик-пик) тока для интервала между маркерами
:VOLTage	
[:DC]? (@спис. каналов)	Возврат среднего напряжения для интервала между маркерами
:MAXimum? (@спис. каналов)	Возврат максимального напряжения для интервала между маркерами
:MINimum? (@спис. каналов)	Возврат минимального напряжения для интервала между маркерами
:PTPeak? (@спис. каналов)	Возврат размаха (пик-пик) напряжения для интервала между маркерами
:WHOur? (@спис. каналов)	Возврат ватт-часов для интервала между маркерами
:ELOG <NR1>, (@спис. каналов)	Возврат самой последней записи внешнего регистратора
:HISTogram	
:CURREnt? 8 0.0039, (@спис. каналов)	Возврат накопленных данных гистограммы тока (N6781/82/85/86A)
FORMat	
[:DATA] ASCII REAL	Возврат данных в формате ASCII или двоичном
:BORDER NORMal SWAPped	Задание порядка байтов данных внешнего регистратора
HCOPy:SDUMp:DATA?	Возврат снимка экрана дисплея в формате .gif
INITiate	
[:IMMediate]	
:ACQuire (@спис. каналов)	Включение системы запуска измерений
:DLOG <"имя файла">	Включение функции регистрации данных.
:ELOG (@спис. каналов)	Включение внешней регистрации данных измерения
:HISTogram (@спис. каналов)	Включение гистограммных измерений (только N6781/82/85/86A)
:TRANSient (@спис. каналов)	Включение системы запуска переходов выхода
:CONTInuous	
:TRANSient <логич>, (@спис. каналов)	Включение/выключение непрерывного запуска переходов
MEASure	
[:SCALar]	
:CURREnt	
[:DC]? (@спис. каналов)	Запрос измерения; возвращается среднее значение тока
:ACDC? (@спис. каналов)	Запрос измерения; возвращается ср. кв. значение тока (пер. + пост. ток)
:HIGH? (@спис. каналов)	Запрос измерения; возвращается высокий уровень импульса тока.
:LOW? (@спис. каналов)	Запрос измерения; возвращается низкий уровень импульса тока
:MAXimum? (@спис. каналов)	Запрос измерения; возвращается максимальное значение тока
:MINimum? (@спис. каналов)	Запрос измерения; возвращается минимальное значение тока

SCPI-команда	Описание
MEASure[:SCALar] (продолжение)	
:POWer	
[:DC]? (@спис. каналов)	Запрос измерения; возвращается среднее значение выходной мощности
:VOLTage	
[:DC]? (@спис. каналов)	Запрос измерения; возвращается среднее значение напряжения
:ACDC? (@спис. каналов)	Запрос измерения; возвращается ср. кв. значение напряжения (пер. + пост. ток)
:HIGH? (@спис. каналов)	Запрос измерения; возвращается высокий уровень импульса напряжения
:LOW? (@спис. каналов)	Запрос измерения; возвращается низкий уровень импульса напряжения
:MAXimum? (@спис. каналов)	Запрос измерения; возвращается максимальное значение напряжения
:MINimum? (@спис. каналов)	Запрос измерения; возвращается минимальное значение напряжения
:ARRay	
:CURRent [:DC]? (@спис. каналов)	Запрос измерения; возвращается мгновенное значение выходного тока
:POWer [:DC]? (@спис. каналов)	Запрос измерения; возвращается мгновенное значение выходной мощности
:VOLTage [:DC]? (@спис. каналов)	Запрос измерения; возвращается мгновенное значение выходного напряжения
MMEMory	
:ATTRibute? <"объект">, <"атрибут">	Запрос атрибутов объекта файловой системы
:DATA [:DEFinite]? <"имя файла">	Копирование содержимого файла; возвращается двоичный блок фиксированной длины
:DELeTe <"имя файла">	Удаление файла
:EXPort	
:DLOG <"имя файла">	Экспорт данных с экрана регистратора в файл
:LOAD	
:ARB:SEQuence <"имя файла">, (@спис. каналов)	Загрузка последовательности СПФ
:STORe	
:ARB:SEQuence <"имя файла">, (@спис. каналов)	Сохранение последовательности СПФ
OUTPut	
[:STATe] <логич> [:NORelay], (@спис. каналов)	Включение/отключение заданных выходных каналов
:COUPle	
:CHANNeI <NR1> {,<NR1>}	Выбор каналов для связывания
:DOFFset <NRf>	Задание максимального смещения задержки для синхронизации изменений выхода
:MODE AUTO MANual	Задание режим связывания задержки выходов
:MAX	
:DOFFset?	Запрос смещения задержки, необходимого для данного базового блока
:DElay	
:FALL <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание задержки для последовательности отключения выходов
:RISE <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание задержки для последовательности включения выходов
:PMODE VOLTage CURRent, (@спис. каналов)	Задание режима переходов включения/отключения (N6761A, N6762A)
:TMODE HIGHZ LOWZ, (@спис. каналов)	Задание выходного импеданса выключения (только N678xA SMU)
:INHibit	
:MODE LATChing LIVE OFF	Задание входа дистанционного запрета
:PON	
:STATe RST RCL0	Программирование состояния при включении питания
:PROTection	
:CLEAr (@спис. каналов)	Сброс сработавшей защиты
:COUPle <логич>	Включение/отключение связывания каналов для защиты от сбоев
:DElay <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание задержки срабатывания защиты от сверхтока
:OSCillation[:STATe] <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение защиты от колебаний на выходе (N678xA SMU)
:WDOG	
[:STATe] <логич>	Разрешение/запрет сторожевого таймера ввода-вывода
:DElay <NRf+>	Задание задержки сторожевого таймера
:RELay	
:POLarity NORMAL REVerse, (@спис. каналов)	Задание полярности выходного реле (только опция 760)

SCPI-команда	Описание
SENSe	
:CURRent	
:CCOMpensate <логич>, (@спис. каналов)	Включение/выключение компенсации тока через конденсатор
[:DC]:RANGe	
[:UPPer] <NRf+>, (@спис. каналов)	Выбор диапазона измерения тока
:AUTO <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение автоматизации измерений (N6781/82/85/86A)
:DLOG	
:CURRent	
[:DC]:RANGe	
[:UPPer] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание диапазона тока для внутренней регистрации
:AUTO <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение автоматизации измерений (N6781/82/85/86A)
:FUNctioN	
:CURRent <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение регистрации данных измерения тока
:MINMax <логич>	Включение/отключение регистрации минимальных/максимальных значений
:VOLTage <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение регистрации данных измерения напряжения
:MARKer<1,2>	
:POINt <NRf+>	Размещение маркеров регистрации данных
:OFFSet <NR1>	Задание смещения точки запуска в процентах от начала длительности регистрации
:PERiod <NRf+>	Задание интервала между выборками (заменяет TINTerval)
:TIME <NRf+>	Задание длительности регистрации данных в секундах
:TINTerval <NRf+>	Задание интервала между выборками (для обратной совместимости)
:VOLTage	
[:DC]:RANGe	
[:UPPer] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание диапазона напряжения для внутренней регистрации
:AUTO <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение автоматизации измерений (N6781/82/85/86A)
:ELOG	
:CURRent	
[:DC]:RANGe	
[:UPPer] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание диапазона тока для внешней регистрации
:AUTO <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение автоматизации измерений (N6781/82/85/86A)
:FUNctioN	
:CURRent <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение внешней регистрации данных измерения тока
:MINMax <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение внешней регистрации мин./макс. значений тока
:VOLTage <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение внешней регистрации данных измерения напряжения
:MINMax <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение внешней регистрации мин./макс. значений напряжения
:PERiod <NR1>, (@спис. каналов)	Задание времени интеграции для внешней регистрации данных
:VOLTage	
[:DC]:RANGe	
[:UPPer] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание диапазона напряжения для внешней регистрации
:AUTO <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение автоматизации измерений (N6781/82/85/86A)
:FUNctioN VOLTage CURRent NONE, (@спис. каналов)	Включение функции измерения (для обратной совместимости)
:CURRent <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение измерений тока (заменяет FUNctioN)
:VOLTage <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение измерений напряжения (заменяет FUNctioN)
:INPut MAIN AUXiliary, (@спис. каналов)	Выбор входа измерения напряжения (только N6781/85A)
:HISTogram	
:CURRent	
[:DC]:BIN	
:GAIN? 8 0.0039, (@спис. каналов)	Запрос веса младшего байта гистограммы (N6781/82/85/86A)
:OFFSet? 8 0.0039, (@спис. каналов)	Запрос веса гистограммы (N6781/82/85/86A)
:RANGes? (@спис. каналов)	Запрос значений диапазонов ячеек (N6781/82/85/86A)
[:DC]:RANGe	
[:UPPer] <NRf+>, (@спис. каналов)	Запрос диапазона измерений для гистограммы (N6781/82/85/86A)
:AUTO <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение автоматизации измерений (N6781/82/85/86A)
:FUNctioN	
:CURRent <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение гистограммных измерений тока (N6781/82/85/86A)
:SWEep	
:OFFSet	
:POINts <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание смещения точки запуска в развертке измерений
:POINts <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание количества точек данных в измерении.
:TINTerval <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание интервала выборки для измерений
:RESolution RES20 RES40	Задание разрешения для измерений

