

# Низкопрофильная модульная система питания Keysight серии N6700C

Руководство  
по эксплуатации



Информация о нормативно-правовом соответствии и безопасности.....	7
<b>Правовые уведомления</b> .....	7
<b>Знаки безопасности</b> .....	9
<b>Указания по технике безопасности</b> .....	10
<b>1 Краткое справочное руководство</b> .....	<b>13</b>
<b>Знакомство с прибором</b> .....	<b>14</b>
Краткий обзор характеристик.....	14
Краткий обзор передней панели.....	16
Краткий обзор задней панели.....	17
Краткий обзор дисплея на передней панели.....	18
Краткий обзор клавиш на передней панели.....	20
<b>Справочная таблица по содержанию меню передней панели</b> .....	<b>21</b>
<b>Краткое справочное руководство по командам</b> .....	<b>25</b>
<b>Модели и опции</b> .....	<b>38</b>
Описание модели.....	38
Различия между моделями.....	39
Опции.....	42
<b>Технические характеристики</b> .....	<b>43</b>
Дополнительные характеристики — N6700C, N6701C, N6702C.....	43
Схемы с размерами.....	45
<b>2 Установка</b> .....	<b>47</b>
<b>Предварительная информация</b> .....	<b>48</b>
Проверка комплекта поставки.....	48
Проверка устройства.....	49
Ознакомление с информацией о безопасности.....	49
Соблюдение требований к условиям окружающей среды.....	49
<b>Установка базового блока</b> .....	<b>50</b>
Установка модулей.....	50
Монтаж в стойку.....	52
Установка на рабочем столе.....	53
Резервное заземление для работы с частотой 400 Гц.....	53
<b>Подключение кабеля питания</b> .....	<b>54</b>
<b>Подключение к выходам</b> .....	<b>55</b>
Проводные подключения выходов.....	55
Выбор сечения проводов.....	56
Требования к проводным подключениям Keysight N678xA SMU.....	58
Проводные подключения нескольких нагрузок.....	60
Напряжение положительной и отрицательной полярности.....	60
Время отклика нагрузочного конденсатора.....	61
Установка ферритового сердечника — только для Keysight N6792A.....	61
Защита чувствительных нагрузок от переходных состояний при включении и выключении питания переменным током.....	62
<b>Подключение по четырехпроводной схеме</b> .....	<b>63</b>
Проводные подключения.....	63
Разрыв измерительной цепи.....	64
Сведения по защите от перегрузки по напряжению.....	64
Сведения по шуму на выходе.....	64

<b>Параллельное и последовательное подключение .....</b>	<b>65</b>
Параллельное подключение.....	65
Последовательное подключение .....	67
<b>Подключение вспомогательного входа измерения напряжения.....</b>	<b>70</b>
<b>Подключение к интерфейсам .....</b>	<b>71</b>
Подключение по шине GPIB .....	71
Подключение по шине USB .....	72
Подключение к локальной сети (общей и частной).....	72
Подключение к цифровому порту.....	74
<b>3 Начало работы .....</b>	<b>77</b>
<b>Использование передней панели.....</b>	<b>78</b>
Включение прибора.....	78
Выбор выходного канала.....	78
Настройка напряжения на выходе.....	79
Настройка тока на выходе .....	79
Включение выхода.....	80
Использование меню передней панели .....	80
<b>Конфигурация интерфейсов удаленного управления.....</b>	<b>83</b>
Конфигурация интерфейса USB .....	83
Конфигурация интерфейса GPIB .....	83
Конфигурация интерфейса LAN .....	84
Внесение изменений в настройки локальной сети .....	85
Использование веб-интерфейса.....	88
Использование Telnet .....	89
Использование сокетов .....	90
Обеспечение возможности использования интерфейсов .....	90
<b>4 Работа с системой питания .....</b>	<b>91</b>
<b>Программирование выходов .....</b>	<b>92</b>
Выбор представления канала .....	92
Выбор выходного канала.....	93
Настройка напряжения на выходе.....	93
Настройка тока на выходе .....	93
Настройка сопротивления на выходе.....	94
Настройка мощности на выходе .....	95
Выбор режима стабилизации выхода .....	96
Настройка скорости нарастания .....	96
Включение выхода.....	97
Настройка последовательности включения нескольких выходов.....	98
Программирование выходных реле.....	98
Настройка выходной полосы пропускания.....	99
Настройка режима отключения выхода.....	100
Программирование короткого замыкания на входе.....	100
Включение блокировки по пониженному напряжению .....	101
<b>Ступенчатое изменение выходных значений .....</b>	<b>102</b>
<b>Синхронизация включения выхода .....</b>	<b>106</b>
Синхронизация задержек включения выхода.....	106
Синхронизация нескольких базовых блоков.....	109

Работа с синхронизацией .....	110
<b>Программирование списков выходных значений .....</b>	<b>111</b>
Списки выходных значений .....	111
Программирование импульсов или последовательностей импульсов на выходе .....	112
Программирование произвольного списка .....	114
<b>Формирование сигналов произвольной формы .....</b>	<b>117</b>
Описание функции генератора сигналов произвольной формы.....	117
Настройка сигналов произвольной формы с однократным ступенчатым изменением .....	118
Настройка импульсных сигналов произвольной формы .....	118
Настройка сигналов произвольной формы с плавным изменением .....	119
Настройка трапецеидальных сигналов произвольной формы.....	120
Настройка ступенчатых сигналов произвольной формы .....	121
Настройка экспоненциальных сигналов произвольной формы.....	122
Настройка синусоидальных сигналов произвольной формы.....	122
Настройка сигналов произвольной формы с постоянным временем выдержки.....	123
Настройка последовательностей сигналов произвольной формы.....	124
Настройка сигналов произвольной формы, задаваемых пользователем .....	126
Настройка шагов, общих для всех сигналов произвольной формы.....	126
Воспроизведение сигнала произвольной формы .....	127
<b>Проведение измерений .....</b>	<b>129</b>
Основные измерения постоянного тока .....	129
Диапазоны измерений.....	129
Бесшовные измерения .....	130
Одновременные измерения .....	130
Вспомогательные измерения напряжения .....	130
<b>Использование оцифровщика .....</b>	<b>132</b>
Виды измерений.....	132
Программирование оцифровщика.....	133
Синхронизация измерений с использованием оцифровщика.....	137
<b>Внешняя регистрация данных .....</b>	<b>142</b>
Функции регистрации данных .....	142
Выбор измерительной функции и диапазона измерения.....	142
Установка периода интегрирования.....	143
Выбор источника сигнала запуска регистрации Elog.....	144
Инициирование и запуск регистрации Elog .....	145
Периодический вызов данных.....	145
Прекращение регистрации Elog.....	146
<b>Использование цифрового порта управления .....</b>	<b>147</b>
Двунаправленный цифровой ввод/вывод .....	147
Цифровой вход.....	148
Ввод/вывод внешнего сигнала запуска .....	148
Выход сигнала неисправности .....	149
Вход сигнала блокировки .....	149
Защита системы от неисправности/защита с блокировкой .....	150
Состояние выхода .....	151
<b>Использование функций защиты .....</b>	<b>152</b>
Функции защиты .....	152
Настройка защиты от перегрузки по напряжению .....	153

Настройка защиты от перегрузки по току .....	153
Настройка защиты от превышения мощности .....	154
Связывание защиты выходов .....	155
Запрашивание запаса до уставки защиты от перегрева .....	155
Настройка защиты от колебаний .....	155
Защита со сторожевым таймером .....	156
Сброс защиты выходов.....	156
<b>Операции, связанные с системой .....</b>	<b>157</b>
Самодиагностика.....	157
Идентификационные данные прибора .....	157
Хранение данных о состоянии прибора .....	158
Группы выходов.....	158
Экран на передней панели .....	160
Клавиши на передней панели .....	161
Защита паролем.....	162
<b>Распределение мощности базовым блоком .....</b>	<b>163</b>
Номинальные значения мощности базового блока .....	163
Предельная мощность базового блока.....	163
Предельная мощность модулей питания .....	163
Распределение предельной мощности .....	164
<b>Справка по режимам работы .....</b>	<b>165</b>
Работа в одноквадрантном режиме .....	165
Работа в многоквадрантном режиме .....	166
Работа с модулями нагрузки Keysight N679xA .....	169
<b>Указатель.....</b>	<b>172</b>

## Информация о нормативно-правовом соответствии и безопасности

### Правовые уведомления

### Указания по технике безопасности

### Знаки безопасности

## Правовые уведомления

### Информация об авторских правах

© Keysight Technologies, 2017–2019.

Ни одна из частей данного руководства не может быть воспроизведена в какой-либо форме и какими-либо средствами (включая хранение и поиск информации в электронном виде или перевод на иностранные языки) без предварительного согласования с компанией Keysight Technologies и получения ее письменного разрешения в соответствии с законодательством США и международным законодательством по охране авторских прав.

### Издание

Издание 2-е, февраль 2019 г.

### Опубликовано

Keysight Technologies  
550 Clark Drive, Suite 101  
Budd Lake, New Jersey 07828  
USA (США)

### Гарантия

Материалы, содержащиеся в настоящем документе, предоставляются на условиях «как есть», и в них могут вноситься изменения в будущих редакциях без предварительного уведомления. Кроме того, в максимальной степени, разрешенной применимым законодательством, компания Keysight отказывается от всех гарантий, как прямых, так и подразумеваемых, в отношении данного руководства и всей содержащейся в нем информации, включая, помимо прочего, подразумеваемые гарантии товарной пригодности и пригодности для конкретных целей. Компания Keysight не несет ответственности за ошибки или случайный или последующий ущерб в связи с предоставлением, использованием или исполнением указаний настоящего документа или любой содержащейся в нем информации. В случае если между компанией Keysight и пользователем было заключено отдельное соглашение, условия гарантии в котором в отношении материалов настоящего документа противоречат вышеизложенным условиям, приоритет имеют условия гарантии, содержащиеся в отдельном соглашении.

### Сертификация

Компания Keysight Technologies подтверждает, что ее продукция соответствует заявленным характеристикам на момент отгрузки с завода. Компания Keysight Technologies также подтверждает, что ее калибровочные измерения отслеживаются в Американском национальном институте стандартов и технологий в той степени, в которой позволяют условия в институте, а также в калибровочных организациях других членов международной организации по стандартизации.

## Права, предоставляемые государственным органам США

Данное программное обеспечение является коммерческим компьютерным программным обеспечением согласно определению, содержащемуся в Федеральных правилах закупок (FAR) 2.101. Согласно FAR 12.212 и 27.405-3, а также дополнению к FAR для Министерства обороны (DFARS) 227.7202, коммерческое компьютерное программное обеспечение приобретается государственными органами США на тех же условиях, на которых данное программное обеспечение обычно предоставляется обычным клиентам. Соответственно, компания Keysight предоставляет программное обеспечение заказчикам из государственных органов США в рамках своей стандартной коммерческой лицензии, которая включена в ее лицензионное соглашение с конечным пользователем (EULA), с копией которого можно ознакомиться по адресу: <http://www.keysight.com/find/sweula>. Лицензия, содержащаяся в EULA, предоставляет исключительные полномочия, в соответствии с которыми государственные органы США могут использовать, вносить изменения, распространять или раскрывать программное обеспечение. Помимо прочего, EULA и содержащаяся в нем лицензия не требуют и не дают разрешения на то, чтобы компания Keysight: (1) предоставляла техническую информацию, имеющую отношение к коммерческому компьютерному программному обеспечению или документации на коммерческое компьютерное программное обеспечение, которая обычно не предоставляется обычным клиентам; (2) отказывалась от прав в пользу государственных органов или иным образом предоставляла права государственным органам сверх тех прав, которые обычно предоставляются обычным клиентам, на использование, внесение изменений, воспроизведение, выпуск, исполнение, отображение или раскрытие коммерческого компьютерного программного обеспечения или документации на коммерческое компьютерное программное обеспечение. Не должны применяться какие-либо дополнительные требования государственных органов, помимо тех, что изложены в EULA, за исключением тех случаев, когда такие условия, права или лицензии прямо требуются от всех поставщиков коммерческого компьютерного программного обеспечения в соответствии с FAR и DFARS и когда они прямо указаны в письменной форме в EULA. Компания Keysight не несет никаких обязательств по обновлению, исправлению или внесению иных изменений в программное обеспечение. В отношении любых технических данных согласно определению, содержащемуся в FAR 2.101, в соответствии с FAR 12.211 и 27.404.2, а также DFARS 227.7102 правительственные учреждения США получают только ограниченные права согласно FAR 27.401 или DFAR 227.7103-5 (c) в зависимости от того, что применимо к техническим данным.

## Декларация соответствия

Декларации соответствия для данного изделия и других изделий, производимых компанией Keysight, могут быть загружены из сети интернет. Перейдите на сайт <http://www.keysight.com/go/conformity> и щелкните по ссылке «Декларации соответствия». Воспользуйтесь поиском по названию изделия, чтобы найти последнюю версию Декларации соответствия.

## Директива ЕС об отходах электрического и электронного оборудования (WEEE) 2002/96/EC

Данное изделие соответствует требованиям к маркировке согласно Директиве WEEE 2002/96/EC. Табличка, закрепленная на изделии (см. ниже), указывает на то, что данное электрическое или электронное оборудование запрещается утилизировать вместе с бытовыми отходами.

Категория изделия: применительно к видам оборудования, перечисленным в Приложении 1 к Директиве WEEE, данное изделие классифицируется как контрольно-измерительный прибор.

Запрещается утилизация вместе с бытовыми отходами.

По вопросу возврата ненужных приборов обращайтесь в местный офис Keysight или перейдите по ссылке: <http://www.keysight.com/environment/product> за дополнительной информацией.



## Знаки безопасности

### ОСТОРОЖНО

Пометка «ОСТОРОЖНО!» указывает на опасность. Она означает, что при неправильном выполнении или несоблюдении рабочих процедур, методик и т. п. возможно причинение травм, в том числе со СМЕРТЕЛЬНЫМ исходом. Действия, описанные после пометки «ОСТОРОЖНО!», следует выполнять только после того, как указанные условия будут полностью поняты и соблюдены.

### ВНИМАНИЕ

Пометка «ВНИМАНИЕ» указывает на опасность. Она означает, что при неправильном выполнении или несоблюдении рабочих процедур, методик и т. п. возможно повреждение изделия или утрата важных данных. Действия, описанные после пометки «ВНИМАНИЕ», следует выполнять только после того, как указанные условия будут полностью поняты и соблюдены.



Постоянный ток



Переменный ток



Клемма на стойке или шасси



Питание в режиме ожидания. При выключении прибор не отключается полностью от сети переменного тока.



**ВНИМАНИЕ** Риск поражения электрическим током.



**ВНИМАНИЕ** Ознакомьтесь с сопутствующей документацией.



Клемма заземления.



Знак CE — зарегистрированный товарный знак Европейского сообщества.



Знак ETL — зарегистрированный товарный знак Intertek.



Знак RCM — зарегистрированный товарный знак Австралийского агентства по распределению спектра.



Заявление о соответствии требованиям по ЭМС класса А для Южной Кореи:

Для данного оборудования проводилась оценка его применимости в коммерческих зданиях. В жилых зданиях это оборудование может создавать помехи для радиоприема. Данное заявление по ЭМС относится только к оборудованию, эксплуатируемому в коммерческих зданиях.

#### 사용자 안내문

이 기기는 업무용 환경에서 사용함 목적으로 적합성평가를 받은 기기로서 가정용 환경에서 사용하는 경우 전파간섭의 우려가 있습니다.

※ 사용자 안내문은 \*업무용 방사통신기자재\*에만 적용한다.



Содержит одно или несколько из 6 опасных веществ с концентрацией, превышающей максимальную (MCV); срок службы в соответствии с требованиями по охране окружающей среды (EPUP) — 40 лет.

ISM1-A

Данная маркировка означает, что изделие относится к классу А из группы 1 оборудования для промышленных, научных и медицинских целей (см. CISPR 11, пункт 4).

ICES/NMB-001

Данная маркировка означает, что изделие соответствует требованиям стандарта Канады в отношении создающего помехи оборудования (ICES-001).

## Указания по технике безопасности

Нижеприведенные общие правила техники безопасности должны соблюдаться на всех этапах эксплуатации данного прибора. Несоблюдение этих правил или определенных предупреждений и указаний, содержащихся в тексте настоящего руководства, ведет к нарушению стандартов безопасности проектирования, производства и использования прибора по назначению. Компания Keysight Technologies, Inc. не несет никакой ответственности в случае нарушения заказчиком указанных требований.

**ОСТОРОЖНО****Общие указания**

Данное изделие должно использоваться в строгом соответствии с требованиями производителя. В случае нарушения требований руководства по эксплуатации функции защиты данного изделия могут быть нарушены.

---

**ОСТОРОЖНО****Условия окружающей среды**

Данное изделие должно эксплуатироваться в строгом соответствии с требованиями к условиям окружающей среды, указанными в разделе **Характеристики окружающей среды** технических характеристик.

---

**ОСТОРОЖНО****Заземление прибора**

Данное изделие оборудовано зажимами защитного заземления. Для сведения к минимуму риска поражения электрическим током при подключении прибора к сети переменного тока необходимо использовать кабель питания с заземлением, у которого провод заземления должен надежно соединяться с зажимом электрического заземления (защитного заземления) в розетке. Любое нарушение целостности защитного (заземляющего) проводника или его отсоединение от зажима защитного заземления создаст потенциальную опасность поражения электрическим током вплоть до несчастных случаев со смертельным исходом.

---

**ОСТОРОЖНО****Перед включением питания**

Убедитесь, что были приняты все меры предосторожности. Все подключения должны выполняться на выключенном приборе. Работы по подключению должны выполняться квалифицированным персоналом, имеющим представление об опасности, с которой связаны эти работы. Неправильные действия могут стать причиной повреждения оборудования и поражения электрическим током вплоть до несчастных случаев со смертельным исходом. Необходимо обращать внимание на внешнюю маркировку прибора, описанную в разделе «Знаки безопасности».

---

**ОСТОРОЖНО****Некоторые модули питания создают напряжение свыше 60 В постоянного тока.**

Убедитесь, что присоединения прибора, проводка к нагрузке и присоединения нагрузки изолированы или закрыты кожухами, чтобы исключить случайное касание компонентов, находящихся под напряжением, превышающим смертельно опасный уровень.

---

**ОСТОРОЖНО****Запрещается эксплуатация во взрывоопасных средах.**

Запрещается эксплуатация прибора в присутствии горючих газов или паров.

---

**ОСТОРОЖНО****Запрещается снимать кожух прибора.**

Работы со снятием кожуха прибора должны выполняться только квалифицированным обслуживающим персоналом, имеющим представление об опасности, с которой связаны эти работы. Перед тем как снять с прибора кожух, необходимо отсоединить кабель питания и отключить все внешние цепи.

---

**ОСТОРОЖНО**

Запрещается вносить изменения в конструкцию прибора.  
Запрещается устанавливать сменные части и вносить какие бы то ни было несанкционированные изменения или доработки в конструкцию изделия. Для обеспечения сохранения функций защиты следует возвращать изделие на обслуживание и ремонт в центр по продажам и сервисному обслуживанию компании Keysight.

---

**ОСТОРОЖНО**

**Предохранители**  
Внутри прибора установлены предохранители, к которым не предусмотрена возможность доступа пользователя.

---

**ОСТОРОЖНО**

**Чистка**  
Во избежание поражения электрическим током, перед тем как приступить к чистке прибора, его необходимо отключить от электрической сети. Чистить наружные элементы корпуса рекомендуется сухой или слегка влажной тряпкой. Запрещается использовать моющие средства и химические растворители. Пользователю запрещается чистить внутренние элементы прибора.

---

**ОСТОРОЖНО**

**Действия в случае повреждений**  
Поврежденные и неисправные приборы должны быть сделаны непригодными для работы и защищены от случайного включения до тех пор, пока они не будут отремонтированы квалифицированным обслуживающим персоналом.

---



# 1

## Краткое справочное руководство

**Информация о нормативно-правовом соответствии и безопасности**

**Знакомство с прибором**

**Справочная таблица по содержанию меню передней панели**

**Краткое справочное руководство по командам**

**Модели и опции**

**Параметры и технические характеристики**

Настоящий документ содержит информацию об использовании, обслуживании и программировании модульной системы питания Keysight серии N6700C.