SCPI-команда	Описание
SENSe (продолжение)	
:VOLTage	
[:DC]:RANGe	
[:UPPer] <NRf+>, (@спис. каналов)	Выбор диапазона измерения напряжений
:AUTO <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение автоматизации измерений (N6781/82/85/86A)
:WINDow	
[:TYPE] HANNing RECTangular, (@спис. каналов)	Выбор типа окна
[SOURce:]ARB	
:COUNT <NRf+> INFIinity, (@спис. каналов)	Задание числа повторов СПФ
:CURRent :VOLTage	Задание тока или напряжения для СПФ
:CDWell	
[:LEVel] <NRf+> {,<NRf+>}, (@спис. каналов)	Задание списка СПФ с пост. выдержкой
:DWELl <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание времени выдержки СПФ с пост. выдержкой
:POINts? (@спис. каналов)	Возвращает количество точек СПФ с пост. выдержкой
:CONVert (@спис. каналов)	Преобразование выбранного СПФ в пользовательский список
:EXPOntential	
:END	
[:LEVel] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание конечного уровня экспоненциального СПФ
:STARt	
[:LEVel] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание начального уровня экспоненциального СПФ
:TIME <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание продолжительности времени начала или задержки
:TCONstant <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание константы времени для экспоненциального СПФ
:TIME <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание времени для экспоненциального СПФ
:PULSe	
:END	
:TIME <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание продолжительности времени окончания
:STARt	
[:LEVel] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание начального уровня импульса
:TIME <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание продолжительности времени начала или задержки
:TOP	
[:LEVel] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание высокого уровня импульса
:TIME <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание низкого уровня импульса
:RAMP	
:END	
[:LEVel] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание конечного уровня нарастания
:TIME <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание продолжительности времени окончания
:RTIME <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание времени нарастания
:STARt	
[:LEVel] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание начального уровня нарастания
:TIME <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание продолжительности времени начала или задержки
:SINusoid	
:AMPLitude <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание амплитуды синусоидального сигнала
:FREQuency <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание частоты синусоидального сигнала
:OFFSet <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание смещения синусоидального сигнала
:STAircase	
:END	
[:LEVel] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание конечного уровня лесенки
:TIME <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание продолжительности времени окончания
:NSTeps <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание числа шагов лесенки
:STARt	
[:LEVel] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание начального уровня лесенки
:TIME <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание продолжительности времени начала или задержки
:TIME <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание длины лесенки
:STEP	
:END	
[:LEVel] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание конечного уровня ступеньки
:STARt	
[:LEVel] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание начального уровня ступеньки
:TIME <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание продолжительности времени начала или задержки

SCPI-команда	Описание
[SOURce:]ARB (продолжение)	
:TRAPeZoid	
:END	
:TIme < NRf+>, (@спис. каналов)	Задание продолжительности времени окончания
:FTIme < NRf+>, (@спис. каналов)	Задание продолжительности времени спада
:RTIme < NRf+>, (@спис. каналов)	Задание продолжительности времени нарастания
:STARt	
:LEVel < NRf+>, (@спис. каналов)	Задание начального уровня трапеции
:TIme < NRf+>, (@спис. каналов)	Задание продолжительности времени начала или задержки
:TOP	
:LEVel < NRf+>, (@спис. каналов)	Задание верхнего уровня трапеции
:TIme < NRf+>, (@спис. каналов)	Задание длительности вершины трапеции
:UDEFined	
:BOSTep	
:DATA <логич> {,<логич>}, (@спис. каналов)	Генерирование сигналов запуска в начале шага (BOST)
:POINts? (@спис. каналов)	Возврат числа точек BOST
:DWELl <NRf> {,<NRf>}, (@спис. каналов)	Задание значений пользовательских выдержек
:POINts? (@спис. каналов)	Возврат числа точек выдержки
:LEVel <NRf> {,<NRf>}, (@спис. каналов)	Задание значений пользовательских уровней
:POINts? (@спис. каналов)	Возврат числа точек
:FUNctioN <функция>, (@спис. каналов)	Выбор функции СПФ (для обратной совместимости)
:SHApe <функция>, (@спис. каналов)	Выбор функции СПФ (заменяет ARB:FUNctioN)
:TYPE CURRent VOLTage, (@спис. каналов)	Выбор типа функции Arb (заменяет ARB:FUNctioN)
:SEQuence	
:COUNt <NRf+> INFIinity, (@спис. каналов)	Число повторов последовательности
:LENgth? (@спис. каналов)	Задание числа шагов в последовательности
:QUALity? (@спис. каналов)	Задание качества сигнала в последовательности
:RESet (@спис. каналов)	Сброс последовательности до ее настройки по умолчанию при включении питания
:STEP	
:COUNt <NRf+> INFIinity, <шаг №>, (@спис. каналов)	Число повторов шагов последовательности
:CURRent <функция ARB>, <шаг №>, (@спис. каналов)	Программирование шагов сигнала в последовательности токов
:FUNctioN	
:SHApe <функция>, <шаг №>, (@спис. каналов)	Создание нового шага последовательности
:PACing DWELl TRIGger, <шаг №>, (@спис. каналов)	Задание типа продвижения для шага
VOLTage <функция ARB>, <шаг №>, (@спис. каналов)	Программирование шагов сигнала в последовательности напряжений
:TERMinate	
:LAST <логич>, (@спис. каналов)	Задание режима завершения последовательности
:TERMinate:LAST <логич>, (@спис. каналов)	Задание режима завершения СПФ
[SOURce:]CURRent	
:LEVel	
:IMMediate[:AMPLitude] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание выходного тока
:TRIGgered[:AMPLitude] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание запускаемого выходного тока
:LIMit	
:POSitive	
:IMMediate[:AMPLitude] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание положительного предела тока (только N678xA SMU, N6783A)
:COUPle <логич>, (@спис. каналов)	Задание состояния отслеживания предела тока (только N678xA SMU)
:NEGative	
:IMMediate[:AMPLitude] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание отрицательного предела тока (только N678xA SMU, N6783A-BAT)
:MODE FIXed STEP LIST ARB, (@спис. каналов)	Задание режима запуска тока
:PROTEction	
:DELay	
:TIME <NRf+> (@спис. каналов)	Задание задержки срабатывания защиты от сверхтока
:STARt SCHange CCTRans, (@спис. каналов)	Задание режима программирования защиты от сверхтока
:STATe <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение защиты от сверхтоков для выбранного выхода
:RANGe <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание диапазона выходного тока