### **Документация и версии микропрограммного обеспечения**

Последняя версия настоящего документа доступна для загрузки на сайте [www.keysight.com/find/n6700-doc](http://www.keysight.com/find/n6700-doc). Для мобильных устройств последняя версия настоящего документа доступна для загрузки на сайте [www.keysight.com/find/n6700-mobilehelp](http://www.keysight.com/find/n6700-mobilehelp). Отзывы о настоящем документе вы можете оставить на странице компании Keysight в сети интернет: [www.keysight.com/find/n6700-docfeedback](http://www.keysight.com/find/n6700-docfeedback).

Настоящий документ содержит описание для версии микропрограммного обеспечения E.02.01 и выше. Сведения о последней версии микропрограммного обеспечения содержатся в разделе «Обновления микропрограммного обеспечения» в документе «Руководство по эксплуатации и обслуживанию источников питания Keysight серии N6700C».

### **Обращение в компанию Keysight Technologies**

Чтобы получить информацию о том, как обратиться в компанию Keysight в различных странах, перейдите на сайт [www.keysight.com/find/assist](http://www.keysight.com/find/assist) или обратитесь к своему представителю компании Keysight Technologies.

© Keysight Technologies, 2017–2019.

## Знакомство с прибором

### Краткий обзор характеристик

### Краткий обзор передней панели

### Краткий обзор дисплея на передней панели

### Краткий обзор клавиш на передней панели

### Краткий обзор задней панели

## Краткий обзор характеристик

Модульная система питания Keysight N6700 — это гибкая платформа с форм-фактором 1U, предоставляющая возможность объединения модулей питания в произвольном сочетании для построения системы питания, наилучшим образом отвечающей потребностям используемой испытательной системы.

Базовые блоки модульных систем питания Keysight N6700–N6702 предлагаются в вариантах исполнения с уровнями мощности 400, 600 и 1200 Вт. В каждый базовый блок возможна установка до четырех модулей питания. Модули питания предлагаются в вариантах исполнения с уровнями мощности от 20 до 500 Вт, имеют различные сочетания силы тока и напряжения и характеризуются следующими особенностями:

- **Модули питания постоянного тока N673xB, N674xB и N677xA** обеспечивают возможность программирования напряжения и тока, а также функций измерения и защиты, благодаря чему эти бюджетные модели могут с успехом применяться для питания испытываемых устройств или системных ресурсов, таких как устройства управления испытательной оснасткой.
- **Высокопроизводительные модули питания постоянного тока с автоматическим выбором диапазона N675xA** характеризуются малым уровнем шума, высокой точностью, малым временем отклика на команды программирования и расширенными возможностями программирования и измерения, что в совокупности позволяет повысить пропускную способность испытательной системы.
- **Прецизионные модули питания постоянного тока N676xA** обеспечивают высокую точность управления питанием и измерениями в диапазонах милли- и микроампер с возможностью одновременной дискретизации напряжения и тока и записи результатов этих измерений в буфер данных аналогично осциллографам.
- **Модули источник/измеритель (SMU) N678xA** обеспечивают многоквadrантную характеристику питания с отдельными режимами источника питания — режимами приоритета напряжения и приоритета тока. Эти модели оптимизированы для таких приложений, как анализ разряда аккумуляторов и функциональные испытания.
- **Специализированные модули питания постоянного тока N6783A** представляют собой двухквadrантные маломощные модели, специально разработанные для приложений, связанных с зарядкой/разрядкой аккумуляторов и оборудованием мобильной связи.
- **Модули электронной нагрузки Keysight N679xA** мощностью 100 и 200 Вт работают в одноквadrантном режиме и способны обеспечивать постоянный ток, постоянное напряжение, постоянную мощность и постоянное сопротивление. Они также позволяют выполнять многие измерения с функциями защиты, имеющимися у других модулей питания.

Возможности выходов и системы в целом описаны в следующих разделах. Некоторые из перечисленных возможностей выходов имеются не у всех модулей питания. Возможности, реализованные только в определенных моделях модулей питания, описаны в разделе «Различия между моделями».

## Возможности выходов

- **Программная установка напряжения, тока, мощности и сопротивления** — для всех модулей питания предусмотрена возможность полной программной настройки во всем диапазоне выходного напряжения и тока. Модули нагрузки Keysight N679xA допускают программную установку мощности и сопротивления.
- **Низкий уровень шума на выходе** — доступен при использовании модулей питания Keysight N676xA и N675xA. Уровень шума на выходе по напряжению составляет менее 4,5 мВ между пиками, что сопоставимо с характеристиками линейных источников питания.
- **Генерация сигналов произвольной формы** — благодаря этой функции выход может работать в режиме генератора переходных процессов со смещением по постоянному току или генератора сигналов произвольной формы.
- **Быстрое программное увеличение и уменьшение выходных параметров** — доступно при использовании модулей питания Keysight N675xA, N676xA и N678xA SMU. Время отклика при изменении параметров на выходе в диапазоне от 10 до 90 % номинального значения составляет менее 1,5 миллисекунды.
- **Малая длительность переходных процессов** — доступна при использовании модулей питания Keysight N675xA, N676xA и N678xA SMU. Длительность переходных процессов составляет менее 100 мкс.
- **Возможность автоматического выбора диапазона на выходе** — доступна при использовании модулей питания Keysight N676xA и N675xA. Автоматический выбор диапазона позволяет выдавать максимальную номинальную мощность в широком непрерывном диапазоне задаваемых значений напряжения и тока.
- **Задание последовательности включения и выключения выходов** — возможность устанавливать задержку включения и выключения каждого выхода позволяет автоматически включать и выключать выходы в определенном порядке.
- **Удаленное считывание напряжения** — для каждого выхода предусмотрено по две клеммы удаленного считывания. С завода-изготовителя переключки удаленного считывания поставляются в отдельном пакете. См. раздел «Позиции, входящие в комплект поставки».
- **Защита выходов** — каждый выход имеет защиту от превышения допустимых уровней напряжения, тока и температуры. Для защиты от превышения допустимых уровней напряжения и тока возможно программирование настроек.
- **Работа в многоквadrантном режиме** — доступна при использовании модулей питания Keysight N678xA SMU и N6783A. Двухквadrантный режим обеспечивает возможность работы выходов в режиме подачи и потребления мощности. При использовании модели Keysight N6784A возможна работа выходов в 4-квadrантном режиме.
- **Работа с электронной нагрузкой** — доступна при использовании модулей нагрузки Keysight N679xA. Номинальная входная мощность составляет 100 и 200 Вт.

## Измерительные функции

- **Отображение на дисплее измерительного прибора информации для нескольких каналов или одного канала** — переключение между отображением информации системы питания в виде сводных данных по 4 каналам и детальных данных по одному каналу. Для всех модулей питания выводятся результаты измерения в реальном времени напряжения и тока на выходе, а также информация о состоянии.
- **Автоматический выбор диапазона для бесшовных измерений** — доступен при использовании модулей питания Keysight N678xA SMU. Предусмотрен автоматический выбор диапазона измерений на выходе, однако диапазон значений тока 10 мкА требуется выбирать вручную.

- **Измерение тока в диапазоне нескольких микроампер** — доступно при использовании модулей питания Keysight N6761A, N6762A и N678xA SMU. Измерение тока может выполняться до уровня 1 мкА в диапазоне 10 мкА.
- **Быстрая дискретизация** — доступна при использовании модулей питания Keysight N678xA SMU. Скорость дискретизации — 5,12 мкс на выборку для одного параметра и 10,24 мкс на выборку для двух параметров.

### Возможности системы

- **Три интерфейса на выбор** — прибор оборудован тремя встроенными интерфейсами для дистанционного программирования: GPIB (IEEE-488), LAN и USB.
- **Встроенный веб-сервер** — с помощью встроенного веб-сервера пользователь может управлять прибором непосредственно из веб-браузера на своем компьютере.
- **Язык SCPI** — прибор совместим со стандартными командами для программируемых приборов (SCPI).
- **Настройка параметров ввода-вывода с передней панели** — через меню пользователь может настраивать параметры интерфейсов GPIB и LAN с передней панели.
- **Предоставление информации о состоянии в реальном времени** — на передней панели отображается состояние каждого выхода. Кроме того, на ней предусмотрена индикация защитного отключения.
- **Идентификация модулей** — идентификационные данные каждого модуля хранятся в его энергонезависимой памяти. Они включают сведения о номере модели, серийном номере и опциях.
- **Универсальный вход питания переменного тока** — базовые блоки могут работать с любым напряжением питания и обеспечивают активную корректировку коэффициента мощности.

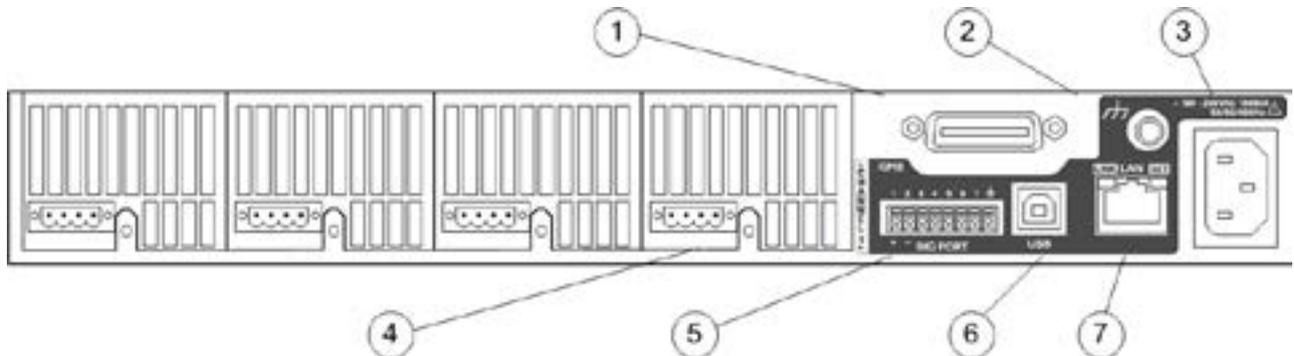
### Краткий обзор передней панели



1. **Дисплей** — автоматически отключается после 1 часа бездействия. Чтобы вновь включить дисплей, нажмите любую клавишу.
2. **Клавиши навигации** — перемещение курсора по пунктам меню. Выбор выделенного пункта меню.
3. **Клавиши управления выходами** — включение и выключение выходов. Ввод значений напряжения и тока.
4. **Выключатель и светодиодный индикатор питания** — светодиодный индикатор показывает, что устройство включено. Зеленый цвет — нормальная работа. Желтый цвет — дисплей находится в энергосберегающем режиме (включен хранитель экрана).

5. **Системные клавиши** — переключение между одноканальным и многоканальным представлениями. Доступ к меню команд передней панели. Выбор выходного канала для управления.
6. **Цифровая клавиатура** — ввод значений. Клавиши со стрелками для увеличения или уменьшения числовых настроек.

### Краткий обзор задней панели



1. **GPIB** — разъем интерфейса GPIB.
2. **Заземление** — соединительная клемма заземления шасси.
3. **Разъем IEC 320** — разъем питания от сети переменного тока. Кабель питания должен иметь проводник заземления.
4. **Выходной разъем** — имеет выходные клеммы с полярностью +/- и измерительные клеммы с полярностью +/-.
5. **Цифровой разъем** — функции контактов настраиваются пользователем.
6. **USB** — разъем интерфейса USB.
7. **LAN** — разъем локальной сети 10/100/1000 Base-T. Левый светодиод сигнализирует о передаче данных через интерфейс. Правый светодиод служит для индикации целостности канала передачи данных.

#### ОСТОРОЖНО

#### ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Шнур питания обеспечивает заземление шасси посредством третьего проводника. Убедитесь, что используемая розетка предназначена для работы по трехпроводной схеме и что ее соответствующий контакт соединен с заземлением.

## Краткий обзор дисплея на передней панели

---

**Представление с отображением напряжения и тока**    Измеренное напряжение    Черта указывает на обратную полярность    Измеренный ток

---

Нажмите **Meter** для переключения между представлениями




---

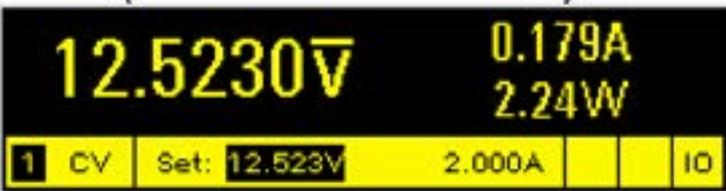
Рабочее состояние (CV = режим стабилизации напряжения)    Заданные настройки напряжения и тока    Состояние интерфейса (IO = идет обмен данными через интерфейс)

---

**Представление с отображением напряжения, тока и мощности**    Измеренное напряжение    Измеренный ток и измеренная мощность

---

Нажмите **Meter** для переключения между представлениями




---

**4-канальное представление**    Измеренные напряжение и ток

---

Нажмите **Meter** для переключения между представлениями




---

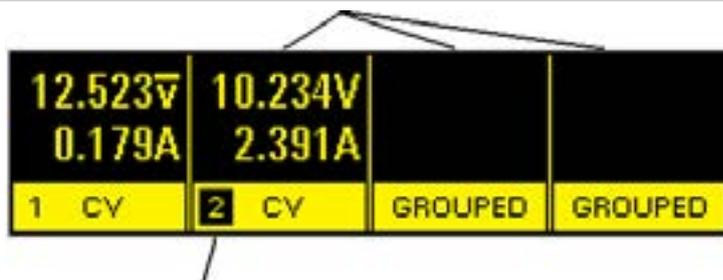
Выделенный канал — это активный канал.

---

**Представление с группировкой каналов**

Каналы 2–4 соединены параллельно и настроены (сгруппированы) так, чтобы работать как один канал большей мощности.

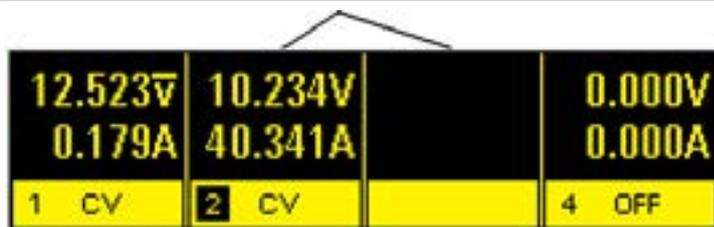
Более подробная информация приведена в разделе «Группы выходов».



Сгруппированные каналы адресуются по номеру младшего канала в группе.

**Представление удвоенной ширины**

Канал представляет собой модуль питания двойной ширины, занимающий на базовом блоке два места под каналы.

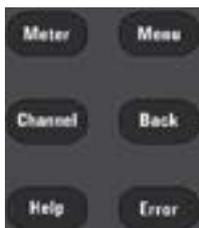
**Индикаторы рабочего состояния**

OFF = выход выключен.  
 CV = выход работает в режиме стабилизации напряжения.  
 CC = выход работает в режиме стабилизации тока.  
 CP+ = сигнал на выходе ограничен (или выключен) функцией ограничения положительной мощности.  
 CP- = сигнал на выходе ограничен (или выключен) функцией ограничения отрицательной мощности.  
 VL+/- = выход находится в режиме положительного или отрицательного предела напряжения.  
 CL+/- = выход находится в режиме положительного или отрицательного предела тока.  
 OV = выход выключен защитой от перегрузки по напряжению.  
 OV- = выход выключен защитой от перегрузки по отрицательному напряжению.  
 OC = выход выключен защитой от перегрузки по току.  
 OT = сработала защита от перегрева.  
 PF = выход выключен из-за сбоя питания.  
 OSC = выход выключен защитой от колебаний.  
 INH = выход выключен по внешнему сигналу блокировки.  
 UNR = параметры на выходе не отрегулированы.  
 PROT = выход выключен по сигналу состояния связанного канала.  
 SH = входные клеммы нагрузки соединены накоротко (N679xA).  
 UVI = возникли условия блокировки по пониженному напряжению (N679xA).

**Индикаторы состояния интерфейса**

Err = возникла ошибка (для просмотра сообщения об ошибке нажмите клавишу Error).  
 Lan = локальная сеть подключена и настроена.  
 IO = на одном из интерфейсов удаленного управления идет обмен данными.

## Краткий обзор клавиш на передней панели



- Meter** — возврат дисплея в режим измерения.
- Menu** — вход в командное меню.
- Channel** — выбор или выделение канала для управления.
- Back** — выход из меню без вступления в силу каких-либо изменений.
- Help** — вывод справки об отображаемом элементе меню.
- Error** — отображение сообщений об ошибках, имеющихся в очереди ошибок.



- Клавиши со стрелками** позволяют перемещаться по командным меню.
- Select** позволяет сделать выбор в командном меню. Кроме того, она активирует режим редактирования числовых параметров.



- On/Off** — включение и выключение выбранного выхода (или всех выходов, когда горит индикатор All). Эта клавиша активна только в одно- или многоканальном представлении.
- Voltage** — изменение заданного значения напряжения.
- Current** — изменение заданного значения тока.



- Клавиши 0–9 служат для ввода цифр.
- Клавиша (.) служит для ввода десятичной точки.
- Клавиша (-) служит для ввода знака «минус».
- Клавиши со стрелками  $\uparrow$   $\downarrow$  служат для увеличения или уменьшения заданного значения напряжения или тока. Также они используются для выбора букв в алфавитных полях ввода данных.
- Клавиша (E) служит для ввода показателя степени. После нажатия введите значение справа от символа E.
- Клавиша со стрелкой назад  $\leftarrow$  служит для удаления символов с перемещением курсора влево.
- Клавиша Enter служит для ввода значения. Если покинуть поле ввода без нажатия клавиши Enter, введенное значение будет проигнорировано.

## Справочная таблица по содержанию меню передней панели

Для входа в меню передней панели нажмите клавишу Menu. Краткая информация по использованию приведена в разделе «Использование меню передней панели». Затененные пункты меню недоступны для модуля питания, для которого выполняется программирование.

1-й уровень меню	2-й уровень	3-й и 4-й уровни	Описание	
<b>Output</b>	Settings	Voltage	Программирование заданных значений, пределов и диапазонов напряжения.	
		Current	Программирование заданных значений, пределов и диапазонов тока.	
		Power	Программирование предельного уровня мощности у модулей нагрузки модели N679xA.	
		Resistance	Программирование заданного сопротивления у модулей нагрузки N679xA. Программирование выходного сопротивления у N6781A, N6785A.	
	Mode		Выбор режимов приоритета напряжения, тока, сопротивления или мощности у N678xA SMU, N679xA.	
	Sequence	Delay		Программирование задержки включения/выключения.
		Couple		Связывание выходных каналов для синхронизации включения/выключения выходов.
	Short			Программирование короткого замыкания на входе у модулей нагрузки модели N679xA.
	Advanced	Slew	Current	Программирование скорости нарастания тока у моделей N678xA SMU, N679xA.
			Voltage	Программирование скорости нарастания напряжения.
			Power	Программирование скорости нарастания мощности у модулей нагрузки модели N679xA.
		Resistance		Программирование скорости нарастания сопротивления у модулей нагрузки модели N679xA.
		Pol		Установка обратной полярности выходных и измерительных клемм.
		Bandwidth		Программирование выходной полосы пропускания у N678xA SMU, N679xA.
UVI			Настройка блокировки по пониженному напряжению у модулей нагрузки N679xA.	
Tmode		Программирование импеданса включения/выключения у N678xA SMU.		
<b>Measure</b>	Range		Выбор диапазонов измерения напряжения и тока.	
	Sweep		Задание числа точек измерения, временного интервала и смещения точки запуска.	
	Window		Выбор типа измерительного окна — прямоугольное (Rectangular) или Хэннинга (Hanning).	
	Input		Выбор входа вспомогательного напряжения у N6781A, N6785A.	
	Control		Прерывание выполняемого измерения.	
<b>Transient</b>	Mode		Выбор режима перехода для напряжения, тока, сопротивления или мощности.	
	Step		Установка значений шагов по сигналу запуска.	
	List	Pace	Задание режима перебора списка — по длительности (Dwell) или по сигналу запуска (Trigger).	

1-й уровень меню	2-й уровень	3-й и 4-й уровни	Описание
		Repeat	Задание числа повторений списка или установка режима непрерывного перебора списка.
		Terminate	Задание настроек списка, при которых прекращается обработка списка.
		Config	Конфигурирование настроек списка значений напряжения, тока, сопротивления или мощности.
		Reset	Прекращение обработки списка и сброс всех его параметров.
	Arb	Repeat	Задание числа повторов воспроизведения сигнала произвольной формы.
		Terminate	Задание настроек, при которых прекращается воспроизведение сигнала произвольной формы.
		Function	Выбор типа и формы сигнала произвольной формы.
		Config	Step Задание уровня и времени шага.
		Ramp	Задание уровня и времени плавного изменения.
		Stair	Задание уровня и времени ступенчатого изменения.
		Sine	Задание параметров синусоидального сигнала.
		Pulse	Задание уровня и времени импульса.
		Trap	Задание уровня и времени трапецеидального изменения.
		Exp	Задание параметров экспоненциального сигнала.
		CD	Задание параметров сигналов с постоянным временем выдержки.
	TrigSource		Задание источников сигнала запуска для режима перехода и сигнала произвольной формы.
	Control		Инициирование, запуск или прерывание сигналов запуска; отображение состояния сигнала запуска.
<b>Protect</b>	OVP		Настройка функции защиты от перегрузки по напряжению.
	OCP		Настройка функции защиты от перегрузки по току.
	OPP		Настройка функции защиты от перегрузки по мощности.
	OT		Возврат значения запаса до уставки защиты от перегрева.
	Inh		Настройка внешнего сигнала блокировки.
	Coupling		Выключение VCEX выходных каналов при отказе защиты.
	Wdog		Настройка сторожевого таймера на выходе.
	Osc		Включение/выключение защиты от колебаний у N678xA SMU.
	Clear		Сброс условий защиты и отображение состояния выходов.
<b>States</b>	Reset		Сброс прибора к состоянию, устанавливаемому командой сброса (*RST).
	SaveRecall		Сохранение и восстановление настроек прибора.
	PowerOn		Выбор состояния при включении питания прибора.

1-й уровень меню	2-й уровень	3-й и 4-й уровни	Описание
System	IO LAN	Settings	Отображение действующих настроек интерфейса LAN.
		Modify	IP Настройка IP-адресации прибора.
		Name	Настройка имени узла для прибора.
		DNS	Настройка DNS-сервера.
		mDNS	Настройка имени службы mDNS.
		Services	Включение и выключение служб LAN.
		Apply	Применение изменений в конфигурации и перезагрузка.
		Cancel	Отмена изменений в конфигурации.
		Reset	Выполнение сброса параметров LXI LCI в настройках LAN и перезагрузка.
		Defaults	Сброс настроек сети к заводским установкам и перезагрузка.
	USB		Отображение строки идентификации USB.
	GPIB		Выбор адреса GPIB.
	DigPort	Pins	Программирование функции и полярности контактов цифрового разъема.
		Data	Отправка и считывание данных через порт цифрового ввода-вывода.
	Groups		Определение сгруппированных (соединенных параллельно) выходных каналов.
	Preferences	Display	Contrast Настройка контрастности дисплея от 0 до 100 %.
		Saver	Настройка хранителя экрана и таймера активации по вводу-выводу.
		View	Выбор представления каналов при включении прибора.
		Keys	Включение и отключение щелчков при нажатии клавиш, настройка клавиши On/Off.
		Lock	Блокировка клавиш передней панели с использованием пароля.
		IDN	Изменение данных о производителе и номере модели для обратной совместимости.
	Admin	Login/Logout	Ввод пароля для доступа к функциям администратора.
		Cal	Volt Vprog Настройка высокого и низкого диапазонов напряжения.
		Vlim	Калибровка предела напряжения для высокого и низкого диапазонов.
		Vmeas	Калибровка высокого, низкого и вспомогательного диапазонов измерения напряжения.
		Curr	Iprog Калибровка высокого и низкого диапазонов тока.
		Ilim	Калибровка предела тока.
		Imeas	Калибровка высокого и низкого диапазонов измерения тока.
		Misc	CMRR Калибровка коэффициента подавления синфазного сигнала.

1-й уровень меню	2-й уровень	3-й и 4-й уровни	Описание
		Dprog	Калибровка программного уменьшения.
		Ipeak	Калибровка пикового тока (I peak).
		Resistance	Калибровка выходного сопротивления — все диапазоны.
		Count	Возврат числа выполненных калибровок.
		Date	Сохранение даты калибровки для каждого канала.
		Save	Сохранение калибровочных данных.
		IO	Включение/выключение служб GPIB, USB и LAN.
		Sanitize	Выполнение безопасного удаления NISPOM всех пользовательских данных.
		Update	Защита с помощью пароля обновлений микропрограммного обеспечения.
		Password	Изменение пароля для функций администратора.
About		Frame	Отображение номера модели, выходных номинальных характеристик, серийного номера и версии микропрограммного обеспечения.
		Module	Отображение номера модели, серийного номера, опций и выходных номинальных характеристик.

## Краткое справочное руководство по командам

Для более ясного представления ниже приведены некоторые [дополнительные] команды. Для всех команд управления настройками имеются соответствующие команды запроса.

ABORt	(Команды ACQuire и ELOG только у N676xA, N678xA SMU, опция 054)
:ACQuire (@список каналов)	Отменяет все измерения, выполняемые по сигналу запуска.
:ELOG (@список каналов)	Отменяет внешнюю регистрацию данных.
:TRANsient (@список каналов)	Отменяет все действия, выполняемые по сигналу запуска.
CALibrate	
:COUNT?	Возвращает число, показывающее, сколько раз прибор был откалиброван.
:CURRent	Выполняет калибровку программирования тока.
[:LEVel] <значение>, (@канал)	
:LIMit	
:NEGative <значение>, (@канал)	Выполняет калибровку отрицательного предела тока. (N678xA SMU, N6783A-BAT)
:POSitive <значение>, (@канал)	Выполняет калибровку положительного предела тока. (N678xA SMU, N6783A, N679xA)
:MEASure <значение>, (@канал)	Выполняет калибровку измерений тока.
:PEAK (@канал)	Выполняет калибровку предела пикового тока. (N675xA, N676xA)
:DATA <значение>	Вводит эталонное значение, считанное внешним измерительным устройством.
:DATE <»дата»>, (@канал)	Сохраняет калибровочные данные в энергонезависимой памяти.
:DPRog (@канал)	Выполняет калибровку программного уменьшения тока.
:LEVel P1 P2 P3	Выполняет переход к следующему уровню калибровки.
:PASSword <значение>	Устанавливает численный пароль для предотвращения несанкционированной калибровки.
:RESistance 20 6, (@канал)	Выполняет калибровку выходного сопротивления. (N6781A, N6785A)
:SAVE	Сохраняет калибровочные константы в энергонезависимой памяти.
:STATe 0 OFF 1 ON	Включает/выключает режим калибровки.
:VOLTagе	
[:LEVel] <значение>, (@канал)	Выполняет калибровку программирования напряжения.
:CMRR, (@канал)	Выполняет калибровку коэффициента подавления синфазного сигнала для напряжения. (N675xA, N676xA)
:LIMit	
:POSitive <значение>, (@канал)	Выполняет калибровку положительного предела тока. (N678xA SMU)
:MEASure <значение>, (@канал)	Выполняет калибровку измерений напряжения.
:AUXiliary, (@канал)	Выполняет калибровку вспомогательных измерений напряжения. (N6781A, N6785A)
DISPlay	
[:WINDow]	
[:STATe] 0 OFF 1 ON	Включает или выключает дисплей на передней панели.
:CHANnel <канал>	Выбирает канал в одноканальном просмотре.
:VIEW METER1 METER4 METER_VIP	Выбирает одноканальный просмотр, четырехканальный просмотр или одноканальный просмотр с отображением мощности.

## 1 Краткое справочное руководство

### FETCh

(Команды FETCh только у N676xA, N678xA SMU, опция 054)

[;SCALar]

:CURRent

[;DC]? (@список каналов)

:ACDC? (@список каналов)

:HIGH? (@список каналов)

:LOW? (@список каналов)

:MAXimum? (@список каналов)

:MINimum? (@список каналов)

:POWer

[;DC]? (@список каналов)

SMU)

:MAXimum? (@список каналов)

:MINimum? (@список каналов)

:VOLTagе

[;DC]? (@список каналов)

:ACDC? (@список каналов)

:HIGH? (@список каналов)

:LOW? (@список каналов)

:MAXimum? (@список каналов)

:MINimum? (@список каналов)

:ARRay

:CURRent

[;DC]? (@список каналов)

:POWer

[;DC]? (@список каналов)

:VOLTagе

[;DC]? (@список каналов)

:ELOG? <значение (@список каналов)

Возвращает усредненный результат измерений.

Возвращает среднеквадратичное значение результатов измерений (переменный ток + постоянный ток).

Возвращает высокий уровень импульсного сигнала.

Возвращает низкий уровень импульсного сигнала.

Возвращает максимальное значение.

Возвращает минимальное значение.

Возвращает усредненный результат измерений. (N676xA, N678xA

Возвращает максимальное значение.

Возвращает минимальное значение.

Возвращает усредненный результат измерений.

Возвращает среднеквадратичное значение результатов измерений (переменный ток + постоянный ток).

Возвращает высокий уровень импульсного сигнала.

Возвращает низкий уровень импульсного сигнала.

Возвращает максимальное значение.

Возвращает минимальное значение.

Возвращает массив с мгновенными значениями результатов измерений.

Возвращает массив с мгновенными значениями результатов измерений. (N676xA, N678xA SMU)

Возвращает массив с мгновенными значениями результатов измерений.

Возвращает самые последние записи внешней регистрации данных.

### FORMat

[;DATA] ASCII | REAL

:BORDER NORMal | SWAPped

Указывает формат возвращаемых данных.

Указывает режим передачи двоичных данных.

### HCOPY

:SDUMp

:DATA?

:DATA

:FORMat BMP|GIF|PNG

Возвращает изображение на дисплее на передней панели.

Указывает формат возвращаемых изображений на дисплее на передней панели.

### Общие команды согласно IEEE 488.2

\*CLS

\*ESE <значение>

Выполняет сброс состояния.

Устанавливает разрешение для стандартного состояния событий.

*ESR?	Возвращает регистр состояний событий.
*IDN?	Возвращает идентификационные данные прибора.
*LRN?	Возвращает последовательность команд SCPI.
*OPC	Разрешает бит ESR «Операция завершена».
*OPC?	Возвращает 1, когда все ожидающие завершения операции будут завершены.
*OPT?	Возвращает номер опции.
*RCL <значение>	Восстанавливает сохраненное состояние прибора.
*RDT?	Возвращает описания выходных каналов.
*RST	Выполняет сброс настроек прибора.
*SAV <значение>	Сохраняет состояние прибора.
*SRE <значение>	Устанавливает значение регистра «Разрешить запросы на обслуживание».
*STB?	Возвращает байт состояния.
*TRG	Формирует сигнал запуска.
*TST?	Выполняет самодиагностику и возвращает результаты.
*WAI	Приостанавливает обработку команды, пока не будут выполнены все команды на устройстве.
INITiate	(Команды ACQuire и ELOG только у N676xA, N678xA SMU, опция 054)
[:IMMEDIATE]	
:ACQuire (@список каналов)	Выполняет инициирование системы запуска для измерений.
:ELOG (@список каналов)	Выполняет инициирование внешней регистрации данных.
:TRANSient (@список каналов)	Выполняет инициирование системы запуска по переходному состоянию.
:CONTinuous	
:TRANSient 0 OFF 1 ON, (@список каналов)	Выполняет непрерывное инициирование системы запуска по переходному состоянию.
LXI	
:IDENTify	
[:STATe] 0 OFF 1 ON	Включает или выключает индикатор идентификации LXI на передней панели.
:MDNS	
[:STATe] 0 OFF 1 ON	Контролирует состояние mDNS-сервера.
MEASure	
[:SCALar]	
:CURRent	
[:DC]? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает среднее значение тока.
:ACDC? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает среднеквадратичное значение тока (переменный ток + постоянный ток).
:HIGH? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает значение высокого уровня импульса тока.
:LOW? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает значение низкого уровня импульса тока.
:MAXimum? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает максимальное значение тока.
:MINimum? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает минимальное значение тока.
:POWer	
[:DC]? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает среднее значение мощности. (N676xA, N678xA SMU)
:MAXimum? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает максимальное значение мощности.
:MINimum? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает минимальное значение мощности.

## 1 Краткое справочное руководство

:VOLTage	
[:DC]? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает среднее значение напряжения.
:ACDC? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает среднеквадратичное значение напряжения (переменный ток + постоянный ток).
:HIGH? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает значение высокого уровня импульса напряжения.
:LOW? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает значение низкого уровня импульса напряжения.
:MAXimum? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает максимальное значение напряжения.
:MINimum? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает минимальное значение напряжения.
:ARRay	(Команды ARRay только у N676xA, N678xA SMU и опции 054)
:CURRent	
[:DC]? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает мгновенное значение тока.
:POWer	
[:DC]? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает мгновенное значение мощности. (N676xA, N678xA SMU)
:VOLTage	
[:DC]? (@список каналов)	Выполняет измерение; возвращает мгновенное значение напряжения.
OUTPut	
[:STATe] 0 OFF 1 ON [,NORelay], (@список каналов)	Включает/выключает выход.
:COUPle	
[:STATe] 0 OFF 1 ON	Включает/выключает связывание выходов.
:CHANnel [<значение>, {<значение>}]	Выбирает, к каким каналам применяется связывание.
:DOFFset <значение>	Задает смещение задержки для синхронизации изменений состояния связанных выходов.
:MODE AUTO MANual	Задает режим связывания выходов по смещению задержки.
:MAX	
:DOFFset?	Возвращает смещение задержки, требуемое для данного прибора.
:DELay	
:FALL <значение>, (@список каналов)	Задает задержку последовательности выключения выходов.
:RISE <значение>, (@список каналов)	Задает задержку последовательности включения выходов.
:PMODE VOLTage CURRent, (@список каналов)	Задает режим для переходов при включении/выключении. (N6761A, N6762A)
:TMODE HIGHz LOWZ, (@список каналов)	Задает импеданс включения/выключения. (N678xA SMU)
:INHibit	
:MODE LATChing LIVE OFF	Устанавливает рабочий режим контакта цифрового разъема для удаленного сигнала блокировки.
:PON	
:STATe RST RCL0	Устанавливает состояние выходов при включении питания.
:PROTection	
:CLEar (@chanlist)	Выполняет сброс зафиксированной защиты.
:COUPle0 OFF 1 ON	Включает/выключает связывание каналов для случаев отказа защиты.
:DELay <значение>, (@список каналов)	Задает задержку программирования защиты от перегрузки по току.
:OSCillation0 OFF 1 ON, (@список каналов)	Включает/выключает защиту выходов от колебаний. (N678xA SMU)
:TEMPerature	
:MARGin? (@список каналов)	Возвращает остающийся запас до срабатывания защиты от перегрева.
:WDOG	
[:STATe] 0 OFF 1 ON	Включает/выключает сторожевой таймер ввода/вывода.
:DELay <значение>	Устанавливает время задержки сторожевого таймера.

<pre> :RElAy   :POLarity NORMAl REVerse, (@список каналов) :SHORt   [:STATe] 0 OFF 1 ON </pre>	<p>Устанавливает полярность выходных реле. (Опция 760)</p> <p>Моделирует короткое замыкание на входе нагрузки. (N679xA)</p>
<pre> SENSe :CURRent   :CCOMpensate 0 OFF 1 ON, (@список каналов)    [:DC]     :RANGe       [:UPPer] &lt;значение&gt;, (@список каналов)       :AUTO 0 OFF 1 ON, (@список каналов) </pre>	<p>Включает/выключает емкостную компенсацию тока. (Отсутствует у N678xA SMU, N679xA)</p> <p>Выбирает диапазон измерения постоянного тока. Включает/выключает автоматический выбор диапазона для бесшовных измерений. (N678xA SMU)</p> <p>(Команды ELOG только у N676xA, N678xA SMU, опция 054)</p>
<pre> :ELOG   :CURRent [:DC]     :RANGe       [:UPPer] &lt;значение&gt;, (@список каналов)       :AUTO 0 OFF 1 ON, (@список каналов) </pre>	<p>Выбирает диапазон измерения тока Elog. Включает/выключает автоматический выбор диапазона для бесшовных измерений. (N678xA SMU)</p>
<pre> :FUNctIon   :CURRent 0 OFF 1 ON, (@список каналов)   :MINMax 0 OFF 1 ON, (@список каналов)    :VOLTage 0 OFF 1 ON, (@список каналов)   :MINMax 0 OFF 1 ON, (@список каналов) </pre>	<p>Включает/выключает регистрацию данных по току. Включает/выключает регистрацию данных по минимальному/максимальному току.</p> <p>Включает/выключает регистрацию данных по напряжению. Включает/выключает регистрацию данных по минимальному/максимальному напряжению.</p>
<pre> :PERiod &lt;значение&gt;, (@список каналов) :VOLTage   [:DC]     :RANGe       [:UPPer] &lt;значение&gt;, (@список каналов)       :AUTO 0 OFF 1 ON, (@список каналов) </pre>	<p>Устанавливает время интегрирования для измерений Elog. Выбирает диапазон измерения напряжения Elog. Включает/выключает автоматический выбор диапазона для бесшовных измерений. (N678xA SMU)</p>
<pre> :FUNctIon &lt;«функция»&gt;, (@список каналов)   :CURRent 0 OFF 1 ON, (@список каналов)   :VOLTage 0 OFF 1 ON, (@список каналов)   :INPut MAIN AUXiliary, (@список каналов) </pre>	<p>Выбирает измерительную функцию (для обратной совместимости). Включает/выключает измерение тока (вместо FUNCTION). Включает/выключает измерение тока (вместо FUNCTION). Выбирает вход для измерения напряжения. (N6781A, N6785A)</p> <p>(Команды SWEEr только у N676xA, N678xA SMU, опция 054)</p>
<pre> :SWEEr   :OFFSet     :POINts &lt;значение&gt;, (@список каналов)    :POINts &lt;значение&gt;, (@список каналов)   :TINterVal &lt;значение&gt;, (@список каналов)   :RESolution RES20 RES40 </pre>	<p>Определяет смещение в развертке данных для измерений по сигналу запуска. Определяет число точек в измерении. Определяет период времени между выборками для измерения. Устанавливает разрешение измерения.</p>
<pre> :VOLTage   [:DC]     :RANGe       [:UPPer] &lt;значение&gt;, (@список каналов) </pre>	<p>Выбирает диапазон измерения напряжения постоянного тока.</p>

## 1 Краткое справочное руководство

:AUTO 0 OFF 1 ON, (@список каналов)	Включает/выключает автоматический выбор диапазона для бесшовных измерений. (N678xA SMU)
:WINDow [:TYPE] HANNing RECTangular, (@список каналов)	(Команда WINDow только у N676xA, N678xA SMU, опция 054) Выбирает измерительное окно.
[SOURce:]	
ARB	(Команды ARB только у N676xA, N678xA SMU, опция 054)
:COUNT?	Устанавливает для ARB число повторов.
:CURRENT   :VOLTage   :POWER   :RESISTANCE	Устанавливает тип сигнала произвольной формы (POWER и RESISTANCE доступны только у N679xA).
:CDWell [:LEVel] <значение>, {<значение>}, (@список каналов)	Устанавливает список для сигнала произвольной формы с постоянным временем выдержки.
:DWELl <значение>, (@список каналов)	Устанавливает время выдержки для сигнала произвольной формы с постоянным временем выдержки.
:POINTs? (@список каналов)	Возвращает число точек для сигнала произвольной формы с постоянным временем выдержки.
:CONVert (@список каналов)	Преобразует выбранный сигнал произвольной формы в задаваемый пользователем список.
:EXPonential	
:END [:LEVel] <значение>, (@список каналов)	Устанавливает конечный уровень экспоненциального сигнала произвольной формы.
:START [:LEVel] <значение>, (@список каналов)	Устанавливает начальный уровень экспоненциального сигнала произвольной формы.
:TIMe <значение>, (@список каналов)	Устанавливает продолжительность начального времени или задержки.
:TCONstant <значение>, (@список каналов)	Устанавливает временную константу экспоненциального сигнала произвольной формы.
:TIMe <значение>, (@список каналов)	Устанавливает время экспоненциального сигнала произвольной формы.
:PULSe	
:END :TIMe <значение>, (@список каналов)	Устанавливает продолжительность конечного времени.
:START [:LEVel] <значение>, (@список каналов) :TIMe <значение>, (@список каналов)	Устанавливает начальный уровень импульса. Устанавливает продолжительность начального времени или задержки.
:TOP [:LEVel] <значение>, (@список каналов) :TIMe <значение>, (@список каналов)	Устанавливает верхний уровень импульса. Устанавливает продолжительность импульса.
:RAMP	
:END [:LEVel] <значение>, (@список каналов) :TIMe <значение>, (@список каналов)	Устанавливает конечный уровень плавного изменения. Устанавливает продолжительность конечного времени.
:RTIME <значение>, (@список каналов)	Устанавливает время нарастания для плавного изменения.
:START [:LEVel] <значение>, (@список каналов) :TIMe <значение>, (@список каналов)	Устанавливает начальный уровень плавного изменения. Устанавливает продолжительность начального времени или задержки.
:SINusoid	
:AMPLitude <значение>, (@список каналов)	Устанавливает амплитуду синусоидального сигнала.
:FREQuency <значение>, (@список каналов)	Устанавливает частоту синусоидального сигнала.
:OFFSet <значение>, (@список каналов)	Устанавливает смещение постоянной составляющей синусоидального сигнала.
:STAIRcase	