SCPI-команда	Описание
[SOURce:]CURRent (продолжение) :SLEW [:IMMediate] <NRf+> INFInity, (@спис. каналов) MAXImum <логич>, (@спис. каналов)	Задание скорости переброса выходного тока (N678xA SMU) Включение/отключение переопределения максимальной скорости переброса (N678xA SMU)
[SOURce:]DIGital :INPut :DATA? :OUTPut :DATA <NRf> :PIN<1–7> :FUNCTion <функция> :POLarity POSitive NEGative :TOUTput:BUS [:ENABLE] <логич>	Считывание состояния контактов цифрового порта Задание цифрового порта. Задание функции выбранного контакта: <функция> = DIO, DINPut, TOUTput, TINPput, FAULt, INHibit, ONCOuple, OFFCOuple Задание полярности выбранного контакта. Включение/выключение запуска по шине для контактов цифрового порта
[SOURce:]EMULation <тип>, (@спис. каналов)	Задание режима эмуляции N678xA: <тип> = PS4Q, PS2Q, PS1Q, BATTery, CHARger, CCLoad, CVLoad, VMETer, AMETer
[SOURce:]FUNCTion CURRent VOLTage, (@спис. каналов)	Задание режима приоритета тока или приоритета напряжения (N678xA SMU)
[SOURce:]LIST :COUNT <NRf+> INFInity, (@спис. каналов) :CURRent [:LEVel] <NRf> {,<NRf>}, (@спис. каналов) :POINTs? (@спис. каналов) :DWELl <NRf> {,<NRf>}, (@спис. каналов) :POINTs? (@спис. каналов) :STEP ONCE AUTO, (@спис. каналов) :TERMinate :LAST <логич>, (@спис. каналов) :TOUTput :BOSTep [:DATA] <логич> {,<логич>}, (@спис. каналов) :POINTs? (@спис. каналов) :EOSTep [:DATA] <логич> {,<логич>}, (@спис. каналов) :POINTs? (@спис. каналов) :VOLTage [:LEVel] <NRf> {,<NRf>}, (@спис. каналов) :POINTs? (@спис. каналов)	Задание числа повторов списка Задание списка токов Возврат числа точек в списке токов Задание списка пост. выдержек Возврат числа точек в списке выдержек Задание метода реагирования списка на сигналы запуска Задание режима завершения списка Генерирование сигналов запуска в начале шага (BOST) Возврат числа точек BOST в списке Генерирование сигналов запуска в конце шага (EOST) Возврат числа точек EOST в списке Задание списка напряжений Возврат числа точек в списке напряжений
[SOURce:]POWer :LIMit <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание предела мощности в выходных каналах
[SOURce:]RESistance [:LEVel] [:IMMediate][:AMPLitude] <NRf+>, (@спис. каналов) :STATe <логич>, (@спис. каналов)	Задание выходного сопротивления (только N6781/85A) Разрешение/запрет программирования выходного сопротивления (N6781/85A)
[SOURce:]STEP :TOUTput <логич>, (@спис. каналов)	Выдача выходного сигнала запуска на шаге напряжения или тока
[SOURce:]VOLTage [:LEVel] [:IMMediate][:AMPLitude] <NRf+>, (@спис. каналов) :TRIGgered [:AMPLitude] <NRf+>, (@спис. каналов) :BWIDth LOW HIGH1 HIGH2 HIGH3, (@спис. каналов)	Задание выходного напряжения Задание запускаемого выходного напряжения Задание полосы пропускания напряжения (только N678xA SMU)

SCPI-команда	Описание
[SOURce:]VOLTage (продолжение)	
:LIMit	
[:POSitive]	
[:IMMEDIATE][:AMPLitude] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание положительного предела напряжения (только N678xA SMU)
:COUPle <логич>, (@спис. каналов)	Задание состояния отслеживания предела напряжения (только N6784A)
:NEGative	
[:IMMEDIATE][:AMPLitude] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание отрицательного предела напряжения (только N6784A)
:MODE FIXed STEP LIST ARB, (@спис. каналов)	Задание режима запуска напряжения
:PROTection	
[:LEVel] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание уровня защиты от перенапряжения
:DElay[:TIME] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание задержки защиты от перенапряжения (только N6783A)
:REMoTe	
[:POSitive][:LEVel] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание положительного уровня дистанционной ЗПН (только N678xA SMU)
:NEGative[:LEVel] <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание отрицательного уровня дистанционной ЗПН (только N6784A)
:RANGe <NRf+>, (@спис. каналов)	Задание диапазона выходного напряжения
:SENSe	
:SOURce INTernal EXTernal, (@спис. каналов)	Настройка реле дистанционного измерения
:SLEW	
[:IMMEDIATE] <NRf+> INFInity, (@спис. каналов)	Задание скорости переброса выходного напряжения
MAXimum <логич>, (@спис. каналов)	Включение/отключение переопределения максимальной скорости переброса
STATus	
:OPERation	
[:EVENT]? (@спис. каналов)	Запрос значения регистра событий операций
:CONDition? (@спис. каналов)	Запрос значения регистра условий операций
:ENABle <NRf>, (@спис. каналов)	Включение определенных битов в регистре событий
:NTRAnsiTion <NRf>, (@спис. каналов)	Задание фильтра отрицательных переходов (NTR)
:PTRAnsiTion <NRf>, (@спис. каналов)	Задание фильтра положительных переходов (PTR)
:PRESet	Предустановка всех регистров разрешения и перехода до настроек при включении питания
:QUESTionable	
[:EVENT]? (@спис. каналов)	Запрос значения регистра неопределенных событий
:CONDition? (@спис. каналов)	Запрос значения регистра неопределенных событий
:ENABle <NRf>, (@спис. каналов)	Включение определенных битов в регистре событий
:NTRAnsiTion <NRf>, (@спис. каналов)	Задание фильтра отрицательных переходов (NTR)
:PTRAnsiTion <NRf>, (@спис. каналов)	Задание фильтра положительных переходов (PTR)
SYSTEM	
:CHANnel	
[:COUNt]?	Запрос количества выходных каналов в базовом блоке
:MODEl? (@спис. каналов)	Запрос номера модели в выбранном канале
:OPTion? (@спис. каналов)	Запрос опций, установленных в выбранном канале
:SERial? (@спис. каналов)	Запрос серийного номера в выбранном канале
:COMMunicate	
:RLSTate LOCal REMoTe RWLock	Задание дистанционного/локального состояния прибора.
:TCPip:CONTRol?	Запрос номера порта для подключения управления
:DATE <гггг>,<мм>,<дд>	Задание даты для системных часов
:ERRor?	Запрос номера ошибки и строки ошибки
:GROup	
:CATalog?	Запрос групп, которые были определены (HE для N678xA SMU)
:DEFine (@спис. каналов)	Группирование каналов для объединения выходов (HE для N678xA SMU)
:DELeTe <канал>	Удаление указанного канала из группы (HE для N678xA SMU)
:ALL	Разгруппирование всех каналов (HE для N678xA SMU)
:PASSword:FPANel:RESet	Сброс пароля блокировки передней панели в ноль
:PERSonA	
:MANufacturer "<производитель>"	Изменение идентификатора производителя
:DEFault	Задание идентификатора производителя по умолчанию
:MODEl "<номер_модели>"	Изменение номера модели
:DEFault	Задание номера модели по умолчанию

SCPI-команда	Описание
SYSTem (продолжение) :REBoot :TIME <чч>, <мм>, <сс> :VERSion?	Возврат прибора в его состояние при включении питания. Задание времени для системных часов Возврат номера версии SCPI
TRIGger :ACQuire [:IMMediate] (@спис. каналов) :CURRent [:LEVel] <NRf>, (@спис. каналов) :SLOPe POSitive NEGative, (@спис. каналов) :SOURce <источник>, (@спис. каналов) :TOUTput [:ENABle] <логич>, (@спис. каналов) :VOLTage [:LEVel] <NRf>, (@спис. каналов) :SLOPe POSitive NEGative, (@спис. каналов) :ARB:SOURce BUS IMMediate EXTernal :DLOG [:IMMediate] :CURRent [:LEVel] <NRf>, (@спис. каналов) :SLOPe POSitive NEGative, (@спис. каналов) :SOURce <источник> :VOLTage [:LEVel] <NRf>, (@спис. каналов) :SLOPe POSitive NEGative, (@спис. каналов) :ELOG [:IMMediate] (@спис. каналов) :SOURce <источник>, (@спис. каналов) :HISTogram [:IMMediate] (@спис. каналов) :SOURce <источник>, (@спис. каналов) :TRANSient [:IMMediate] (@спис. каналов) :SOURce <источник>, (@спис. каналов)	Немедленный запуск измерения Задание уровня сигнала запуска током Задание фронта сигнала запуска током Задание источника запуска измерения: <источник> = BUS, CURRent<n>, EXTernal, PIN<n>, TRANSient<n>, VOLTage<n> Разрешение отправки сигналов запуска измерений на контакт цифрового порта Задание уровня сигнала запуска напряжением Задание фронта сигнала запуска напряжением Задание источника запуска сигнала произвольной формы Немедленный запуск внутренней регистрации данных Задание уровня запуска регистратора данных током Задание фронта запуска регистратора данных током Задание источника запуска внутренней регистрации данных: <источник> = BUS, CURRent<n>, EXTernal, IMMediate, VOLTage<n>, ARSK, OOOK Задание уровня запуска регистратора данных напряжением Задание фронта запуска регистратора данных напряжением Немедленный запуск внешней регистрации данных Задание источника запуска внешней регистрации данных: <источник> = BUS, EXTernal, IMMediate, PIN<n> Немедленный запуск гистограммных измерений тока (N6781/82/85/86A) Задание источника запуска гистограммных измерений тока (N6781/82/85/86A) <источник> = BUS, EXTernal, IMMediate, PIN<n> Немедленный запуск перехода выхода Задание источника запуска перехода выхода: <источник> = BUS, IMMediate, PIN<n>, TRANSient<n>

Общие команды

Команда	Описание	Команда	Описание
*CLS	Сброс состояния	*RST	Сброс
*ESE <NRf>	Разрешение состояния стандартных событий	*SAV <NRf>	Сохранение состояния прибора
*ESR?	Возврат регистра стандартных состояний	*SRE <NRf>	Установка регистра разрешения запроса на обслуживание
*IDN?	Возврат идентификатора прибора	*STB?	Возврат байта состояний
*OPC	Разрешение бита «операция выполнена» в ESR	*TRG	Запуск
*OPT?	Возврат номера опции	*TST?	Выполнение самотестирования с возвратом результатов
*RCL <NRf>	Восстановление сохраненного состояния прибора	*WAI	Приостановка дополнительной обработки команд пока не будут выполнены все команды устройства
*RDT?	Возврат описаний выходных каналов		

Настройки интерфейсов

Заводские энергонезависимые настройки LAN			
Получение IP-адреса	Автоматически	Динамическая служба именованя DNS	Включена
IP-адрес	169.254.67.5	Служба именованя NetBIOS	Включена
Маска подсети	255.255.0.0	Доменное имя	Пустое
Шлюз по умолчанию	0.0.0.0	Поддержание TCP-активности	Включено
Получение DNS-сервера от DHCP-сервера	Включено	Время поддержания TCP-активности	1800 секунд
DNS-сервер	Пустой	Автосогласование Ethernet	Включено
Имя хоста	Keysight-N6705C-xxxxx	Пинг сервера	Включен
		Веб-пароль	Пустой
Другие заводские энергонезависимые настройки			
Пароль администратора/калибровки	0 (ноль)	LAN-интерфейс	Включен
Дата калибровки	5 марта 2007 г.	Режим запрета выхода	Откл.
Группирование каналов	Групп нет	Сохраненные состояния	Команда *RST
Функция цифрового порта (все контакты)	Цифр. вход	Кнопки-регуляторы Voltage и Current	Разблокированы
Полярность цифрового порта (все контакты)	Положительная	Хранитель экрана	Включен
Блокировка передней панели	Отключена	Задержка хранителя экрана	60 минут
Экран измерителя на передней панели	Один канал	USB-интерфейс	Включен
GPIB-адрес	5	Пробуждение вводом-выводом	Включено
Щелчки клавиш	Включены	Веб-сервер	Включен

Настройки при включении питания

Эти настройки устанавливаются командой сброса (*RST)			
ARB:COUNT	1	ARB:FUNCTION:SHAPE	HET
ARB:CURRENT VOLTage:CDWell:DWELI	0,001	ARB:FUNCTION:TYPE	VOLT
ARB:CURRENT VOLTage:CDWell:LEVel	MIN	ARB:SEquence:COUNT	1
ARB:CURRENT VOLTage:EXponential:END	MIN	ARB:SEquence:STEP:COUNT	1
ARB:CURRENT VOLTage:EXponential:STARt	MIN	ARB:SEquence:STEP:FUNCTION:SHAPE	PULS
ARB:CURRENT VOLTage:EXponential:STARt:TIME	0	ARB:SEquence:STEP:PACing	DWEL
ARB:CURRENT VOLTage:EXponential:TConstant	1	ARB:SEquence:TERMinate:LAST	ON
ARB:CURRENT VOLTage:EXponential:TIME	1	ARB:TERMinate:LAST	OFF
ARB:CURRENT VOLTage:PULSe:END	0	CALibrate:STATe	OFF
ARB:CURRENT VOLTage:PULSe:STARt	MIN	CURRent	0,08 или MIN
ARB:CURRENT VOLTage:PULSe:STARt:TIME	0	CURRent:LIMit	MAX
ARB:CURRENT VOLTage:PULSe:TOP	MIN	CURRent:LIMit:COUPle	ON
ARB:CURRENT VOLTage:PULSe:TOP:TIME	1	CURRent:LIMit:NEGative	MIN
ARB:CURRENT VOLTage:RAMP:END	MIN	CURRent:MODE	FIX
ARB:CURRENT VOLTage:RAMP:END:TIME	0	CURRent:PROTection:DELay	0,02
ARB:CURRENT VOLTage:RAMP:RTIME	1	CURRent:PROTection:DELaySTARt	SCH
ARB:CURRENT VOLTage:RAMP:STARt	MIN	CURRent:PROTection:STATe	OFF
ARB:CURRENT VOLTage:RAMP:STARt:TIME	0	CURRent:RANGe	MAX
ARB:CURRENT VOLTage:SINusoid:AMPLitude	MIN	CURRent:TRIGger	MIN
ARB:CURRENT VOLTage:SINusoid:FREQuency	1	CURRent:SLEW	9,9E+37
ARB:CURRENT VOLTage:SINusoid:OFFSet	0	CURRent:SLEW:MAX	ON
ARB:CURRENT VOLTage:STAircase:END	0	DIGital:OUTPut:DATA	0
ARB:CURRENT VOLTage:STAircase:END:TIME	MIN	DISPlay:VIEW	METER1
ARB:CURRENT VOLTage:STAircase:NSTeps	10	EMULation	PS4Q (N6784A); PS2Q (N6781A, N6782A)
ARB:CURRENT VOLTage:STAircase:STARt	MIN	FUNCTION	VOLT
ARB:CURRENT VOLTage:STAircase:STAR:TIME	0	FORMat:DATA	ASCII
ARB:CURRENT VOLTage:STAircase:TIME	1	FORMat:BORDER	NORM
ARB:CURRENT VOLTage:STEP:END	MIN	INITiate:CONTinuous:TRANsient	OFF
ARB:CURRENT VOLTage:STEP:STARt	MIN	LIST:COUNT	1
ARB:CURRENT VOLTage:STEP:STARt:TIME	0	LIST:CURRent	MIN
ARB:CURRENT VOLTage:TRAPezoid:END:TIME	0	LIST:DWELI	0,001
ARB:CURRENT VOLTage:TRAPezoid:FTIME	1	LIST:STEP	AUTO
ARB:CURRENT VOLTage:TRAPezoid:RTIME	1	LIST:TERMinate:LAST	OFF
ARB:CURRENT VOLTage:TRAPezoid:STARt	MIN	LIST:TOUTput:BOST	OFF
ARB:CURRENT VOLTage:TRAPezoid:STARt:TIME	0	LIST:TOUTput:EOST	OFF
ARB:CURRENT VOLTage:TRAPezoid:TOP	MIN	LIST:VOLTage	MIN
ARB:CURRENT VOLTage:TRAPezoid:TOP:TIME	1	OUTPut	OFF
ARB:CURRENT VOLTage:UDEfined:BOSTep	OFF	OUTPut:COUPle	OFF
ARB:CURRENT VOLTage:UDEfined:DWELI	0,001	OUTPut:DELay:FALL	0
ARB:CURRENT VOLTage:UDEfined:LEVel	MIN	OUTPut:DELay:RISE	0