:END	
[:LEVel] <значение>, (@список каналов)	Устанавливает конечный уровень сигнала ступенчатой формы.
:TiMe <значение>, (@список каналов)	Устанавливает продолжительность конечного времени.
:NSTeps <значение>, (@список каналов)	Устанавливает число ступеней в сигнале ступенчатой формы.
:START	
[:LEVel] <значение>, (@список каналов)	Устанавливает начальный уровень сигнала ступенчатой формы.
:TiMe <значение>, (@список каналов)	Устанавливает продолжительность начального времени или задержки.
:TiMe <значение>, (@список каналов)	Устанавливает продолжительность сигнала ступенчатой формы.
:STEP	
:END	
:TiMe <значение>, (@список каналов)	Устанавливает конечный уровень шага.
:START	
[:LEVel] <значение>, (@список каналов)	Устанавливает начальный уровень шага.
:TiMe <значение>, (@список каналов)	Устанавливает продолжительность начального времени или задержки.
:TRAPezoid	
:END	
:TiMe <значение>, (@список каналов)	Устанавливает продолжительность конечного времени.
:FTiMe <значение>, (@список каналов)	Устанавливает продолжительность времени спада.
:RTiMe <значение>, (@список каналов)	Устанавливает продолжительность времени нарастания.
:START	
[:LEVel] <значение>, (@список каналов)	Устанавливает начальный уровень трапецидального изменения.
:TiMe <значение>, (@список каналов)	Устанавливает продолжительность начального времени или задержки.
:TOP	
[:LEVel] <значение>, (@список каналов)	Устанавливает верхний уровень трапецидального изменения.
:TiMe <значение>, (@список каналов)	Устанавливает продолжительность верхнего участка трапецидального изменения.
:UDEFined	
:BOSTep	
[:DATA] <булева переменная> {,<булева переменная>}, (@список каналов)	Формирует сигналы запуска в начале шага.
:POINTs? (@список каналов)	Возвращает число точек начала шага.
:DWELl <значение>, {<значение>}, (@список каналов)	Устанавливает задаваемые пользователем значения времени выдержки.
:POINTs? (@список каналов)	Возвращает число точек выдержки.
:LEVel <значение>, {<значение>}, (@список каналов)	Устанавливает задаваемые пользователем значения уровня.
:POINTs? (@список каналов)	Возвращает число точек.
:FUNctiOn <функция>, (@список каналов)	Выбирает произвольную функцию (для обратной совместимости).
:SHAPE <форма>, (@список каналов)	Выбирает произвольную функцию (вместо ARB:FUNctiOn).
:TYPE CURRent VOLTage RESISTANCE, (@список каналов)	Выбирает тип произвольной функции (вместо ARB:FUNctiOn).
:SEQuence	
:COUNt <значение> INFINity, (@список каналов)	Устанавливает число повторов последовательности.
:LENGth? (@список каналов)	Возвращает число точек ступеней в последовательности.
:QUALity? (@список каналов)	Возвращает качество форм сигнала в последовательности.
:RESet (@список каналов)	Сбрасывает последовательность к ее настройкам по умолчанию при включении питания.
:STEP	
:COUNt <значение> INFINity, <шаг#> (@список каналов)	Устанавливает число повторов шага последовательности.
:CURRent <функция>, <шаг#> (@chanlist)	Программирует шаги в последовательности изменения тока.

## 1 Краткое справочное руководство

:FUNction	
:SHApe <функция>, <шаг#>, (@список каналов)	Создает новый шаг последовательности.
:PACing DWEL TRIGger, <шаг#> (@список каналов)	Задает тип перехода между шагами.
:RESISTANCE <функция>, <шаг#> (@chanlist)	Программирует шаги в последовательности изменения сопротивления.
:VOLTage <функция>, <шаг#> (@chanlist)	Программирует шаги в последовательности изменения напряжения.
:TERMinate	
:LAST 0 OFF 1 ON, (@список каналов)	Устанавливает режим прекращения последовательности.
:TERMinate	
:LAST 0 OFF 1 ON, (@список каналов)	Устанавливает режим прекращения выполнения произвольной функции.
[SOURce:]	
CURRent	
[:LEVel]	
[:IMMediate]	
[:AMPLitude] <значение>, (@список каналов)	Задает выходной ток.
:TRIGgered	
[:AMPLitude] <значение>, (@список каналов)	Задает выходной ток по сигналу запуска.
:LIMit	
[:POSitive]	
[:IMMediate]	
[:AMPLitude] <значение>, (@список каналов)	Задает положительный предел тока. (N678xA SMU, N6783A, N679xA)
:COUple 0 OFF 1 ON, (@список каналов)	Задает состояние отслеживания предела тока. (N678xA SMU)
:NEGative	
[:IMMediate]	
[:AMPLitude] <значение>, (@список каналов)	Задает отрицательный предел тока. (N678xA SMU, N6783A-BAT)
:MODE FIXed STEP LIST ARB, (@список каналов)	Задает режим перехода.
:PROTection	
:DELay	
[:TIME] <значение>, (@список каналов)	Задает задержку защиты от перегрузки по току.
:STARt SCHange CCTRans, (@список каналов)	Указывает, что запускает таймер задержки защиты от перегрузки по току.
:STATe 0 OFF 1 ON, (@список каналов)	Включает/выключает защиту от перегрузки по току.
:RANGe <значение>, (@список каналов)	Задает диапазон выходного тока.
:SLEW	
[:POSitive]	
[:IMMediate] <значение> INFINITY, (@список каналов)	Задает скорость нарастания тока. (N678xA SMU, N679xA)
:MAXimum 0 OFF 1 ON, (@список каналов)	Включает/выключает обход максимальной скорости нарастания. (N678xA SMU, N679xA)
:COUple 0 OFF 1 ON, (@список каналов)	Задает состояние отслеживания скорости нарастания тока. (N679xA)
:NEGative	
[:IMMediate] <значение> INFINITY, (@список каналов)	Задает отрицательную скорость нарастания тока. (N679xA)
:MAXimum 0 OFF 1 ON, (@список каналов)	Включает/выключает обход максимальной скорости нарастания. (N679xA)

[SOURce]		
DIGital		
:INPut		
:DATA?		Считывает состояние цифрового порта управления.
:OUTPut		
:DATA <значение>		Устанавливает состояние цифрового порта управления.
:PIN<1-7>		
:FUNction <функция>		Устанавливает функцию контактов. DIO  DINPut  FAULt  INHibit  ONCOuple  OFFCOuple  TOUTrut  TINPut
:POLarity POSitive NEGative		Устанавливает полярность контактов.
:TOUTrut		
:BUS		
: [ENABLE] 0 OFF 1 ON		Включает/выключает передаваемые по шине сигналы запуска на контактах цифрового порта.
[SOURce:]		
FUNCTION CURRent VOLTagE RESistance POWer, (@список каналов)		Устанавливает для выходов режим приоритета. (N678xA SMU, N679xA)
[SOURce:]		
LIST		(Команды LIST только у N676xA, N678xA SMU и опции 054)
:COUNT <значение> INFinity, (@список каналов)		Устанавливает счетчик повторов обработки списка.
:CURRent		
: [LEVEL] <значение>{<значение>}, (@список каналов)		Задает настройки для каждого шага списка.
:POINts? (@список каналов)		Возвращает число точек в списке (то же, что и число шагов).
:DWELl <значение>{<значение>}, (@список каналов)		Задает время выдержки для каждого шага списка.
:POINts? (@список каналов)		Возвращает число точек в списке (то же, что и число шагов).
:POWer		
: [LEVEL] <значение>{<значение>}, (@список каналов)		Задает настройки для каждого шага списка. (N679xA)
:POINts? (@список каналов)		Возвращает число точек в списке (то же, что и число шагов). (N679xA)
:RESistance		
: [LEVEL] <значение>{<значение>}, (@список каналов)		Задает настройки для каждого шага списка. (N679xA)
:POINts? (@список каналов)		Возвращает число точек в списке (то же, что и число шагов). (N679xA)
:STEP ONCE AUTO, (@список каналов)		Указывает порядок реагирования списка на сигналы запуска.
:TERMinate		
:LAST 0 OFF 1 ON, (@список каналов)		Определяет выходное значение при прекращении обработки списка.
:TOUTrut		
:BOStep		
: [DATA] <булева переменная> {<булева переменная>}, (@список каналов)		Формирует и выдает сигнал запуска в начале шага.
:POINts? (@список каналов)		Возвращает число точек в списке (то же, что и число шагов).
:EOStep		
: [DATA] <булева переменная> {<булева переменная>}, (@список каналов)		Формирует и выдает сигнал запуска в конце шага.
:POINts? (@список каналов)		Возвращает число точек в списке (то же, что и число шагов).
:VOLTagE		
: [LEVEL] <значение>{<значение>}, (@список каналов)		Задает настройки для каждого шага списка.
:POINts? (@список каналов)		Возвращает число точек в списке (то же, что и число шагов).

## 1 Краткое справочное руководство

[SOURce:]

POWer

[:LEVel]

[:IMMediate]

[:AMPLitude] <значение>, (@список каналов)

Задает уровень входной мощности. (N679xA)

:TRIGgered

[:AMPLitude] <значение>, (@список каналов)

Задает входную мощность по сигналу запуска. (N679xA)

:LIMit <значение>, (@список каналов)

Задает ограничение мощности для выходных каналов.  
(Отсутствует у N678xA)

:MODE FIXed|STEP|LIST|ARB, (@список каналов)

Задает режим перехода мощности. (N679xA)

:PROTection

:DELay

[:TIME] <значение>, (@список каналов)

Задает задержку защиты от перегрузки по мощности. (N679xA)

:STATe 0|OFF|1|ON, (@список каналов)

Включает/выключает защиту от перегрузки по мощности.  
(N679xA)

:RANGe <значение>, (@список каналов)

Задает диапазон мощности. (N679xA)

:SLEW

[:POSitive]

[:IMMediate] <значение>|INFinity, (@список каналов)

Задает скорость нарастания мощности. (N679xA)

:MAXimum 0|OFF|1|ON, (@список каналов)

Включает/выключает обход максимальной скорости нарастания.  
(N679xA)

:COUPlе 0|OFF|1|ON, (@список каналов)

Задает состояние отслеживания скорости нарастания мощности.  
(N679xA)

:NEGative

[:IMMediate] <значение>|INFinity, (@список каналов)

Задает отрицательную скорость нарастания мощности. (N679xA)

:MAXimum 0|OFF|1|ON, (@список каналов)

Включает/выключает обход максимальной скорости нарастания.  
(N679xA)

[SOURce:]

RESistance

[:LEVel]

[:IMMediate]

[:AMPLitude] <значение>, (@список каналов)

Задает уровень выходного сопротивления. (N6781A, N6785A,  
N679xA)

:TRIGgered

[:AMPLitude] <значение>, (@список каналов)

Задает сопротивление по сигналу запуска. (N679xA)

:MODE FIXed|STEP|LIST|ARB, (@список каналов)

Задает режим перехода сопротивления. (N679xA)

:RANGe <значение>, (@список каналов)

Задает диапазон сопротивления. (N679xA)

:SLEW

[:POSitive]

[:IMMediate] <значение>|INFinity, (@список каналов)

Задает скорость нарастания сопротивления. (N679xA)

:MAXimum 0|OFF|1|ON, (@список каналов)

Включает/выключает обход максимальной скорости нарастания.  
(N679xA)

:COUPlе 0|OFF|1|ON, (@список каналов)

Задает состояние отслеживания скорости нарастания  
сопротивления. (N679xA)

:NEGative

[:IMMediate] <значение>|INFinity, (@список каналов)

Задает отрицательную скорость нарастания сопротивления.  
(N679xA)

:MAXimum 0|OFF|1|ON, (@список каналов)

Включает/выключает обход максимальной скорости нарастания.  
(N679xA)

:STATe 0|OFF|1|ON, (@список каналов)

Включает/выключает программирование выходного  
сопротивления. (N6781A, N6785A)

[SOURce]		
STEP		
:TOUTput 0 OFF 1 ON, (@список каналов)		Задаёт требование к формированию сигнала запуска, когда выполняется шаг
[SOURce:]		
VOLTage		
[:LEVel]		
[:IMMEDIATE]		
[:AMPLitude] <значение>, (@список каналов)		Задаёт выходное напряжение.
:TRIGgered		
[:AMPLitude] <значение>, (@список каналов)		Задаёт выходное напряжение по сигналу запуска.
:BWiDth		
[:RANGe] LOW HIGH1 2 3, (@список каналов)		Задаёт ширину диапазона напряжения. (N678xA SMU)
:LEVel LOW HIGH1 2 3, <частота>, (@список каналов)		Задаёт частоту для полосы пропускания. (N678xA SMU)
:INHibit		
:VON		
[:LEVel] <значение>, (@список каналов)		Ток будет потребляться, если напряжение превысит уровень напряжения включения. (N679xA)
:MODE LATChing LIVE OFF		Задаёт режим блокировки по пониженному напряжению. (N679xA)
:LiMit		
[:POSitive]		
[:IMMEDIATE]		
[:AMPLitude] <значение>, (@список каналов)		Задаёт положительный предел напряжения. (N678xA SMU)
:COUPle 0 OFF 1 ON, (@список каналов)		Задаёт состояние отслеживания предела напряжения. (N6784A)
:NEGative		
[:IMMEDIATE]		
[:AMPLitude] <значение>, (@список каналов)		Задаёт отрицательный предел напряжения. (N6784A)
:MODE FiXed STEP LIST ARB, (@список каналов)		Задаёт режим перехода.
:PROTection		
[:LOCAl]		
[:LEVel] <значение>, (@список каналов)		Задаёт уровень защиты от перегрузки по напряжению.
:DELay		
[:TiME] <значение>, (@список каналов)		Задаёт задержку защиты от перегрузки по напряжению. (N678xA SMU, N6783A)
:REMote		
[:POSitive]		
[:LEVel] <значение>, (@список каналов)		Задаёт защиту от перегрузки по удалённому положительному напряжению. (N678xA SMU, N679xA)
:NEGative		
[:LEVel] <значение>, (@список каналов)		Задаёт защиту от перегрузки по удалённому отрицательному напряжению. (N6784A)
:TRACking		
[:STATe] 0 OFF 1 ON, (@список каналов)		Включает/выключает отслеживание защиты от перегрузки по напряжению. (Опция J01)
:OFFSet <значение>, (@список каналов)		Задаёт отслеживание смещения защиты от перегрузки по напряжению. (Опция J01)
:RANGe <значение>, (@список каналов)		Задаёт диапазон выходного напряжения.
:RESistance		
[:LEVel]		

## 1 Краткое справочное руководство

<code>[IMMediate]</code> <code>[AMPLitude] &lt;значение&gt;, (@список каналов)</code>	Задаёт уровень сопротивления в режиме приоритета напряжения. (N6781A, N6785A)
<code>:STATe 0 OFF 1 ON, (@список каналов)</code>	Включает/выключает сопротивление в режиме приоритета напряжения. (N6781A, N6785A)
<code>:SLEW</code> <code>[POSitive]</code> <code>[IMMediate] &lt;значение&gt; INFinity, (@список каналов)</code> <code>:MAXimum 0 OFF 1 ON, (@список каналов)</code>	Задаёт скорость нарастания напряжения. Включает/выключает обход максимальной скорости нарастания.
<code>:COUPle 0 OFF 1 ON, (@список каналов)</code>	Задаёт состояние отслеживания скорости нарастания тока. (N679xA)
<code>:NEGative</code> <code>[IMMediate] &lt;значение&gt; INFinity, (@список каналов)</code> <code>:MAXimum 0 OFF 1 ON, (@список каналов)</code>	Задаёт отрицательную скорость нарастания тока. (N679xA) Включает/выключает обход максимальной скорости нарастания. (N679xA)

### STATus

<code>:OPERation</code> <code>[EVENT]?</code> (@список каналов) <code>:CONDition?</code> (@список каналов) <code>:ENABle &lt;значение&gt;, (@список каналов)</code> <code>:NTRansiton &lt;значение&gt;, (@список каналов)</code> <code>:PTRansiton &lt;значение&gt;, (@список каналов)</code>	Запрашивает реестр рабочих событий. Запрашивает реестр рабочего состояния. Устанавливает рабочий реестр разрешений. Устанавливает фильтр отрицательного перехода. Устанавливает фильтр положительного перехода.
<code>:PRESet</code>	Выполняет предустановку всех реестров разрешений, положительных переходов и отрицательных переходов.
<code>:QUESTionable</code> <code>[EVENT]?</code> (@список каналов) <code>:CONDition?</code> (@список каналов) <code>:ENABle &lt;значение&gt;, (@список каналов)</code> <code>:NTRansiton &lt;значение&gt;, (@список каналов)</code> <code>:PTRansiton &lt;значение&gt;, (@список каналов)</code>	Запрашивает стоящий под вопросом реестр событий. Запрашивает стоящий под вопросом реестр рабочего состояния. Устанавливает стоящий под вопросом реестр разрешений. Устанавливает фильтр отрицательного перехода. Устанавливает фильтр положительного перехода.

### SYSTem

<code>:CHANnel</code> <code>[COUNT]?</code> <code>:MODel?</code> (@список каналов) <code>:OPTion?</code> (@список каналов)  <code>:SERial?</code> (@список каналов)	Возвращает число выходных каналов в базовом блоке. Возвращает номер модели у выбранного канала. Возвращает сведения об опциях, установленных на выбранном канале. Возвращает серийный номер у выбранного канала.
<code>:COMMunicate</code> <code>:LAN TCPIP:CONTRol?</code>  <code>:RLState LOCal REMote RWLock</code>	Возвращает первоначальный номер порта для соединения с сокетом управления. Выполняет настройку состояния управления прибором дистанционно/по месту.
<code>:ERRor?</code> <code>:GROup?</code> <code>:CATalog?</code> <code>:DEFine &lt;список каналов&gt;</code> <code>:DELete &lt;канал&gt;</code> <code>:ALL</code>	Считывает и удаляет одну запись об ошибке из очереди ошибок. (Команды GROUP HE могут применяться к моделям N678xA SMU) Возвращает сведения о группах, которые были определены. Группирует несколько каналов для формирования одного канала. Удаляет указанный канал из группы. Выполняет разгруппировку всех каналов.

:PASSword		
:FPANel		
:RESet		Обрасывает к нулю пароль блокировки передней панели.
:PERSonA		
:MANuFacterer "<производитель>"		Изменяет идентификационные данные производителя.
:DEFault		Устанавливает идентификационные данные производителя на заводские настройки по умолчанию.
:MODel "<номер модели>"		Изменяет номер модели.
:DEFault		Устанавливает номер модели на заводские настройки по умолчанию.
:REBoot		Выполняет перезагрузку прибора с возвратом к состоянию при включении питания.
:SECurity		
:IMMediate		Выполняет очистку всей пользовательской памяти и перезагружает прибор.
:VERSion?		Возвращает сведения о версии SCPI, которой соответствует прибор.
TRIGger		(Команды ACQuire и ELOG только у N676xA, N678xA SMU, опция 054)
:ACQuire		
[:IMMediate] (@список каналов)		Формирует незамедлительный сигнал запуска измерений.
:CURRent		
[:LEVel] <значение>, (@список каналов)		Устанавливает уровень запуска для выхода.
:SLOPe POSitive NEGative, (@список каналов)		Устанавливает наклон кривой сигнала.
:SOURce <источник>, (@список каналов)		Выбирает источник сигнала запуска для системы сбора данных: BUS  CURRent<1-4>  EXTernal  PIN<1-7>  TRANsient<1-4>  VOLTage<1-4>
:TOUTput		
[:ENABle] 0 OFF 1 ON, (@список каналов)		Разрешает передачу сигналов запуска измерений на контакт цифрового порта.
:VOLTage		
[:LEVel] <значение>, (@список каналов)		Устанавливает уровень запуска для выхода.
:SLOPe POSitive NEGative, (@список каналов)		Устанавливает наклон кривой сигнала.
:ARB		
:SOURce <источник>		Выбирает источник сигнала запуска для генератора сигналов произвольной формы: BUS  EXTernal  IMMediate
:ELOG		
[:IMMediate] (@список каналов)		Формирует незамедлительный сигнал запуска для внешней регистрации данных.
:SOURce <источник>, (@список каналов)		Выбирает источник сигнала запуска для внешней регистрации данных. BUS  EXTernal  IMMediate  PIN<1-7>
:MEASure		
:TALign		
:CORRection		
[:STATe] 0 OFF 1 ON		Улучшает упорядочение сигналов запуска измерений по измеренным данным.
:TRANsient		
[:IMMediate] (@список каналов)		Формирует незамедлительный сигнал запуска переходного режима выхода.
:SOURce <источник>, (@список каналов)		Выбирает источник сигнала запуска для системы перехода: BUS  EXTernal  IMMediate  PIN<1-7>  TRANsient<1-4>

## Модели и опции

### Описание модели

### Различия между моделями

### Опции

### Описание модели

Модель	Описание
N6700C/N6701C/N6702C	Базовый блок МСП мощностью 400/600/1200 Вт без модулей питания
N6710C/N6711C/N6712C	Собираемая по заказу модульная система питания — базовый блок с установленными модулями питания
N6731B/N6741B	Модуль питания напряжением 5 В пост. тока и мощностью 50/100 Вт
N6732B/N6742B	Модуль питания напряжением 8 В пост. тока и мощностью 50/100 Вт
N6733B/N6743B/N6773A	Модуль питания напряжением 20 В пост. тока и мощностью 50/100/300 Вт
N6734B/N6744B/N6774A	Модуль питания напряжением 35 В пост. тока и мощностью 50/100/300 Вт
N6735B/N6745B/N6775A	Модуль питания напряжением 60 В пост. тока и мощностью 50/100/300 Вт
N6736B/N6746B/N6776A, N6777A	Модуль питания напряжением 100 В пост. тока и мощностью 50/100/300 Вт
N6751A/N6752A	Высокопроизводительный модуль питания постоянного тока мощностью 50/100 Вт с автоматическим выбором диапазона
N6753A, N6754A/N6755A, N6756A	Высокопроизводительный модуль питания постоянного тока мощностью 300/500 Вт с автоматическим выбором диапазона
N6761A/N6762A	Прецизионный модуль питания постоянного тока мощностью 50/100 Вт
N6763A, N6764A/N6765A, N6766A	Прецизионный модуль питания постоянного тока мощностью 300/500 Вт
N6781A, N6782A, N6784A	Модуль источник/измеритель (SMU) мощностью 20 Вт
N6785A, N6786A	Модуль источник/измеритель (SMU) мощностью 80 Вт
N6783A-BAT/N6783A-MFG	Специализированный модуль питания постоянного тока мощностью 18/24 Вт
N6791A, N6792A	Модуль электронной нагрузки мощностью 100/200 Вт

## Различия между моделями

Компонент или характеристика (● = доступно)	Модули питания постоянного тока	Высокопроиз- водительные модули	Прецизионные модули
	N673xB, N674xB, N677xA	N675xA	N676xA
Номинальная выходная мощность 50 Вт	N6731B–N6736B	N6751A	N6761A
Номинальная выходная мощность 100 Вт	N6741B–N6746B	N6752A	N6762A
Номинальная выходная мощность 300 Вт	N6773A–N6777A	N6753A, N6754A	N6763A, N6764A
Номинальная выходная мощность 500 Вт		N6755A, N6756A	N6765A, N6766A
Реле отключения выхода	Опция 761	Опция 761	Опция 761
Реле отключения выхода/смены полярности <sup>1</sup>	Опция 760	Опция 760	Опция 760
Генерация сигналов произвольной формы	Опция 054	Опция 054	●
Автоматический выбор диапазона на выходе		●	●
Режим приоритета напряжения или тока			N6761A, N6762A
Прецизионные измерения напряжения и тока			●
Низкий диапазон напряжения и низкий диапазон тока на выходе			N6761A, N6762A
Низкий диапазон измерения напряжения и низкий диапазон измерения тока			●
Диапазон измерения 200 микроампер <sup>2</sup>			Опция 2UA
Одновременные измерения напряжения и тока			●
Возможность установки выходных значений из списка по команде SCPI <sup>3</sup>	Опция 054	Опция 054	●
Повторное считывание массива по команде SCPI <sup>3</sup>	Опция 054	Опция 054	●
Программируемая частота дискретизации по команде SCPI <sup>3</sup>	Опция 054	Опция 054	●
Внешняя регистрация данных по команде SCPI <sup>3</sup>	Опция 054	Опция 054	●
Удвоенная ширина (занимает место для 2 каналов)		N6753A–N6756A	N6763A–N6766A

Примечание 1. У моделей N6742B и N6773A с опцией 760 выходной ток ограничен максимальным значением 10 А.

Опция 760 отсутствует у моделей N6741B, N6751A, N6752A, N6761A и N6762A.

Примечание 2. Опция 2UA доступна только с моделями N6761A и N6762A. Она включает опцию 761.

Примечание 3. Доступно только при использовании интерфейсов удаленного управления, но не с передней панели.

Компонент или характеристика (● = доступно)	Модули питания постоянного тока				Специализированные модули		
	N6781A	N6782A	N6784A	N6785A	N6781A	N6782A	N6784A
Номинальная выходная мощность	20 Вт	20 Вт	20 Вт	80 Вт	80 Вт	24 Вт	18 Вт
Двухквадрантный режим	●	●		●	●	●	●
Четырехквадрантный режим			●				
Вход вспомогательного напряжения	●			●			
Реле отключения выхода	●	●	●	●	●	Опция 761	Опция 761
Генерация сигналов произвольной формы <sup>1</sup>	●	●	●	●	●	●	●
Защита от перегрузки по отрицательному напряжению	●	●	●	●	●	●	●
Режим приоритета напряжения или тока	●	●	●	●	●		
Программная установка сопротивления	●			●			
Число диапазонов напряжения на выходе	3	3	3	4	4	1	1
Число диапазонов тока на выходе	3	3	4	4	4	1	1
Число диапазонов измерения напряжения	3	3	3	1	1	1	1
Число диапазонов измерения тока	4	4	4	3	3	2	2
Одновременные измерения напряжения и тока	●	●	●	●	●		
Автоматический выбор диапазона для бесшовных измерений	●	●	Опция SMR	●	●		
Возможность установки выходных значений из списка по команде SCPI <sup>1,2</sup>	●	●	●	●	●	●	●
Повторное считывание массива по команде SCPI <sup>2</sup>	●	●	●	●	●	●	●
Программируемая частота дискретизации по команде SCPI <sup>2</sup>	●	●	●	●	●	●	●
Внешняя регистрация данных по команде SCPI <sup>2</sup>	●	●	●	●	●	●	●
Удвоенная ширина (занимает место для двух каналов)				●	●		

Примечание 1. Генерация сигналов произвольной формы и установка выходных значений из списка отсутствуют у выхода отрицательного тока у модели N6783A.

Примечание 2. Доступно только при использовании интерфейсов удаленного управления, но не с передней панели.

Компонент или характеристика (● = доступно)	Модули нагрузки	
	N6791A	N6792A
Входная номинальная мощность <sup>1</sup>	100 Вт	200 Вт
Возможность замыкания входных клемм накоротко	●	●
Генерация сигналов произвольной формы	●	●
Блокировка по пониженному напряжению	●	●
Режим приоритета напряжения, тока, сопротивления и мощности	●	●
Число входных диапазонов для сопротивления	3	3
Число входных диапазонов для тока <sup>2</sup>	2	2
Число входных диапазонов для напряжения <sup>2</sup>	1	1
Число входных диапазонов для мощности	2	2
Одновременные измерения напряжения и тока	●	●
Возможность установки выходных значений из списка по команде SCPI <sup>3</sup>	●	●
Повторное считывание массива по команде SCPI <sup>3</sup>	●	●
Программируемая частота дискретизации по команде SCPI <sup>3</sup>	●	●
Внешняя регистрация данных по команде SCPI <sup>3</sup>	●	●
Удвоенная ширина (занимает место для 2 каналов)		●

Примечание 1. Во всем тексте настоящего документа в отношении входов модулей нагрузки применяется термин «выход».

Примечание 2. Входной диапазон и диапазон измерений сопряжены между собой.

Примечание 3. Доступно только при использовании интерфейсов удаленного управления, но не с передней панели.

**Опции**

<b>Опции базового блока</b>	<b>Описание</b>
908	Комплект для монтажа в стойку. Предназначен для установки в 19-дюймовый стоечный шкаф EIA. Также доступен в виде модели N6709A.
FLR	Модуль-заглушка. Предназначен для базовых блоков, у которых установлено менее четырех модулей питания. Также доступен в виде модели N6708A.

<b>Опции базового блока</b>	<b>Описание</b>
054	Высокоскоростные испытательные расширения. Включают измерение выходных параметров с оцифровкой и установку выходных значений из списка. Данная опция доступна для моделей N673xB, -4xB, -5xA, -7xA. Включена в модели N676xA, N678xA SMU и N6783A.
760 <sup>1</sup>	Отключение и смена полярности выходов. Обеспечивает отключение и смену полярности выходных и измерительных клемм («+» и «-»). Данная опция не предусмотрена для моделей N6741B, N6751A, N6752A, N676xA, N678xA SMU и N679xA.
761 <sup>1</sup>	Отключение выходов. Обеспечивает отключение выходных и измерительных клемм («+» и «-»). Входит в стандартный набор опций для N678xA SMU. Данная опция не предусмотрена для модели N679xA.
UK6	Коммерческая калибровка с предоставлением результатов испытаний
1A7	Сертификат калибровки по ISO 17025.
2UA	Диапазон измерений 200 микроампер с реле отключения выхода. Доступна только с моделями N6761A, N6762A.
J01	Функция отслеживания защиты от перегрузки по напряжению. Доступна только с моделями N6752A, N6754A и N6762A при их установке в базовые блоки N6700B, N6701A или N6702A.
SMR	Автоматический выбор диапазона для бесшовных измерений у модели N6784A. Включена в модели N6781A, N6782A, N6785A и N6786A.

Примечание 1. На выходных клеммах всегда имеется небольшая цепь переменного тока.

## Технические характеристики

### Дополнительные характеристики

#### Схемы с размерами

В данном разделе приведены основные и дополнительные технические характеристики модульной системы питания Keysight N6700C. Дополнительные характеристики не гарантируются производителем и представляют собой справочные рабочие характеристики, зависящие от конструкции или определяемые в ходе стандартных испытаний. Если не указано иное, все дополнительные характеристики представляют собой типовые значения.

Технические характеристики и параметры могут быть изменены без предупреждения.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Полный перечень технических характеристик и дополнительных характеристик для всех модулей питания содержится в документе «**Семейство модульных систем питания Keysight N6700. Руководство по техническим характеристикам**».

### Дополнительные характеристики — N6700C, N6701C, N6702C

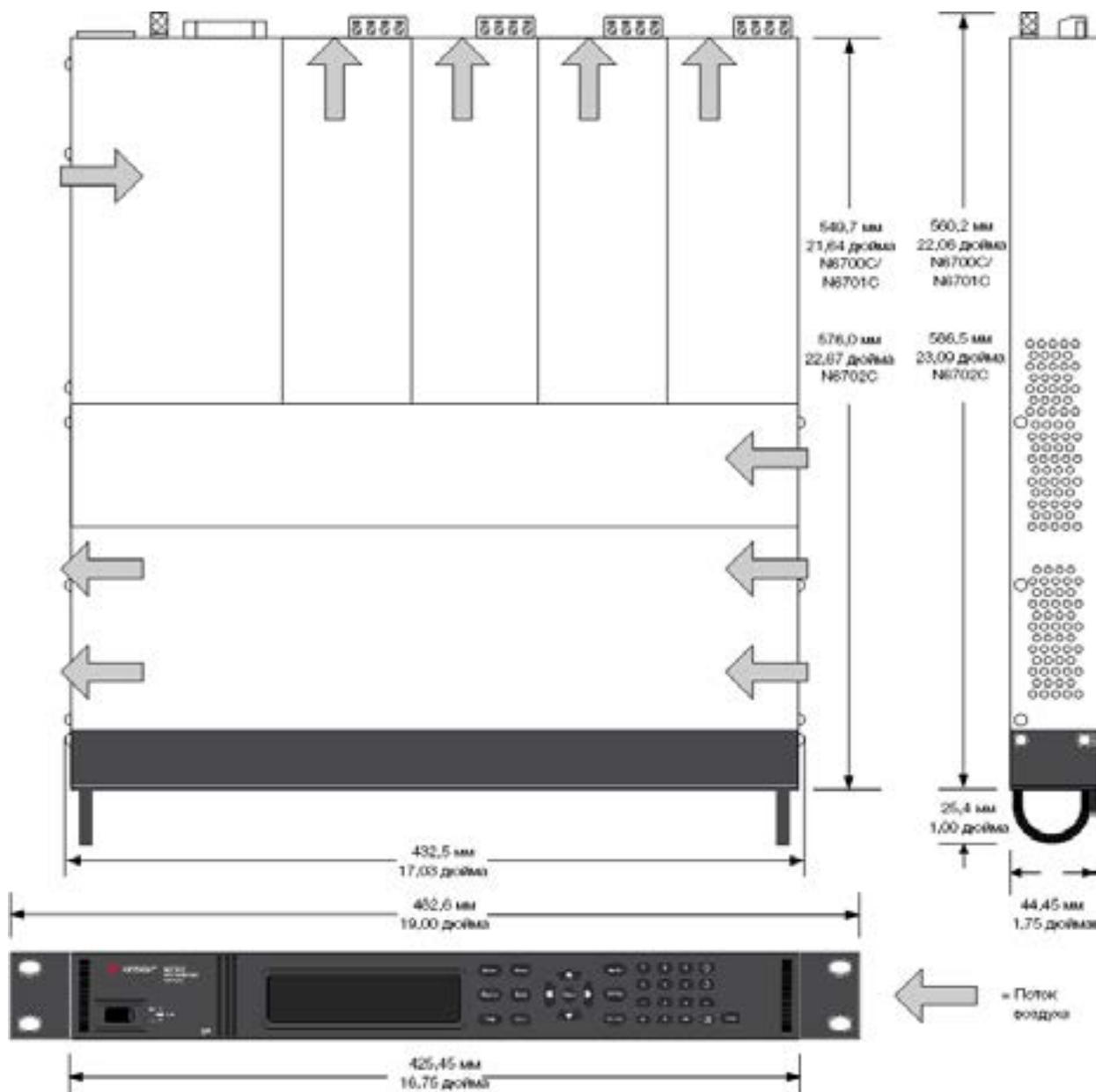
Характеристика	Keysight N6700C, N6701C, N6702C
Максимальная полная мощность, доступная для модулей питания:	400 Вт (для базовых блоков N6700C) 600 Вт (для базовых блоков N6701C) 1200 Вт (для базовых блоков N6702C)
Внутренняя флеш-память:	8 Мбайт
Время отклика защиты	
Вход INH:	5 мкс от получения сигнала блокировки до начала выключения
Неисправность на связанном выходе:	Менее 10 мкс от получения сигнала неисправности до начала выключения
Время обработки команд:	Менее 1 мс от получения команды до начала изменений на выходе
Характеристики цифрового порта управления	
Номинальные характеристики по максимальному напряжению	+16,5/-5 В пост. тока между контактами (контакт 8 соединен внутри прибора с заземлением шасси).
Использование контактов 1 и 2 в качестве выходов FLT	Максимальное выходное напряжение низкого уровня = 0,5 В при 0,4 мА Максимальный потребляемый ток низкого уровня = 4 мА Типовой ток утечки высокого уровня = 1 мА при 16,5 В пост. тока
Использование контактов 1–7 в качестве цифровых выходов/выходов сигнала запуска (контакт 8 — общий)	Максимальное выходное напряжение низкого уровня = 0,5 В при 0,4 мА; 1 В при 50 мА; 1,75 В при 100 мА Максимальный потребляемый ток низкого уровня = 100 мА Типовой ток утечки высокого уровня = 0,8 мА при 16,5 В пост. тока
Использование контактов 1–7 в качестве цифровых выходов/выходов сигнала запуска и контакта 3 в качестве входа INH (контакт 8 — общий)	Максимальное входное напряжение низкого уровня = 0,8 В Минимальное входное напряжение высокого уровня = 2 В Типовой ток низкого уровня = 2 мА при 0 В (внутренние нагрузочные резисторы сопротивлением 2,2 кОм) Типовой ток утечки высокого уровня = 0,12 мА при 16,5 В пост. тока

Характеристика	Keysight N6700C, N6701C, N6702C
<p>Возможности интерфейсов</p> <p>LXI Core2011:</p> <p>USB2.0 (USB-TMC488):</p> <p>10/100/1000 LAN:</p> <p>Веб-сервер:</p> <p> GPIB:</p>	<p>10/100/1000 Base-T Ethernet (сокет, протокол VXI-11, веб-интерфейс)</p> <p>Требуется библиотека ввода-вывода Keysight IO Library версии M.01.01 или 14.0 и выше</p> <p>Требуется библиотека ввода-вывода Keysight IO Library версии M.01.01 или 14.0 и выше</p> <p>Требуется веб-браузер с интерфейсом,</p> <p>совместимым со стандартами SCPI-1993, IEEE488.2</p>
<p>Нормативное соответствие:</p> <p>Электромагнитная совместимость:</p>	<p>Соответствует Европейской директиве по ЭМС для испытательной и измерительной продукции. I EC/EN 61326-1; CISPR 11, группа 1, класс A; AS/NZS CISPR11; ICES/NMB-001</p> <p>Соответствует австралийскому стандарту и имеет знак C-Tick.</p> <p>Данное устройство промышленного, научного или медицинского назначения соответствует требованиям стандарта Канады ICES-001.</p> <p>Cet appareil ISM est conforme à la norme NMB-001 du Canada.</p>
<p>Безопасность:</p>	<p>Соответствует европейской директиве по низковольтному оборудованию и имеет знак CE.</p> <p>Соответствует нормам безопасности США и Канады.</p>
<p>Условия окружающей среды</p> <p>Рабочие условия:</p> <p>Диапазон температуры:</p> <p>Относительная влажность:</p> <p>Максимальная высота над уровнем моря:</p> <p>Температура при хранении:</p>	<p>Эксплуатация в помещении, категория электроустановок II (для питания от сети), степень загрязнения 2</p> <p>От 0 до 55 °C (при температуре свыше 40 °C номинальный выходной ток уменьшается на 1 % на каждый 1 °C)</p> <p>До 95 % (без конденсации)</p> <p>До 2000 метров</p> <p>От -30 до 70 °C</p>
<p>Акустический шум</p> <p>Данное заявление приводится в соответствии с требованиями директивы Германии по звуковому излучению от 18 января 1991 г.</p>	<p>Уровень звукового давления <math>L_p &lt; 70</math> дБ(А) на месте нахождения оператора при нормальной работе согласно EN 27779 (типовые испытания).</p> <p>Schalldruckpegel <math>L_p &lt; 70</math>дБ(А), Am Arbeitsplatz, Normaler Betrieb, Nach EN 27779 (Typ-prüfung).</p>
<p>Изоляция выходных клемм:</p>	<p>Ни одна из выходных клемм не может иметь потенциал свыше 240 В пост. тока относительно любых других клемм или заземления шасси.</p> <p><b>Примечание для N6781A/N6785A:</b></p> <p>При использовании входных измерительных клемм AUX у моделей N6781A и N6785A ни одна из выходных или входных клемм не может иметь потенциал свыше ±60 В пост. тока относительно любых других клемм или заземления шасси.</p>
<p>Напряжение сети переменного тока</p> <p>Номинальные входные параметры:</p> <p>Диапазоны входных параметров:</p> <p>Потребляемая мощность:</p> <p>Коэффициент мощности (примечание 1):</p> <p>Плавкий предохранитель:</p>	<p>~ 100–240 В перем. тока; 50/60/400 Гц</p> <p>86–264 В перем. тока; 47–63 Гц; 380–420 Гц</p> <p>1000 ВА (N6700C) 1440 ВА (N6701C) 1440 ВА (N6702C при напряжении на входе менее 180 В перем. тока) 2200 ВА (N6702C при напряжении на входе свыше 180 В перем. тока)</p> <p>0,99 при номинальных входных параметрах и номинальной мощности</p> <p>Внутренний предохранитель без доступа пользователя.</p> <p><b>Примечание для N6702C:</b></p> <p>Сети переменного тока с номинальным напряжением 100–180 В перем. тока <b>не способны</b> обеспечить подведение достаточного тока к базовому блоку N6702A при его работе с полной номинальной мощностью. При подключении к сети переменного тока напряжением 100–180 В перем. тока внутренние схемы будут ограничивать доступную для модулей мощность на уровне не более 600 Вт.</p>

Характеристика	Keysight N6700C, N6701C, N6702C
Масса нетто	
N6700C с 4 модулями:	12,73 кг/28 фунтов
N6701C с 4 модулями:	11,82 кг/26 фунтов
N6702C с 4 модулями:	14,09 кг/31 фунт
Модуль одиночной ширины (тип.):	1,23 кг/2,71 фунта
Размеры:	См. схемы с размерами в следующем разделе.