Эти настройки устанавливаются командой сброса (*RST)			
OUTPut:PMODE	VOLT	SENSe:SWEep:POINts	1024 или 4883
OUTPut:PROTection:COUPle	OFF	SENSe:SWEep:OFFSet:POINts	0
OUTPut:PROTection:DELay	0,02	SENSe:SWEep:TINterval	20,48E-6
OUTPut:PROTection:OSCillation	ON	SENSe:SWEep:TINterval:RESolution	RES20
OUTPut:PROTection:WDOG	OFF	SENSe:VOLTage:RANGe	MAX
OUTPut:RELAy:POLarity	NORM	SENSe:VOLTage:RANGe:AUTO	OFF
OUTPut:TMODe	LOWZ	SENSe:WINDow	RECT
POWer:LIMit	MAX	STEP:TOUTput	FALSE
RESistance	0	TRIGger:ACQuire:CURREnt	MIN
RESistance:STATe	OFF	TRIGger:ACQuire:CURREnt:SLOPe	POS
SENSe:CURREnt:CCOMpensate	ON	TRIGger:ACQuire:SOURce	BUS
SENSe:CURREnt:RANGe	MAX	TRIGger:ACQuire:TOUTput	OFF
SENSe:CURREnt:RANGe:AUTO	OFF	TRIGger:ACQuire:VOLTage	MIN
SENSe:DLOG:CURREnt:RANGe:AUTO	OFF	TRIGger:ACQuire:VOLTage:SLOPe	POS
SENSe:DLOG:FUNCTion:CURREnt	OFF	TRIGger:ARB:SOURce	IMM
SENSe:DLOG:FUNCTion:MINMax	OFF	TRIGger:DLOG:CURREnt	MIN
SENSe:DLOG:FUNCTion:VOLTage	ON	TRIGger:DLOG:CURREnt:SLOPe	POS
SENSe:DLOG:OFFset	0	TRIGger:DLOG:SOURce	IMM
SENSe:DLOG:TINterval	0,1	TRIGger:DLOG:VOLTage	MIN
SENSe:DLOG:TIME	30	TRIGger:DLOG:VOLTage:SLOPe	POS
SENSe:DLOG:VOLTage:RANGe:AUTO	OFF	TRIGger:ELOG:SOURce	BUS
SENSe:ELOG:CURREnt:RANGe:AUTO	OFF	TRIGger:HISTogram:SOURce	BUS
SENSe:ELOG:FUNCTion:CURREnt	ON	TRIGger:TRANSient:SOURce	BUS
SENSe:ELOG:FUNCTion:CURREnt:MINMax	OFF	VOLTage	MIN
SENSe:ELOG:FUNCTion:VOLTage	OFF	VOLTage:BWIDth	LOW
SENSe:ELOG:FUNCTion:VOLTage: MINMax	OFF	VOLTage:LIMit	MAX
SENSe:ELOG:PERiod	0,1	VOLTage:LIMit:COUPle	ON
SENSe:ELOG:VOLTage:RANGe:AUTO	OFF	VOLTage:LIMit:NEGative	MIN
SENSe:FUNCTion	"VOLT"	VOLTage:MODE	FIX
SENSe:FUNCTion:CURREnt	OFF	VOLTage:PROTection:DELay	0
SENSe:FUNCTion:VOLTage	ON	VOLTage:PROTection:REMOte	MAX
SENSe:FUNCTion:VOLTage:INPut	MAIN	VOLTage:PROTection:REMOte:NEGative	MIN
SENSe:HISTogram:CURREnt:RANGe	MAX	VOLTage:RANGe	MAX
SENSe:HISTogram:CURREnt:RANGe:AUTO	OFF	VOLTage:SLEW	9,9E+37
SENSe:HISTogram:FUNCTion:CURREnt	ON	VOLTage:SLEW:MAX	ON
		VOLTage:TRIGger	MIN

Начальные настройки режима эмуляции Keysight N678xA SMU

В следующих таблицах приведены настройки режима эмуляции, которые используются при выборе режима эмуляции. Настройки режима эмуляции сохранить нельзя.

	4-квадрантный источник питания 1		2-квадрантный источник питания		1-квадрантный источник питания	
Режим приоритета	напряжения	Ток	напряжения	Ток	напряжения	Ток
Квадрантов	4	4	2	2	1	1
Диапазон напряжений	6,12 В	—	6,12 В	—	6,12 В	—
Напряжение	0 В	—	0 В	—	0 В	—
Диап. пределов I	3,06 А	—	3,06 АЗ	—	3,06 АЗ	—
Предел +I	3,06 А	—	3,06 АЗ	—	мин.	—
Предел –I	-3,06 А	—	-3,06 АЗ	—	-0,612 А	—
Диапазон тока	—	3,06 А	—	3,06 АЗ	—	3,06 АЗ
Ток	—	0 А	—	0 А	—	0 А
Диап. пределов U	—	6,12 В	—	6,12 В	—	6,12 В
Предел +U	—	6,12 В	—	6,12 В	—	6,12 В
Предел –U1	—	-6,12 В	—	мин.	—	мин.
Сопротивление выхода 2	0 Ом/откл.	—	0 Ом/откл.	—	0 Ом/откл.	—
Состояние выхода	откл.	откл.	откл.	откл.	откл.	откл.
Контроль предела I	вкл.	вкл.	вкл.	откл.	откл.	откл.
Контроль предела U1	вкл.	вкл.	откл.	откл.	откл.	откл.

	Эмуляция батареи 2	Зарядка батареи 2	СС-нагрузка	CV-нагрузка	Вольтметр	Амперметр
Режим приоритета	напряжения	напряжение	Ток	напряжения	Ток	напряжения
Квадрантов	2	1	1	1	4	4
Диапазон напряжений	6,12 В	6,12 В	—	6,12 В	—	сам. низкий
Напряжение	0 В	0 В	—	5 мВ	0 В	0 В
Диап. пределов I	3,06 АЗ	3,06 АЗ	—	3,06 АЗ	—	3,06 АЗ
Предел +I	3,06 АЗ	мин.	—	мин.	—	3,06 АЗ
Предел –I	-3,06 АЗ	мин.	—	макс.	—	-3,06 АЗ
Диапазон тока	—	—	3,06 АЗ	—	сам. низкий	—
Ток	—	—	-0,5 мА	—	0 А	—
Диап. пределов U	—	—	6,12 В	—	20,4 В	—
Предел +U	—	—	6,12 В	—	20,4 В	—
Предел –U1	—	—	мин.	—	-20,4 В	—
Сопротивление выхода 2	0 Ом/откл.	0 Ом/откл.	—	0 Ом/откл.	—	0 Ом/откл.
Состояние выхода	откл.	откл.	откл.	откл.	вкл.	вкл.
Контроль предела I	откл.	откл.	откл.	откл.	откл.	откл.
Контроль предела U1	откл.	откл.	откл.	откл.	откл.	откл.

Примечание 1.

Только N6784A.

Примечание 2.

Только N6781A.

Примечание 3. 8,16 А для моделей N6785A и N6786A.

Приложение С

Использование цифрового порта

<u>Конфигурирование цифрового порта</u>	198
---	-----

Для доступа к различным функциям управления доступен цифровой порт управления, имеющий семь контактов ввода-вывода. Каждый контакт может быть сконфигурирован пользователем. Для контактов ввода-вывода можно назначить следующие функции:

- Двухнаправленный цифровой вход-выход
- Только цифровой вход
- Внешний сигнал запуска
- Выход сигнала сбоя
- Вход запрета
- Управление связыванием выходов

Конфигурирование цифрового порта

В следующей таблице описана возможные конфигурации контактов цифрового порта. Полное описание электрических характеристик цифрового порта см. в приложении А.