Примечание 1. При полной нагрузке и частоте 400 Гц коэффициент мощности понижается с 0,99 при 120 В перем. тока до 0,76 при 265 В перем. тока. В условиях отсутствия нагрузки коэффициент мощности понижается еще сильнее.

### Схемы с размерами





# 2

## Установка

**Предварительная информация**

**Установка базового блока**

**Подключение кабеля питания**

**Подключение к выходам**

**Подключение по четырехпроводной схеме**

**Параллельное и последовательное подключение**

**Подключение вспомогательного входа измерения  
напряжения**

**Подключение к интерфейсам**

## Предварительная информация

### Проверка комплекта поставки

### Проверка устройства

### Ознакомление с информацией о безопасности

### Соблюдение требований к условиям окружающей среды

## Проверка комплекта поставки

Перед тем как приступить к работе, необходимо ознакомиться с приведенным ниже списком и убедиться, что вместе со своим устройством вы получили все перечисленные позиции. Если что-либо отсутствует, обратитесь в ближайшее представительство Keysight по продажам и поддержке.

Позиции, входящие в состав базового блока	Описание	Номер детали
Кабель питания	Кабель питания, соответствующий стандартам сетей электроснабжения в стране, где находится заказчик.	Обратитесь в представительство Keysight по продажам и поддержке.
Ферритовый сердечник для N6700C	Устанавливается на кабель питания для уменьшения синфазных токов.	Keysight 9170-2131
Разъем-вставка для цифрового порта	8-контактный разъем для подключения сигнальных линий к цифровому порту.	Keysight 1253-6408 Phoenix Contact MC 1,5/8-ST-3,5
Компакт-диск с программным обеспечением для автоматизации	Содержит набор библиотек ввода/вывода Keysight	Keysight E2094N
Краткое справочное руководство	Содержит краткую справочную информацию	Keysight 5969-2950
Инструмент Torx T-10	Инструмент для установки и демонтажа модулей питания.	Keysight 8710-2416

Позиции, входящие в состав модулей питания постоянного тока	Описание	Номер детали
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, кроме N6731B, N6741B, N6753A–N6756A, N6763A–N6766A, N6773A, N678xA SMU, N6791A, N6792A.	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, N6791A.	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 и измерительных проводов. Используется только с N6753A, N6755A, N6763A, N6765A, N6792A.	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

Позиции, входящие в состав модулей питания постоянного тока	Описание	Номер детали
Короткие измерительные перемычки	Две короткие перемычки для локального измерения на выходных клеммах. Используется со всеми модулями, кроме N6731B, N6741B, N6753A–N6756A, N6763A–N6766A, N6773A, N678xA SMU, N6791A, N6792A.	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, N6791A.	Keysight 0360-2935 Phoenix Contact 3118151
Измерительный разъем	4-контактный разъем для подключения измерительных проводов. Провода (номер детали 5185-8847) используются для локальных измерений. Используется только с N6753A, N6755A, N6763A, N6765A, N6792A.	Keysight 1253-5830 Phoenix Contact MC 1,5/4-ST-3,5
Сертификат калибровки	Сертификат калибровки с указанием серийного номера.	—

## Проверка устройства

После получения системы питания проверьте, нет ли на ней видимых повреждений, которые могли быть причинены во время транспортировки. При обнаружении повреждений немедленно сообщите об этом компании-перевозчику и обратитесь в ближайшее представительство Keysight по продажам и поддержке. См. [www.keysight.com/find/assist](http://www.keysight.com/find/assist).

Сохраните транспортную упаковку и упаковочные материалы до тех пор, пока вы не включите систему питания и не закончите ее проверку, на тот случай, если потребуется вернуть прибор.

## Ознакомление с информацией о безопасности

Данная система питания относится к классу безопасности 1. Это означает, что у нее имеется клемма защитного заземления. Эта клемма должна быть соединена с контуром заземления через источник питания, оборудованный заземленной розеткой.

Общую информацию о безопасности см. на странице «**Замечания по безопасности**» в начале настоящего руководства. Перед тем как приступить к установке или эксплуатации, проверьте систему питания и ознакомьтесь с предупреждениями и инструкциями по безопасности в настоящем руководстве. Предупреждения по безопасности, касающиеся конкретных процедур, приведены в соответствующих местах в тексте настоящего руководства.

### ОСТОРОЖНО

Некоторые модули питания создают напряжение свыше 60 В постоянного тока. Убедитесь, что присоединения прибора, проводка к нагрузке и присоединения нагрузки изолированы или закрыты кожухами, чтобы исключить случайное касание компонентов, находящихся под напряжением, превышающим смертельно опасный уровень.

## Соблюдение требований к условиям окружающей среды

### ОСТОРОЖНО

Запрещается эксплуатация прибора в присутствии горючих газов или паров.

Требования к условиям окружающей среды для системы питания приведены в разделе «**Характеристики окружающей среды**». В принципе, данное устройство может эксплуатироваться только в помещении с контролируруемыми условиями окружающей среды.

Размеры вашего прибора и его схематическая диаграмма приведены в разделе «**Технические характеристики**». Для охлаждения системы питания используется вентилятор, воздух к которому подводится через боковые стенки. Нагретый воздух от вентилятора отводится через боковую и заднюю стенки. На месте установки прибора должно оставаться достаточное свободное пространство у его боковых и задней стенок, чтобы обеспечивать достаточную вентиляцию.

## Установка базового блока

### Установка модулей

#### Монтаж в стойку

#### Установка на рабочем столе

#### Резервное заземление для работы с частотой 400 Гц

### Установка модулей

**ПРИМЕЧАНИЕ** Информация, содержащаяся в данном разделе, применяется в случае, если был приобретен базовый блок N6700 без установленных модулей или если требуется добавить модуль к базовому блоку.

#### ВНИМАНИЕ

**Повреждение оборудования** Перед тем как приступить к установке или демонтажу модулей, необходимо выключить базовый блок и отсоединить кабель питания. Прежде чем начать работы с электронными компонентами, необходимо убедиться, что соблюдены все стандартные меры предосторожности для защиты от электростатического разряда.

Модули должны устанавливаться один за другим начиная с гнезда 1. Не следует оставлять свободные гнезда между модулями; при несоблюдении этого правила система работать не будет.

Для обеспечения эффективного охлаждения во все оставшиеся незанятые гнезда необходимо установить модуль-заглушку (N6708A). Не следует устанавливать модули-заглушки между модулями.

**Требуемые инструменты:** отвертка Torx T10; небольшая шлицевая отвертка

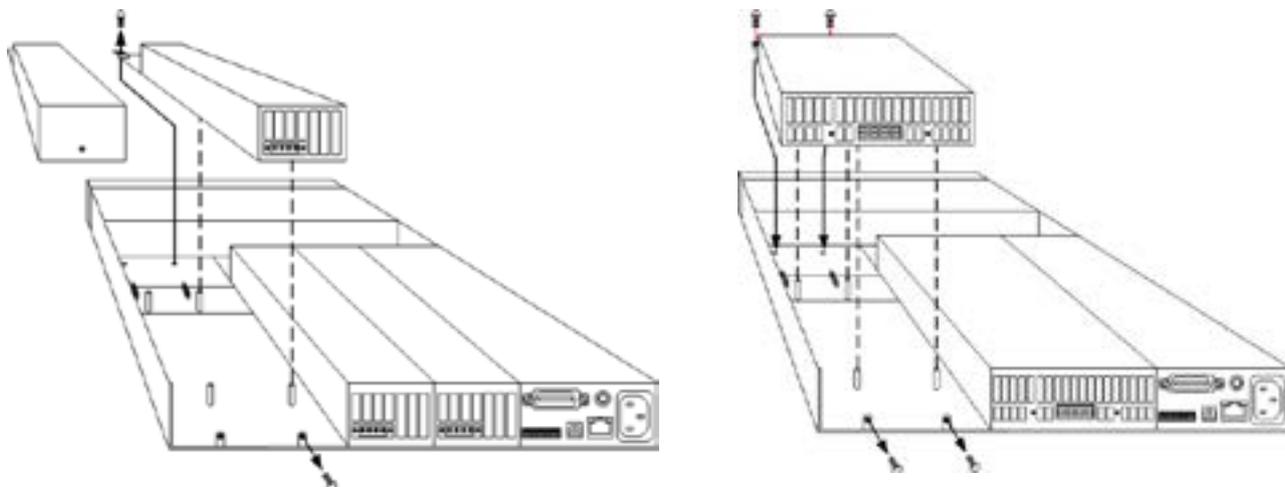
**Шаг 1.** Снимите кожух вентилятора.

Отверните винты с верхней и боковых сторон кожуха вентилятора. Приподнимите с одной стороны и затем сдвиньте кожух.



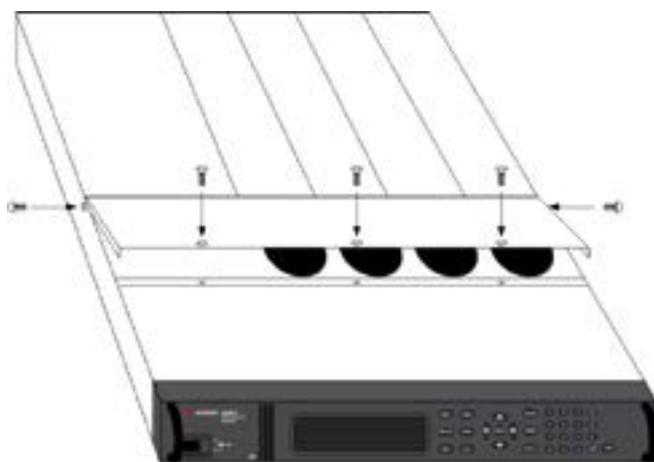
**Шаг 2.** Установите модуль питания.

Совместите отверстия модуля над штифтами и насадите модуль на разъем базового блока. Установите модуль-заглушку во все неиспользуемые гнезда.

**Шаг 3.** Вверните винты с каждой стороны модуля.

Затяните винты с помощью отвертки Torx T10. Из-за того, что полосы фильтра радиочастотных помех давят снизу вверх, необходимо прикладывать усилие к модулю сверху вниз, пока винты не будут плотно затянуты.

**Шаг 4.** Когда закончите, установите на место кожух вентилятора. Аккуратно установите пружинные зажимы под упорным выступом модулей.

**Назначение номера канала модулям питания**

Назначение номера канала определяется расположением гнезда с модулем в базовом блоке. Если смотреть сзади, ближайшему к разъему GPIB модулю всегда назначается выходной канал номер один. Нумерация продолжается последовательно справа налево с 1 до 4.

Модулям двойной ширины назначается номер младшего пронумерованного гнезда, в котором устанавливаются такие модули. Например, если модуль двойной ширины установлен в гнезда 3 и 4, ему назначается номер канала 3.

Сгруппированным модулям, то есть таким модулям, которые подключаются параллельно и настраиваются или группируются для работы в качестве одного канала большей мощности, назначается номер канала младшего пронумерованного гнезда, в котором устанавливаются такие сгруппированные модули. Более подробная информация приведена в разделе «Группы выходов».

### Монтаж в стойку

**ВНИМАНИЕ**

**Опорные рельсы не могут использоваться для монтажа прибора в стойку.**

Они будут создавать препятствия потоку воздуха, необходимому для охлаждения.

Для этой цели необходимо использовать комплект для монтажа в стойку (опция 908).

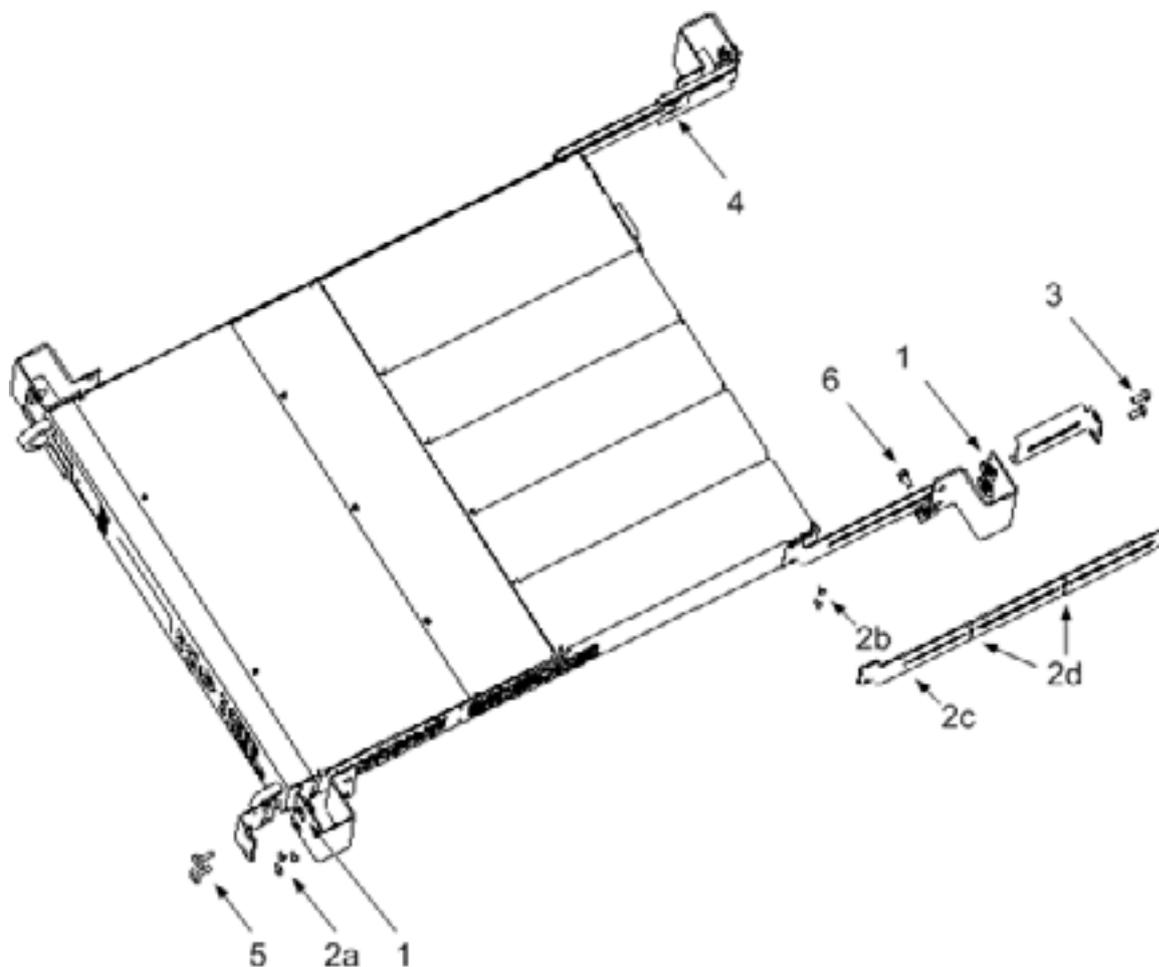
Комплект для монтажа в стойку также может быть заказан по номеру детали N6709A.

Базовые блоки МСП Keysight N6700 могут монтироваться в 19-дюймовую стойку EIA. Конструктивно они занимают один стоечный модуль (1U). Запрещается перекрывать впускные и выпускные вентиляционные отверстия на боковых стенках, а также выпускные вентиляционные отверстия на задней стенке устройства.

**Требуемые инструменты:** крестообразная отвертка, отвертка Torx T22, отвертка Torx T10.

**Шаг 1.** Установите на раму стойки восемь зажимных гаек (по 2 в каждом углу) в месте предполагаемой установки прибора.

Этапы установки проиллюстрированы на следующем рисунке.



**Шаг 2.** Закрепите на приборе две передние проушины и две задние удлинительные опоры, как показано на рисунке.

Передние проушины крепятся шестью винтами М3 х 8 мм (а), а удлинительные опоры — четырьмя винтами М3 х 6 мм (b). Если стандартные удлинительные опоры оказались слишком короткими или длинными, используйте более длинные опоры (с). При необходимости обрежьте опоры (d).

**Шаг 3.** Закрепите на задней части приборной стойки две задние проушины, как показано на рисунке. Для этого используйте четыре обыкновенных винта 10-32.

**Шаг 4.** Задвиньте прибор в стойку, следя за выравниванием удлинительных опор внутри задних проушин.

**Шаг 5.** Закрепите передние проушины на передней части приборной стойки четырьмя входящими в комплект поставки винтами 10-32 с декоративным покрытием головки.

**Шаг 6.** Этот шаг не является обязательным. Вставьте обыкновенный винт 10-32 в паз задней проушины и удлинительной опоры. Закрепите его зажимной гайкой.

Обратите внимание, что в этом случае устройство нельзя будет выдвинуть вперед из стойки.

## Установка на рабочем столе

### ВНИМАНИЕ

Запрещается перекрывать впускные и выпускные вентиляционные отверстия на боковых стенках, а также выпускные вентиляционные отверстия на задней стенке устройства. См. схему с размерами в разделе «Технические характеристики».

При использовании прибора на рабочем столе необходимо оставить зазор шириной не менее 2 дюймов (51 мм) вдоль боковых и задней стенок прибора.

## Резервное заземление для работы с частотой 400 Гц

При работе от сети переменного тока частотой 400 Гц ток утечки устройства превышает 3,5 мА. При таких условиях требуется постоянное резервное заземление шасси прибора, соединенное с контуром заземления. Этим гарантируется надежность заземления и отведение всех токов утечки в «землю».

Статистические данные по коэффициенту мощности при работе с частотой 400 Гц приведены в разделе «Технические характеристики».

Инструкции по установке резервного заземления приведены в разделе «Резервное заземление» в руководстве по эксплуатации и обслуживанию.

## Подключение кабеля питания

### ОСТОРОЖНО

**ОПАСНОСТЬ ПОЖАРА** Используйте только тот кабель питания, который был поставлен вместе с прибором. При использовании кабелей питания другого типа возможен перегрев кабеля питания, что может стать причиной пожара.

**ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ** Кабель питания обеспечивает заземление шасси посредством третьего проводника. Убедитесь, что используемая розетка предназначена для работы по трехпроводной схеме и что ее соответствующий контакт соединен с заземлением.

Подключите кабель питания к разъему IEC 320 на задней панели прибора. Если вместе с прибором вам был поставлен кабель питания неправильного типа, обратитесь в ближайшее представительство Keysight по продажам и поддержке.

Прибор оснащен универсальным входом питания переменного тока. Прибор может быть подключен к сети переменного тока с напряжением от 100 до 240 В, частотой 50, 60 или 400 Гц.

**Примечание для базового блока Keysight N6702C:** цепи стандартных сетей электроснабжения переменного тока, рассчитанные на номинальное напряжение 100–120 В пер. тока, не могут обеспечить достаточное снабжение током для питания базового блока N6702A при его работе с полной номинальной мощностью.

Тем не менее допускается подключать N6702A к сетям электроснабжения переменного тока, рассчитанным на номинальное напряжение 100–120 В пер. тока. В этом случае внутренние схемы будут ограничивать доступную для модулей мощность на уровне 600 Вт. Вследствие такого ограничения мощности потребляемый ток от сети переменного тока будет составлять менее 15 А, что позволит исключить перегрузку цепей стандартных сетей электроснабжения напряжением 100–120 В пер. тока.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Отсоединяемый кабель питания может использоваться в качестве устройства аварийного размыкания цепи.

При отсоединении кабеля питания прибор будет отключен от сети переменного тока.

## Защелкивающийся ферритовый сердечник для N6700C

Установка ферритового сердечника, входящего в комплект поставки, требуется только в том случае, если к выходу N6700C подключаются высокочувствительные нагрузки. Ферритовый сердечник уменьшает риск образования выбросов синфазных токов на выходе системы питания при включении и выключении питания переменным током. Обратите внимание, что базовые блоки N6701C и N6702C имеют встроенные ферритовые сердечники.

Дополнительные меры защиты чувствительных нагрузок от синфазных токов рассматриваются в разделе «**Защита чувствительных нагрузок от переходных состояний при включении и выключении питания переменным током**».

Установка сердечника

1. Положите сердечник на кабель в произвольной точке.
2. Дважды пропустите кабель питания через сердечник.
3. Сложите сердечник.



## Подключение к выходам

### Проводные подключения выходов

#### Выбор сечения проводов

#### Требования к проводным подключениям Keysight N678xA SMU

#### Проводные подключения нескольких нагрузок

#### Напряжение положительной и отрицательной полярности

#### Время отклика нагрузочного конденсатора

#### Установка ферритового сердечника — только для Keysight N6792A

#### Защита чувствительных нагрузок

**ПРИМЕЧАНИЕ** В тексте настоящего документа входные клеммы модуля нагрузки Keysight N679xA называются выходами.

## Проводные подключения выходов

**ОСТОРОЖНО** **ОПАСНОСТЬ ПОЖАРА** Используйте только тот кабель питания, который был поставлен вместе с прибором. При использовании кабелей питания другого типа возможен перегрев кабеля питания, что может стать причиной пожара.

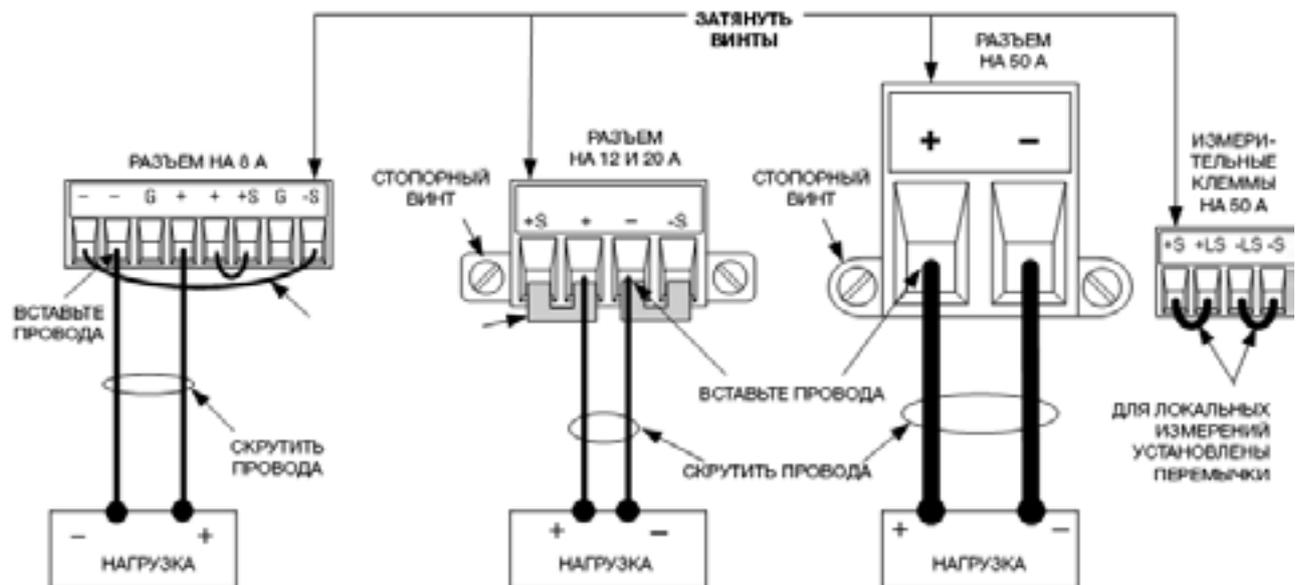
**ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ** Кабель питания обеспечивает заземление шасси посредством третьего проводника. Убедитесь, что используемая розетка предназначена для работы по трехпроводной схеме и что ее соответствующий контакт соединен с заземлением.

Для присоединения проводов отсоедините разъем-вставку. С разъемом-вставкой на 8 А могут использоваться провода сечением от AWG 14 до AWG 30. С разъемом-вставкой на 12 А могут использоваться провода сечением от AWG 12 до AWG 30. С разъемом-вставкой на 20 А могут использоваться провода сечением от AWG 10 до AWG 24. С разъемом-вставкой на 50 А могут использоваться провода сечением от AWG 6 до AWG 20. Не рекомендуется использовать провода сечением меньше, чем AWG 20. Присоедините провода к нагрузке к клеммам «+» и «-». Присоедините провода для измерений к клеммам «+s» и «-s». Для локальных измерений предусмотрены перемычки.

Надежно зафиксируйте все провода, затянув винтовые клеммы. Вставьте разъем-вставку в гнездо на задней панели прибора. Надежно зафиксируйте разъем-вставку на 12 или 50 А, затянув стопорные винты. Соединительная клемма заземления шасси, предназначенная для присоединения к заземлению, расположена рядом с разъемом питания от сети переменного тока.

Информация о номерах деталей для всех разъемов-вставок приведена в разделе «**Позиции, входящие в комплект поставки**».

**ВНИМАНИЕ** У модулей питания с измерительным разъемом на 50 А клеммы «+LS» и «-LS» предназначены для использования ТОЛЬКО для локальных измерений, как показано на схеме ниже. Запрещается использовать клеммы «+LS» и «-LS» для каких-либо иных подключений.



## Выбор сечения проводов

**ОСТОРОЖНО**

**ОПАСНОСТЬ ПОЖАРА** Выбирайте достаточно большое сечение проводов, чтобы они могли передавать ток короткого замыкания без перегрева (см. следующую таблицу). Для соблюдения требований безопасности провода к нагрузке должны быть достаточно большого сечения, чтобы не перегреваться, когда по ним проходит ток короткого замыкания с выхода прибора. Требования к проводным подключениям для модели Keysight N678xA SMU описаны в следующем разделе.

При выборе сечения проводов наряду с температурой проводников необходимо принимать во внимание перепад напряжения. В следующей таблице перечислены значения сопротивления для различного сечения проводов и указана максимальная длина из условия ограничения перепада напряжения до 1,0 В на каждом проводе при различных значениях тока.

Обратите внимание, что минимальное сечение провода, требуемое из условия недопущения перегрева, может оказаться недостаточным для предупреждения срабатывания защиты от перегрузки по напряжению или сохранения качественной стабилизации. В большинстве случаев провода к нагрузке должны также иметь достаточно большое сечение, чтобы ограничивать перепад напряжения до уровня не более 1,0 В на каждом проводе.

Во избежание слишком частого срабатывания защиты от перегрузки по напряжению выбирайте сечение провода таким, чтобы оно было достаточным для работы с МАКСИМАЛЬНЫМ выходным током прибора, независимо от предполагаемого тока нагрузки или настройки ограничения тока.

Сопротивление проводов, идущих к нагрузке, также является важным фактором, определяющим качество стабилизации напряжения прибором при дистанционных измерениях на емкостных нагрузках. Если нагрузка предположительно имеет высокую емкость, то при большой длине проводов, идущих к нагрузке, не следует использовать провода сечением более 12–14 AWG.

Сечение провода	Сечение в метрических единицах (прим. 1)		Сопротивление	Макс. длина для ограничения напряжения до 1 В на провод			
				При 5 А	При 10 А	При 20 А	При 50 А
AWG	2 провода в пучке	4 провода в пучке	Ом на 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

Площадь в мм <sup>2</sup>	2 провода в пучке	4 провода в пучке	Ом на метр	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. Значения предельно допустимого тока для проводов с сечением согласно сортаменту AWG взяты из стандарта MIL-W-5088B. Максимальная температура окружающей среды: 55 °С. Максимальная температура провода: 105 °С.
2. Значения предельно допустимого тока для проводов метрического сечения взяты из публикации IEC 335-1.
3. Значения предельно допустимого тока для алюминиевых проводов составляют приблизительно 84 % от значений для медных проводов.
4. Пометка «x» означает, что провод не рассчитан на максимальный выходной ток модуля питания.
5. Принимая во внимание индуктивность проводов, также рекомендуется скручивать, переплетать или связывать провода в пучок; при этом длина каждого провода не должна превышать 50 футов (14,7 м).

## Требования к проводным подключениям Keysight N678xA SMU

**ПРИМЕЧАНИЕ** В связи с влиянием индуктивности проводов приведенная в предыдущей таблице информация о длине проводов не применяется к моделям N678xA SMU.

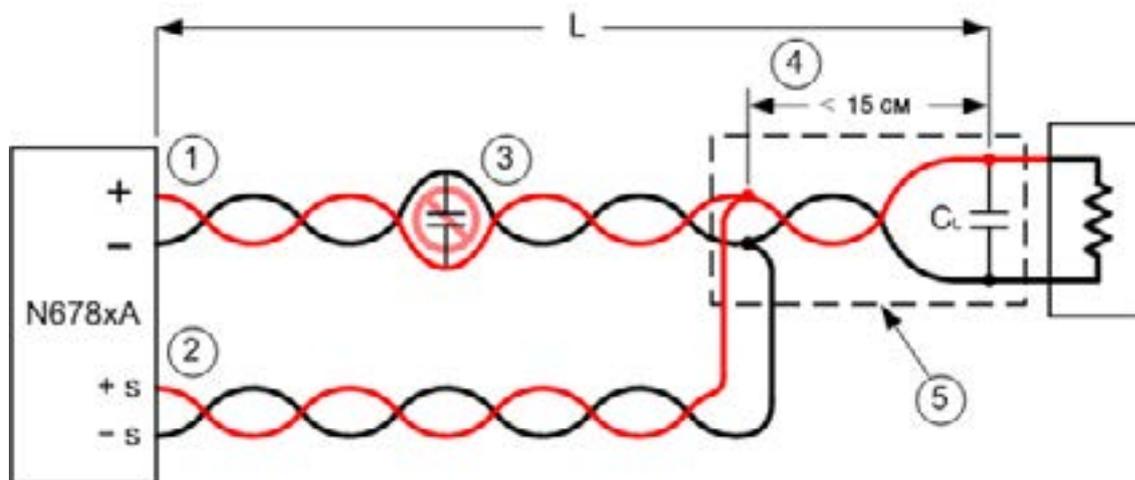
В следующей таблице приведены допустимые значения длины проводов, идущих к нагрузке, и длины проводов для некоторых распространенных типов выходных проводов. Использование более длинных (или коротких) проводов по сравнению с теми, что указаны в таблице, может стать причиной колебаний на выходе.

Тип кабеля	До разъема на модуле	
	Длина в футах	Длина в метрах
Витая пара (AWG 14 и меньше)	1–4,25 фута	0,3–1,3 метра
Коаксиальный кабель 50 Ом (RG-58)	2–10 футов	0,6–3 метра
Коаксиальный кабель 10 Ом (индуктивность на фут длины кабеля $\leq 32$ нГн)	8,5–33 фута	2–10 метров

### Широкополосные режимы с дистанционным измерением

Приведенные ниже требования применяются при использовании моделей Keysight N678xA SMU в широкополосных режимах с дистанционным измерением.

Более подробная информация о настройках полосы пропускания приведена в разделе [«Выходная полоса пропускания»](#).

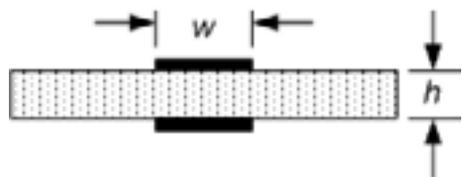


1. Провода, идущие к нагрузке, должны быть витой парой или коаксиальным кабелем и не должны переплетаться с проводами для измерений. Длину (L) см. в таблице выше.
2. Провода для измерений должны быть витой парой или коаксиальным кабелем и не должны переплетаться с проводами, идущими к нагрузке.
3. Не допускается установка конденсаторов на участке проводов, идущих к нагрузке, которые скомпенсированы проводами для измерений.

4. Если конденсатор нагрузки (CL) расположен не в точке измерения, расстояние от точки измерения до конденсатора нагрузки не может превышать 15 см, и в качестве проводника должны использоваться витая пара, коаксиальный кабель или дорожки печатной платы.

5. Если тестовое приспособление состоит из дорожек на печатной плате, положительная и отрицательная дорожки должны находиться в соседних печатных слоях непосредственно напротив друг друга.

Для уменьшения индуктивности ширина ( $w$ ) дорожек должна быть как минимум равна толщине диэлектрика ( $h$ ). Предпочтительнее делать дорожки значительно шире этого минимального значения, чтобы свести к минимуму сопротивление постоянному току.



### Узкополосный режим с дистанционным или локальным измерением

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

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

### Присоединения охранного экрана

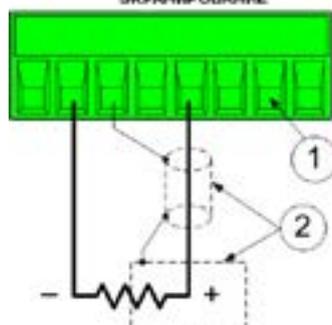
Охранный экран кабеля устраняет влияние тока утечки, который может возникать на пути прохождения тока во внешней измерительной схеме. Охранный экран кабеля может использоваться в случаях, когда требуется защита тестового приспособления, а постоянный ток, выдаваемый или измеряемый системой питания, составляет менее 1 мкА. Без охранного экрана ток утечки в измерительной схеме может повлиять на точность измерения микроамперного тока. Как правило, при измерении токов 1 мкА и более охранный экран не требуется.

Как показано ниже, присоединения охранного экрана кабеля доступны на выходном разъеме у моделей Keysight N678xA SMU. Данные присоединения обычно используются для подключения экрана кабелей и тестовых приспособлений. Они обеспечивают буферизованное напряжение с тем же потенциалом, который присутствует на выходных клеммах «+» разъема модуля. Ток в охранном экране ограничивается приблизительно 300 мкА.

1. Разъем на N678xA SMU



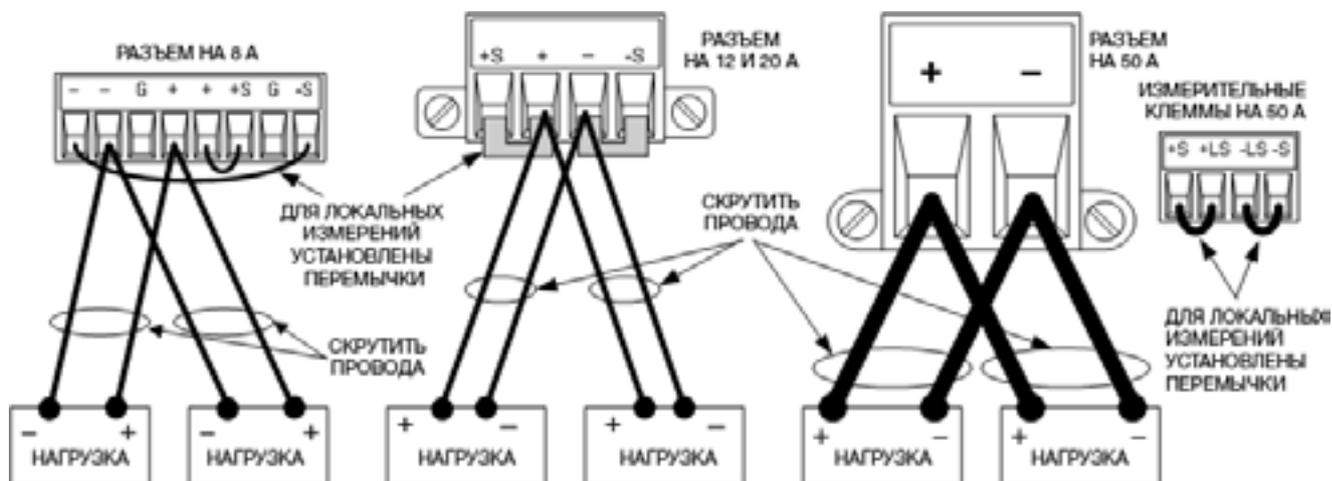
2. Охранный экран (например, экран коаксиального кабеля)



## Проводные подключения нескольких нагрузок

При использовании локальных измерений в условиях, когда к одному выходу подключается несколько нагрузок, каждая нагрузка должна подключаться к выходным клеммам отдельными проводами, ведущими к нагрузке, как показано на следующем рисунке. Это сводит к минимуму эффекты взаимной связи и позволяет в полной мере воспользоваться преимуществами низкого выходного импеданса системы питания. Каждую пару проводов следует делать как можно более короткой, при этом провода следует скручивать или связывать для уменьшения индуктивности и наводок. Цель состоит в том, чтобы во всех случаях свести к минимуму площадь контура или физическое пространство между проводами с полярностью «+» и «-», ведущими от системы питания к нагрузке.

Обратите внимание, что к моделям Keysight N678xA SMU применяются дополнительные ограничения, касающиеся проводных подключений, которые были рассмотрены ранее в разделе «Требования к проводным подключениям для Keysight N678xA SMU».



В случае если соображения, касающиеся подключения нагрузки, требуют использования распределительных клемм, расположенных на удалении от прибора, соедините выходные клеммы с удаленными распределительными клеммами парой скрученных или связанных проводов. Соедините каждую нагрузку с распределительными клеммами по отдельности. В этих условиях рекомендуется удаленное считывание напряжения — либо на удаленных распределительных клеммах, либо, если одна из нагрузок чувствительнее других, непосредственно на критической нагрузке.

## Напряжение положительной и отрицательной полярности

На выходе возможно получение напряжения как положительной, так и отрицательной полярности путем соединения одной из выходных клемм с заземлением (чтобы эта клемма стала «общей»). Вне зависимости от того, где и как заземлена система, для подключения нагрузки необходимо всегда использовать два провода. Работа с прибором возможна при напряжении  $\pm 240$  В пост. тока на любой из выходных клемм, включая выходное напряжение с «земли».

### ПРИМЕЧАНИЕ

Модели Keysight N678xA SMU оптимизированы для работы с заземленной выходной клеммой отрицательной полярности. При заземлении клеммы положительной полярности возможно увеличение уровня шума при измерении тока и некоторое снижение точности измерения тока.

## Время отклика нагрузочного конденсатора

При программировании в схемах с внешним конденсатором время отклика напряжения может быть больше, чем в схемах с чисто резистивными нагрузками. Для оценки дополнительного времени отклика при программировании в сторону повышения может использоваться следующая формула:

$$\text{Время отклика} = \frac{(\text{Добавленный выходной конденсатор}) \times (\text{Изменение } V_{out})}{(\text{Настройка ограничения тока}) - (\text{Ток нагрузки})}$$

Обратите внимание, что программирование для схемы с внешним выходным конденсатором может привести к кратковременному переходу системы питания в режим стабилизации тока или стабилизации мощности, что вносит дополнительное время в оценку.

## Установка ферритового сердечника — только для Keysight N6792A

**ПРИМЕЧАНИЕ** В целях соблюдения стандартов устойчивости к радиочастотным помехам (RFI) требуется установить ферритовый сердечник на проводах подключения нагрузки модуля нагрузки. Сердечник входит в комплект поставки модуля и не оказывает влияния на его функциональные возможности.

1. Найдите место на кабелях для установки сердечника и пропустите кабели подключения нагрузки через сердечник один раз.
2. Защелкните ферритовый сердечник на кабелях подключения нагрузки, расположив его как можно ближе к выходному разъему. Рекомендуемое расстояние от разъема до сердечника составляет не более 4 см.
3. Прикрепите хомут к проводам подключения нагрузки, чтобы не дать сердечнику съехать дальше от разъема.