Функция контакта	Доступные для конфигурирования контакты
Цифровой вход-выход или вход	Контакты 1–7
Вход-выход сигналов запуска	Контакты 1–7
Выход сигнала сбоя	Контакты 1–2
Вход запрета	Контакт 3
Связывание выходов	Контакты 4–7
Общий (⊥)	Контакт 8

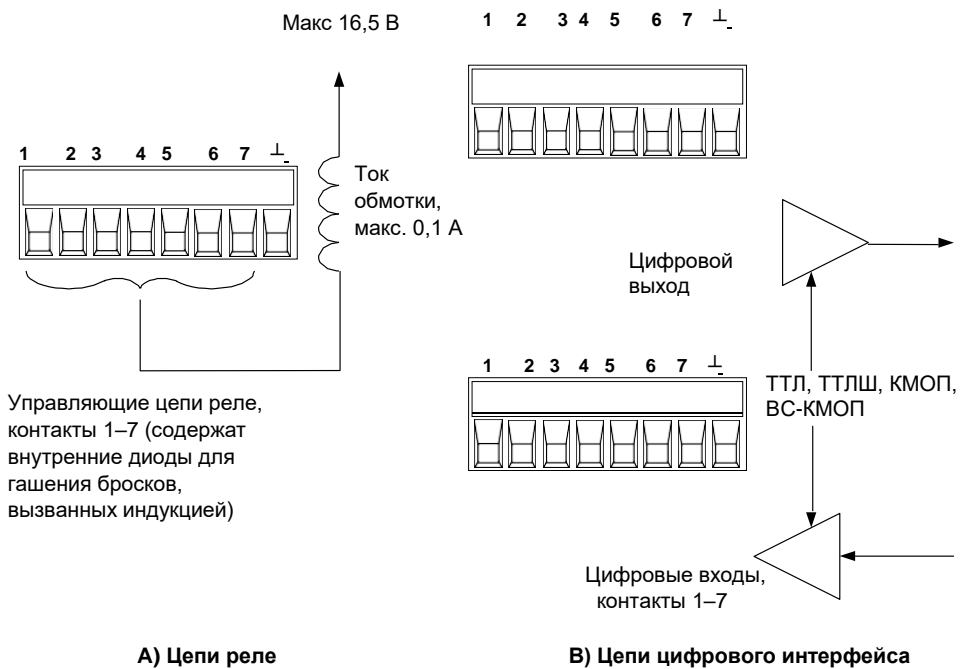
В дополнение к конфигурированию функций контактов для каждого из них можно также настроить полярность активного сигнала. При выборе положительной полярности логическим сигналом истины является высокое напряжение на контакте. При выборе отрицательной полярности логическим сигналом истины является низкое напряжение на контакте.

Двунаправленный цифровой вход-выход

Каждый из семи контактов может быть сконфигурирован как двунаправленный цифровой вход-выход общего назначения. Опорным уровнем для контактов является общий сигнал на контакте 8. Биты имеют следующие весовые значения.

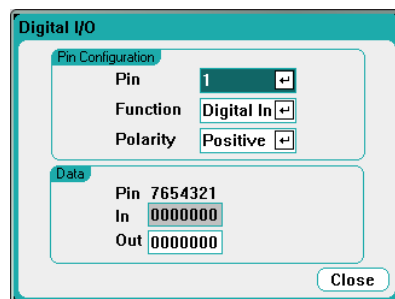
Контакт	7	6	5	4	3	2	1
Вес бита	6	5	4	3	2	1	0
	(ст. бит)						(мл. бит)

Контакты входа-выхода можно использовать для управления цепями реле и цепями цифрового интерфейса, как показано на рисунке ниже.



С передней панели

Чтобы сконфигурировать двунаправленный цифровой вход-выход, нажмите клавишу **Menu**, выделите и выберите **Utilities** (Утилиты), а затем **Digital I/O** (Цифровой ввод-вывод). Затем нажмите клавишу **Enter** (Ввод).



Выберите контакт, который хотите сконфигурировать, в раскрывающемся списке **Pin** (Контакт).

Выберите Digital I/O (Цифровой ввод-вывод) в раскрывающемся списке **Function** (Функция). Выберите и сконфигурируйте точно так же остальные контакты.

Сконфигурируйте полярность каждого контакта, выбрав в раскрывающемся списке **Polarity** (Полярность) вариант Positive (Положительная) или Negative (Отрицательная). Выберите и сконфигурируйте точно так же остальные контакты.

Поля раздела **Data** (Данные) используются только для функций Digital I/O (Цифровой ввод-вывод) и Digital In (Цифровой вх.). Введите двоичное слово в поле **Out** (Выход) окна Digital I/O (Цифровой ввод-вывод). Поле **In** (Вход) отражает состояние внешнего сигнала, подаваемого на контакты.

Через дистанционный интерфейс

Конфигурирование функции цифрового входа-выхода для контактов с 1 по 4:

```
DIG:PIN1:FUNC DIO
DIG:PIN2:FUNC DIO
DIG:PIN3:FUNC DIO
DIG:PIN4:FUNC DIO
```

Конфигурирование положительной полярности для контактов с 1 по 4:

```
DIG:PIN1:POL POS
DIG:PIN2:POL POS
DIG:PIN3:POL POS
DIG:PIN4:POL POS
```

Отправка двоичного взвешенного значения 0000111 для конфигурирования контактов с 1 по 7:

```
DIG:OUTP:DATA 7
```

Цифровой вход

Каждый из семи контактов может быть сконфигурирован только как цифровой вход. Опорным уровнем для входных контактов является общий сигнал на контакте 8.

Поле In (Вход) в окне Digital I/O (Цифровой ввод-вывод) отражает состояние внешнего сигнала, подаваемого на контакт. Состояние контакта не зависит от значения двоичного выходного слова.

С передней панели

Чтобы настроить функцию цифрового входа, нажмите клавишу **Menu**, выделите и выберите пункт **Utilities** (Утилиты), затем выберите **Digital I/O** (Цифровой ввод-вывод). Затем нажмите клавишу **Enter** (Ввод). Появится окно Digital I/O (Цифровой ввод-вывод), показанное ранее в разделе «Двунаправленный цифровой вход-выход».

Выберите контакт, который хотите сконфигурировать, в раскрывающемся списке **Pin** (Контакт).

Выберите Digital In (Цифровой вход) в раскрывающемся списке **Function** (Функция). Выберите и сконфигурируйте точно так же остальные контакты.

Сконфигурируйте полярность каждого контакта, выбрав в раскрывающемся списке **Polarity** (Полярность) вариант Positive (Положительная) или Negative (Отрицательная). Выберите и сконфигурируйте точно так же остальные контакты.

Поля раздела **Data** (Данные) используются только для функций Digital I/O (Цифровой ввод-вывод) и Digital In (Цифровой вход). Поле **In** (Вход) отражает состояние внешнего сигнала, подаваемого на контакты.

Через дистанционный интерфейс

Конфигурирование функции цифрового входа для контакта 1:

DIG:PIN1:FUNC DINP

Конфигурирование полярности для контакта 1:

DIG:PIN1:POL POS

Считывание данных с контактов цифрового входа:

DIG:INP:DATA?

Выход сигнала сбоя

Контакты 1 и 2 можно сконфигурировать как пару для вывода сигнала сбоя. Функция Fault Out (Выход сбоя) позволяет состоянию сбоя выдавать сигнала сбоя в цифровой порт. Событие сбоя вызывается следующими условиями: перенапряжение, сверхток, перегрев, сигнал запрета, отказ питания и (в некоторых моделях) достижение предела мощности.

При выборе этой функции для нее выделяются контакты 1 и 2. Контакт 1 — это выход сигнала сбоя, а контакт 2 является «общим» для контакта 1. Это обеспечивает оптически-изолированный сигнал. Контакт 2 должен быть подключен к заземлению внешней цепи. Выбор функции для контакта 2 игнорируется. Выходной сигнал сбоя фиксируется, пока не будет устранена причина сбоя и не будет сброшена цепь защиты (см. раздел «Конфигурирование функций защиты» главы 3).

Чтобы настроить функцию цифрового входа, нажмите клавишу **Menu**, выделите и выберите пункт **Utilities** (Утилиты), затем выберите **Digital I/O** (Цифровой ввод-вывод). Затем нажмите клавишу **Enter** (Ввод). Появится окно **Digital I/O** (Цифровой ввод-вывод), показанное ранее в разделе «Двунаправленный цифровой вход-выход».

Выберите контакт 1 в раскрывающемся списке **Pin** (Контакт).

Выберите для контакта функцию **Fault Out** (Выход сбоя) в раскрывающемся списке **Function** (Функция).

Сконфигурируйте полярность контакта, выбрав в раскрывающемся списке **Polarity** (Полярность) вариант **Positive** (Положительная) или **Negative** (Отрицательная).

Через дистанционный интерфейс

Конфигурирование функции выхода сбоя для контакта 1:

DIG:PIN1:FUNC FAUL

Конфигурирование положительной полярности для контакта 1:

DIG:PIN1:POL POS

Вход запрещающего сигнала

Контакт 3 может быть настроен как вход дистанционного запрета. Функция входа запрета позволяет внешнему входному сигналу управлять состоянием выхода базового блока. Вход запускается уровнем сигнала. Задержка сигнала составляет 5 микросекунд. Контакт 8 является общим для контакта 3.

Когда сигнал запрета отключает выходы, загорается индикатор **INH** на передней панели, а в регистре неопределенных состояний устанавливается бит **INH**. Чтобы снова включить выходы, если сигнал запрета был зафиксирован, необходимо сбросить функцию защиты, как описано в главе 3.

Выходы могут управляться сигналом запрета, только если ранее они были включены нажатием клавиши **On** на передней панели или дистанционной командой. Если попытаться включить выход во время действия сигнала запрета, выход останется отключенным.

С передней панели

Чтобы настроить функцию цифрового входа, нажмите клавишу **Menu**, выделите и выберите пункт **Utilities** (Утилиты), затем выберите **Digital I/O** (Цифровой ввод-вывод). Затем нажмите клавишу **Enter** (Ввод). Появится окно **Digital I/O** (Цифровой ввод-вывод), показанное ранее в разделе «Двунаправленный цифровой вход-выход».

Выберите контакт 3 в раскрывающемся списке **Pin** (Контакт).

Выберите для контакта функцию **Inhibit In** (Вход запрета) в раскрывающемся списке **Function** (Функция).

Сконфигурируйте полярность контакта, выбрав в раскрывающемся списке **Polarity** (Полярность) вариант **Positive** (Положительная) или **Negative** (Отрицательная).

Через дистанционный интерфейс

Конфигурирование функции входа запрета для контакта 3:

DIG:PIN3:FUNC INH

Конфигурирование положительной полярности для контакта 3:

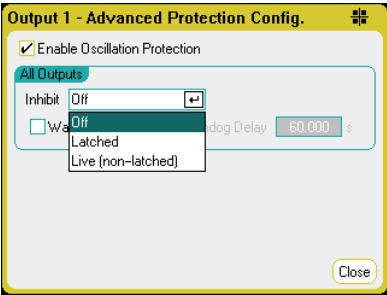
DIG:PIN3:POL POS

Режим работы «сбой-запрет»

После конфигурирования контакта 3 в качестве входа запрета необходимо сконфигурировать рабочий режим для сигнала блокировки.

С передней панели

Нажмите клавишу **Settings**, чтобы открыть окно Source Settings (Настройки источника). Выделите и выберите **Protection** (Защита), а затем **Advanced** (Расширенная). Затем нажмите клавишу **Enter** (Ввод).



В раскрывающемся списке Inhibit (Запрет) выберите Live (Динамический), Latched (Фиксируемый) или Off (Откл.). Режим запрета хранится в энергонезависимой памяти.

Режим запрета	Описание
Live	Позволяет включенным выходам следовать состоянию на входе запрета. При появлении логической единицы на входе запрета выходы отключаются. При появлении логического нуля на входе запрета выходы снова включаются.
Latched	Логический переход на входе запрета отключит все выходы, и последние останутся отключенными.
Откл.	Вход запрета игнорируется.

Через дистанционный интерфейс

Фиксированный режим сигнала запрета:

OUTP:INH:MODE LATC

Динамический режим сигнала запрета:

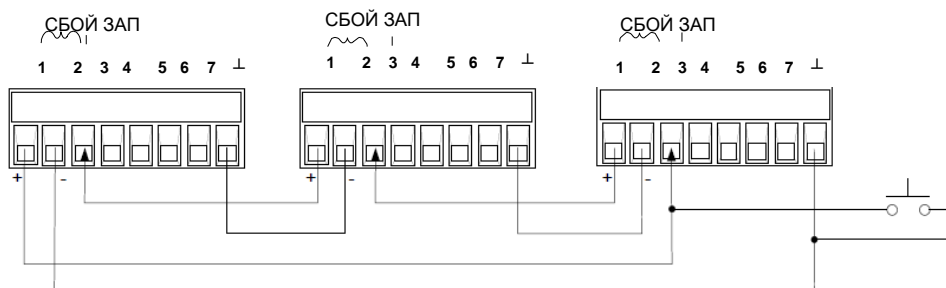
OUTP:INH:MODE LIVE

Отключение сигнала запрета:

OUTP:INH:MODE OFF

Система защиты «сбой-запрет»

Как показано на рисунке ниже, когда выходы сбоя (СБОЙ) и запрета (ЗАП) нескольких базовых блоков соединены последовательно, внутреннее состояние сбоя в одном из них отключит их все без вмешательства контроллера или внешней схемы. Учтите, что при использовании сигналов сбоя и запрета таким образом необходимо задать одинаковую полярность обоих сигналов.



На рисунке выше показано также, что можно подключить вход запрета к аварийной кнопке или к внешнему управляющему сигналу, которые кратковременно замыкают контакт запрета на землю при необходимости отключить выходы всех модулей. В этом случае необходимо запрограммировать для всех контактов отрицательную полярность. Можно также использовать выход сбоя для управления внешней цепью реле или выдачи сигнала на другие устройства при возникновении определяемого пользователем сбоя.

Сброс сработавшей защиты системы

Чтобы восстановить нормальное рабочее состояние всех приборов после срабатывания защиты в конфигурации с соединением защиты цепочкой, необходимо устранить две причины срабатывания:

1. Первоначальный сбой или внешний сигнал запрета.
2. Последующий передаваемый по цепочке сигнал сбоя (порожденный сигналом запрета), как было описано выше, в разделе «Вход запрета».

ПРИМЕЧАНИЕ

Даже после устранения первоначальной причины сбоя или снятия внешнего сигнала запрета сигнал сбоя остается активным и продолжает отключать выходы всех базовых блоков.

Чтобы сбросить передаваемый по цепочке сигнал сбоя, если выбран динамический режим входа запрета, просто сбросьте защиту выхода на любом ОДНОМ базовом блоке, как описано в главе 3. Если выбран режим фиксации входа запрета, отключите входы запрета ВСЕХ базовых блоков по отдельности. Чтобы снова разрешить цепочку, перенастройте вход запрета каждого базового блока на режим фиксации.

Вход запуска

Любой из контактов цифрового порта может быть запрограммирован для работы в качестве входа запуска. Опорным для всех контактов является «общий» сигнальный контакт.

На назначенный в качестве входа внешнего сигнала запуска можно подать либо отрицательный, либо положительный импульс. Задержка запуска составляет 5 микросекунд. Минимальная длина импульса равна 6 наносекундам. Настройка полярности контакта определяет, какой фронт генерирует событие запуска. Положительный означает нарастающий фронт, а отрицательный — спадающий.

Можно настроить запуск осциллографа, регистратора или генератора сигнала произвольной формы внешними сигналами запуска. Просто выберите в качестве источника запуска вариант BNC Trigger In (Запуск BNC-разъемом In) при настройке осциллографа, регистратора или генератора сигналов произвольной формы (см. главы 3 и 4). Это позволит получать сигналы запуска через сконфигурированные контакты цифрового порта, а также через BNC-разъем входа запуска. Запуск происходит, когда на любой сконфигурированный контакт запуска или на BNC-разъем подается внешний сигнал, соответствующий заданным критериям.

С передней панели

Чтобы настроить функцию цифрового запуска, нажмите клавишу **Menu**, выделите и выберите пункт **Utilities** (Утилиты), затем выберите **Digital I/O** (Цифровой ВВ). Затем нажмите клавишу **Enter** (Ввод). Появится окно Digital I/O (Цифровой ввод-вывод), показанное ранее в разделе «Двухнаправленный цифровой вход-выход».

Выберите контакт, который хотите сконфигурировать, в раскрываемом списке **Pin** (Контакт).

Выберите для контакта функцию Trigger In (Вход запуска) в раскрываемом списке **Function** (Функция).

Сконфигурируйте полярность контакта, выбрав в раскрываемом списке **Polarity** (Полярность) вариант Positive (Положительная) или Negative (Отрицательная).

Через дистанционный интерфейс

Конфигурирование функции входа запуска для выбранного контакта:

DIG:PIN<1-7>:FUNC TINP

Конфигурирование положительной полярности для выбранного контакта:

DIG:PIN<1-7>:POL POS

Выход запуска

Любой из контактов цифрового порта может быть запрограммирован для работы в качестве выхода запуска. Опорным для всех контактов является общий сигнальный контакт.

Когда контакт сконфигурирован как выход запуска, выбранный контакт будет в ответ на событие запуска выдавать импульс запуска длительностью 10 микросекунд. Настроенная полярность относительно общего контакта может быть как положительной (нарастающий фронт), так и отрицательной (спадающий фронт).

Выходные сигналы запуска могут генерироваться пользовательскими СПФ напряжения или тока. Если при настройке пользовательского сигнала произвольной формы установить флажок **Trigger** (Запуск) (см. главу 3), в начале шага напряжения или тока будет выдаваться выходной сигнал запуска на сконфигурированный цифровой контакт и в выходной BNC-разъем запуска.

С передней панели

Чтобы настроить функцию цифрового запуска, нажмите клавишу **Menu**, выделите и выберите пункт **Utilities** (Утилиты), затем выберите **Digital I/O** (Цифровой ввод-вывод). Затем нажмите клавишу **Enter** (Ввод). Появится окно Digital I/O (Цифровой ввод-вывод), показанное ранее в разделе «Двунаправленный цифровой вход-выход».

Выберите контакт, который хотите сконфигурировать, в раскрывающемся списке **Pin** (Контакт).

Выберите для контакта функцию Trigger Out (Выход запуска) в раскрывающемся списке **Function** (Функция).

Сконфигурируйте полярность контакта, выбрав в раскрывающемся списке **Polarity** (Полярность) вариант Positive (Положительная) или Negative (Отрицательная).

Через дистанционный интерфейс

Конфигурирование функции выхода запуска для выбранного контакта:

DIG:PIN<1-7>:FUNC TOUT

Конфигурирование положительной полярности для выбранного контакта:

DIG:PIN<1-7>:POL POS

Управление связыванием выходов

Эта функция позволяет соединять несколько базовых блоков Keysight N6705C друг с другом и синхронизировать последовательность включения и выключения (секвенсирование) выходов всех базовых блоков. Каждый базовый блок, который будет синхронизирован, должен иметь минимум один связанный выход.

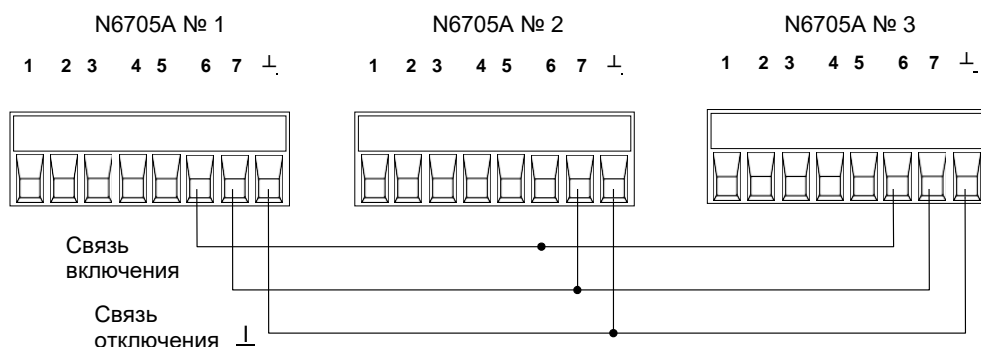
1. Сконфигурируйте выходы каждого базового блока согласно главе 3. Задайте для связывания ручной режим.
2. Задайте смещение задержки для каждого отдельного базового блока в соответствии с *самым большим* смещением задержки для группы базовых блоков.
3. Подключите и сконфигурируйте контакты цифровых разъемов всех синхронизированных базовых блоков.

ПРИМЕЧАНИЕ Все синхронизируемые базовые блоки N6705C должны иметь *одинаковую* версию микропрограммы. Сконфигурировать как синхронизированные можно только контакты с 4 по 7. Нельзя задать функцию On Couple (Связь включения) более чем для одного контакта каждого базового блока, это же касается и функции и один Off Couple (Связь отключения). Полярность контактов не программируется, для нее устанавливается вариант Negative (Отрицательная).

Контакты цифрового разъема синхронизированных базовых блоков, выходы которых связаны, должны быть соединены вместе, как показано на следующем рисунке. В этом примере контакт 6 сконфигурирован для управления включением выхода.

В то же время контакт 7 сконфигурирован для управления отключением выхода. Контакты заземления (общие) объединяются.

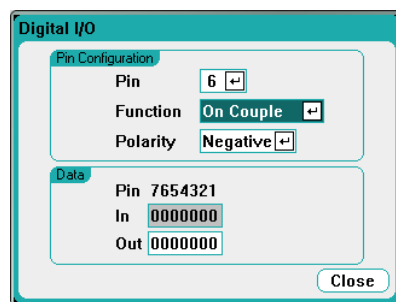
Только два цифровых контактов разъема каждого синхронизированного базового блока могут быть сконфигурированы как On Couple (Связь включения) и Off Couple (Связь отключения). Назначенные контакты будут функционировать и как вход, и как выход, причем отрицательный переход на одном контакте выдает сигнал синхронизации на другие контакты.



С передней панели

Чтобы сконфигурировать контакты цифрового разъема, нажмите клавишу **Menu** (Меню), выделите и выберите пункт **Utilities** (Утилиты), затем выберите **Digital I/O** (Цифровой ввод-вывод). Затем нажмите клавишу **Enter** (Ввод).

Выберите контакт 6 в раскрывающемся списке **Pin** (Контакт). Выберите



для контакта функцию On Couple (Связь включения) в раскрывающемся списке **Function** (Функция).

Выберите контакт 7 в раскрывающемся списке **Pin** (Контакт). Выберите для контакта функцию Off Couple (Связь выключения) в раскрывающемся списке **Function** (Функция).

Повторите эти шаги для базовых блоков 2 и 3.

Через дистанционный интерфейс

Конфигурирование функции связи включения для контакта 6 и функции связи выключения для контакта 7:

```
DIG:PIN6:FUNC ONC
DIG:PIN7:FUNC OFFC
```

Повторите эти команды для базовых блоков 2 и 3.

Функционирование

После настройки и включения базовых блоков включение или отключение выхода *любого* связанного выхода вызовет включение или отключение *всех* связанных выходов всех сконфигурированных базовых блоков для их включения или выключения в соответствии с их запрограммированными пользователем задержками. Это касается клавиш **On** и **Off** передней панели, веб-сервера и SCPI-команд.

Включение и отключение выходов с помощью клавиш **On** (Вкл.) и **Off** (Откл.) в группе All Outputs (Все выходы) передней панели приводит к включению и отключению всех как связанных, так и несвязанных выходов *этого базового блока*.

Данная информация может быть изменена
без предварительного уведомления.
Последнюю версию документа ищите
на веб-сайте Keysight.
© Keysight Technologies, Inc., 2010–2015.
Редакция 11, январь 2015 г.