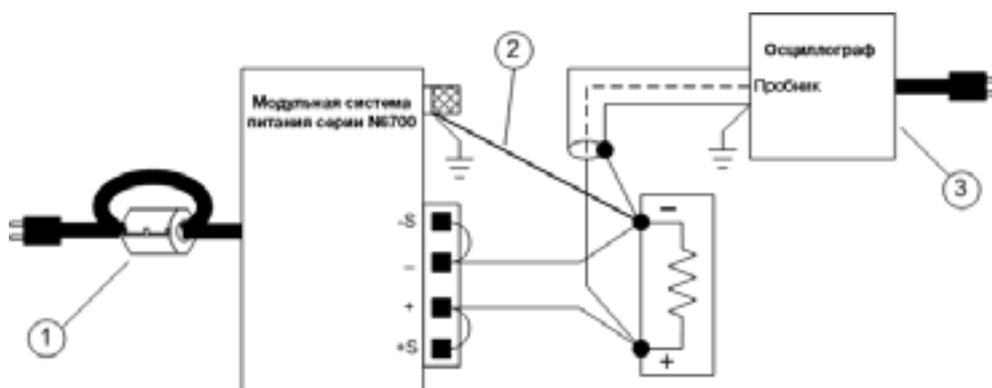
## Защита чувствительных нагрузок от переходных состояний при включении и выключении питания переменным током

**ПРИМЕЧАНИЕ** Приведенные здесь инструкции применяются только в случаях, когда к выходу модульной системы питания подключаются нагрузки, высокочувствительные к переходным напряжениям или токам. Если нагрузка подключена напрямую к выходу системы питания и не имеет какого-либо контакта с заземлением шасси, то переходные состояния на выходе системы питания, возникающие при включении и выключении питания переменным током, не должны вызывать беспокойства.

Манипулирование сетевым выключателем переменного тока может вызывать броски синфазного тока в выходных проводах постоянного тока, приводящие к броскам напряжения, которые могут повредить нагрузки, высокочувствительные к переходным напряжениям или токам. Следует иметь в виду, что подобные броски тока могут вызывать любые электронные устройства, отвечающие международным стандартам электромагнитной совместимости. Такая ситуация обусловлена наличием фильтров электромагнитных помех на входе переменного тока и выходе постоянного тока. Эти фильтры обычно содержат конденсаторы подавления синфазного сигнала, соединенные с шасси системы питания. Поскольку вход переменного тока снабжен заземлением, то любая нагрузка, которая также соединена с заземлением, будет создавать возможный обратный путь для синфазных токов.

Следующий рисунок иллюстрирует типичную ситуацию, когда нагрузка, которая в ином случае могла бы быть «плавающей», становится заземленной, создавая обратный путь для внешних токов. Здесь обратный путь создается нижней частью осциллографического пробника, которая соединена с общим проводом цепи нагрузки, а также с шасси осциллографа. В этом и других похожих случаях меры, перечисленные ниже в порядке уменьшения предпочтительности, будут способствовать ограничению бросков синфазного тока на выходе при включении и выключении системы питания сетевым выключателем переменного тока:

1. Установите на кабель питания ферритовый сердечник (номер детали Keysight 9170-2131), чтобы внести дополнительный импеданс в путь прохождения тока. Этот ферритовый сердечник уже установлен внутри базовых блоков N6701C и N6702C.
2. Установите отдельный связующий провод, идущий от общей точки нагрузки к клемме заземления системы питания. Это создает путь с меньшим импедансом, помогающий отвести внешние токи от проводов выхода постоянного тока (и чувствительной нагрузки).
3. Разорвите обратный путь через внешнее оборудование. Например, вместо несимметричного пробника, изображенного на рисунке, вы можете использовать дифференциальный пробник с «плавающим» входом или подключить к нагрузке измерительный прибор с развязкой от сети.



**ПРИМЕЧАНИЕ** Отключение нагрузки от выхода перед включением или выключением системы питания **всегда** обеспечивает защиту нагрузки от синфазных токов.

## Подключение по четырехпроводной схеме

### Проводные подключения

#### Разрыв измерительной цепи

#### Сведения по защите от перегрузки по напряжению

#### Сведения по шуму на выходе

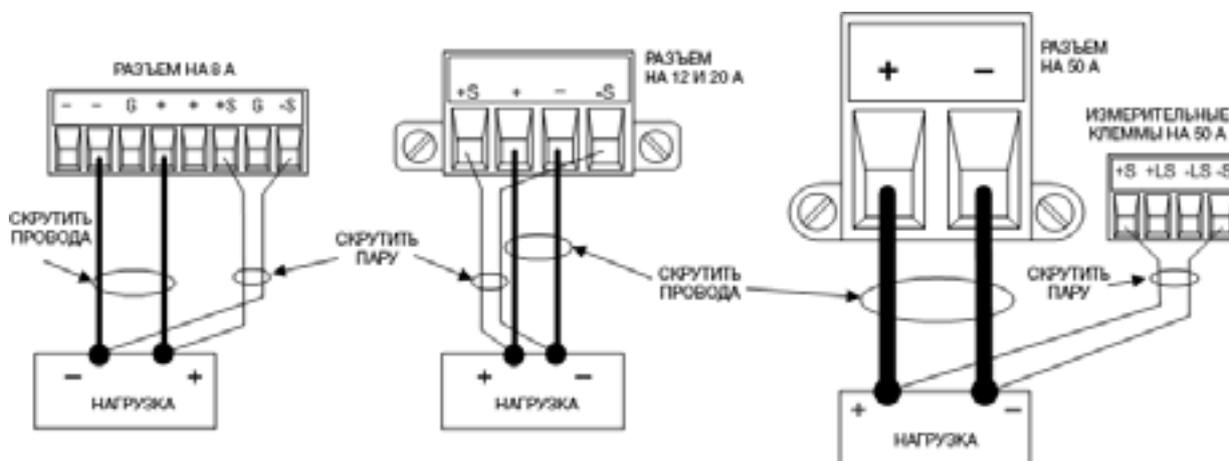
### Проводные подключения

**ОСТОРОЖНО**

**ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ** Перед выполнением присоединений на задней панели выключите питание переменным током.

Дистанционное измерение повышает точность регулировки напряжения на нагрузке, отслеживая напряжение на ней, а не на выходных клеммах. Это позволяет системе питания автоматически компенсировать падение напряжения на проводах, идущих к нагрузке. Дистанционное измерение особенно полезно для работы в режиме стабилизации напряжения (CV) в случае колебаний импеданса нагрузки или большого сопротивления проводов. На работе в режиме стабилизации тока (CC) это никак не сказывается. Поскольку операция измерения не зависит от других функций системы питания, дистанционное измерение может использоваться независимо от того, как запрограммирована система питания.

Перед подключением прибора по схеме дистанционного измерения необходимо сначала снять кабельные перемычки между клеммами для измерения и клеммами для нагрузки. Затем подсоедините провода так, как показано на рисунке ниже. Подключите нагрузку к выходным клеммам с помощью отдельных соединительных проводов. Делайте каждую пару проводов как можно короче и свивайте или связывайте их вместе, чтобы уменьшить их индуктивность и снизить уровень наводимых помех. Для ограничения влияния индуктивности длина каждого провода для подключения нагрузки не должна превышать 14,7 м (50 футов).



Подключите измерительные провода как можно ближе к нагрузке. НЕ связывайте пару измерительных проводов в один жгут с проводами нагрузки; прокладывайте их отдельно от проводов нагрузки. По измерительным проводам проходит ток величиной всего лишь несколько миллиампер, и эти провода могут быть меньшего сечения, чем провода для подключения нагрузки. Однако следует помнить, что любое падение напряжения в измерительных проводах может ухудшить характеристики регулирования напряжения прибором. Необходимо ограничивать сопротивление измерительных проводов на уровне менее 0,5 Ом для каждого провода (для этого сечение провода длиной 50 футов должно соответствовать калибру 20 AWG или большему калибру).

Обратите внимание, что дистанционное измерение требуется для моделей Keysight N678xA SMU при использовании любого из широкополосных режимов выхода, которые описаны в разделе «**Задание выходной полосы пропускания**». Также к этим моделям применяются дополнительные ограничения, касающиеся проводных подключений, которые описаны в разделе «**Требования к проводным подключениям для модели Keysight N678xA SMU**».

### ВНИМАНИЕ

При использовании дистанционного измерения с модулями питания, имеющими измерительный разъем на 50 А, запрещается подключаться к клеммам «+LS» и «-LS». Эти клеммы предназначены только для локального измерения.

## Разрыв измерительной цепи

Измерительные провода являются частью тракта обратной связи выходов. Подключайте их таким образом, чтобы исключить случайное возникновение разрыва измерительной цепи с ними. Система питания оборудована защитными резисторами, уменьшающими влияние разрыва при работе с использованием дистанционного измерения. Если в процессе работы произойдет размыкание измерительных проводов, система питания вернется в режим локального измерения с напряжением на выходных клеммах приблизительно на 1 % выше запрограммированного значения.

## Сведения по защите от перегрузки по напряжению

При задании точки отключения по напряжению необходимо принимать во внимание любое падение напряжения в проводах для подключения нагрузки. Это связано с тем, что точка измерения контура защиты от перегрузки по напряжению находится не у измерительных, а у выходных клемм. В связи с падением напряжения в проводах для подключения нагрузки напряжение, измеренное контуром защиты от перегрузки по напряжению, может быть выше напряжения, регулируемого у нагрузки.

## Защита от перегрузки по напряжению для Keysight N678xA SMU (локальная защита от перегрузки по напряжению)

Только у моделей Keysight N678xA SMU контур защиты от перегрузки по напряжению осуществляет замеры у клемм 4-проводных измерений, а не у выходных клемм. Этим обеспечивается более точный контроль перегрузки по напряжению непосредственно у нагрузки. Ввиду возможности нарушения работоспособности данной функции при неправильном выполнении проводных подключений к измерительным клеммам предусмотрена также локальная защита от перегрузки по напряжению.

Функция **локальной защиты от перегрузки по напряжению** отслеживает запрограммированную настройку защиты от перегрузки по напряжению и срабатывает, когда напряжение на выходных клеммах «+» и «-» более чем на 1,5 В превысит запрограммированную настройку защиты от перегрузки по напряжению. Также локальная защита от перегрузки по напряжению срабатывает, если напряжение на выходных клеммах превысит 7,5 В для диапазона 6 или 21,5 В для диапазона 20 В.

## Сведения по шуму на выходе

Любой шум, появляющийся под действием наводок в измерительных проводах, будет присутствовать также на выходных клеммах и может негативно сказаться на нестабильности выходного напряжения по нагрузке в режиме стабилизации напряжения. Чтобы ограничить шум, возникающий под действием наводок, скрутите измерительные провода или используйте ленточные кабели. В чрезвычайно зашумленной среде может быть необходимо экранирование измерительных проводов. Соедините экран с заземлением только со стороны системы питания; не используйте экран как один из измерительных проводников.

Шумовые характеристики, описанные в документе «**Семейство модульных систем питания Keysight N6700. Руководство по техническим характеристикам**», действительны для выходных клемм при работе с использованием локального измерения. Вместе с тем у нагрузки могут возникать переходные напряжения под действием шума, возникающего в проводах, или переходного тока нагрузки, действующего на индуктивность и сопротивление проводов, идущих к нагрузке. Если требуется ограничить до минимума уровни переходного напряжения, установите алюминиевый или танталовый конденсатор емкостью приблизительно 10 мкФ на фут (30,5 см) длины провода, идущего к нагрузке, непосредственно между клеммами нагрузки.

## Параллельное и последовательное подключение

### Параллельное подключение

### Последовательное подключение

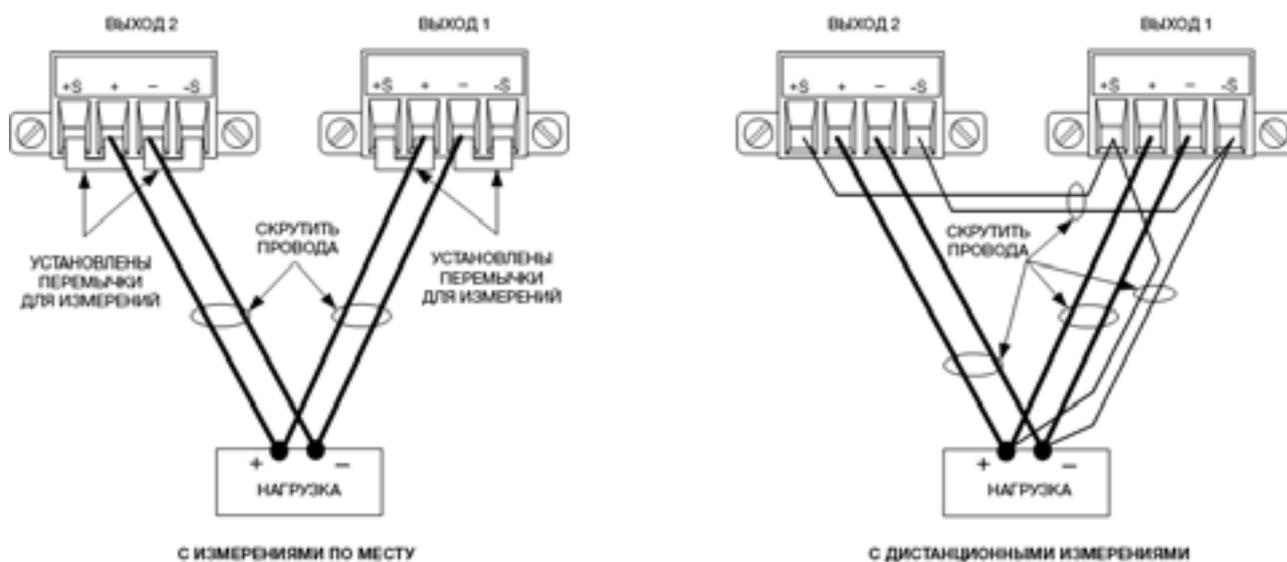
### Параллельное подключение

#### ВНИМАНИЕ

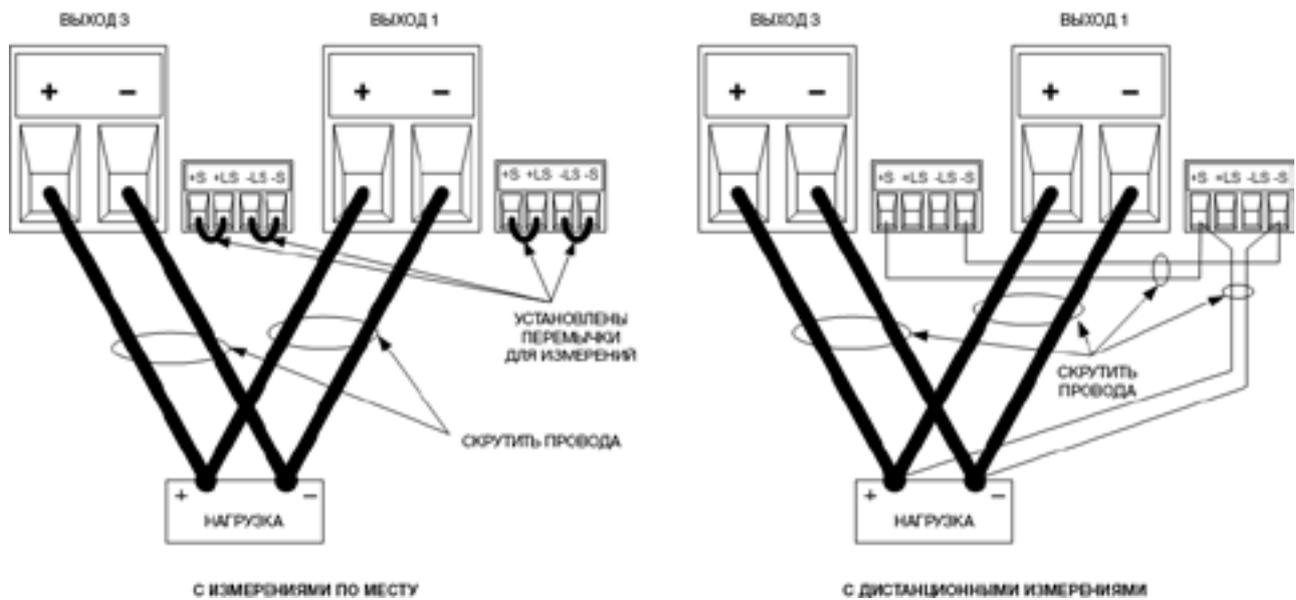
**Повреждение оборудования** При параллельном подключении допускается соединение только источников питания с одинаковыми номинальными значениями напряжения и тока. Параллельное подключение моделей Keysight N678xA SMU возможно ТОЛЬКО в том случае, если они работают в режиме приоритета тока. Работа в режиме приоритета напряжения при таком подключении не допускается.

Параллельное подключение источников питания обеспечивает отдачу большего тока в нагрузку, чем в случае одного устройства.

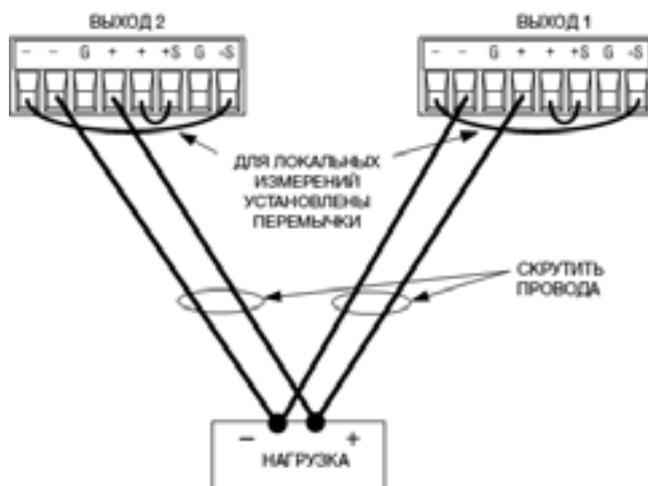
На следующих рисунках показано, как правильно выполнять подключение двух выходов при параллельной работе. На рисунке слева показана схема с локальным измерением. Если падение напряжения в проводах для подключения нагрузки создает проблемы, на рисунке справа показано, как подключить измерительные провода непосредственно к нагрузке. Обратите внимание, что в обоих случаях подключения должны выполняться к клеммам для дистанционного измерения.



На следующем рисунке показана схема подключения модулей питания на 50 А.



На следующем рисунке показана схема параллельного подключения модулей питания N678xA SMU. Обратите внимание, что удаленное измерение обычно не используется в режиме приоритета тока.



## Группировка выходов

**ПРИМЕЧАНИЕ** Функция группировки выходов отсутствует у модулей питания N678xA SMU.

После того как выходы будут соединены параллельно, их можно настроить (сгруппировать) так, чтобы они работали как единый канал с большей мощностью. Это справедливо при программировании как с передней панели, так и при помощи команд SCPI. Порядок группировки параллельно соединенных выходных каналов рассматривается в разделе «Группы выходов».

Если группировка выходных каналов не требуется, сначала следует запрограммировать оба выхода на требуемое напряжение на выходе. Затем следует запрограммировать ограничение тока на каждом

выходе. В режиме приоритета тока запрограммируйте выходной ток для каждого выхода, задав его равным половине общего требуемого выходного тока. Задайте для предела напряжения значение, превосходящее ожидаемое напряжение на выходе.

### Влияние на технические характеристики

Технические характеристики для параллельно соединенных выходов могут быть получены на основании технических характеристик отдельных выходов. Большинство характеристик имеют вид константы или относительного значения в процентах (или миллионных долей) плюс константа. При работе в режиме параллельного соединения относительное значение остается неизменным, а константы или компоненты, выраженные константой, меняются, как указано ниже. Для точности повторного считывания тока и температурного коэффициента повторного считывания следует использовать характеристики для отрицательного тока.

**Ток** Значения всех характеристик параллельно соединенных выходов, относящихся к току, равны удвоенным значениям соответствующих характеристик для отдельных выходов, за исключением разрешающей способности программной установки, которая остается такой же, как и для отдельного выхода.

**Напряжение** Значения всех характеристик параллельно соединенных выходов, относящихся к напряжению, остаются такими же, как и для отдельного выхода, за исключением влияния нагрузки на стабилизацию напряжения, перекрестной стабилизации напряжения на нагрузке, влияния источника на стабилизацию напряжения и кратковременного смещения характеристик в режиме стабилизации напряжения. Значения всех этих характеристик равны удвоенному значению разрешающей способности программной установки напряжения (включая относительную составляющую) во всех рабочих точках.

**Время затухания переходного процесса на нагрузке** Типичное время затухания переходного процесса на нагрузке равно удвоенному значению этого параметра для отдельного выхода.

### Последовательное подключение

#### ОСТОРОЖНО

**ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ** Плавающее напряжение ни в коем случае не должно превышать 240 В постоянного тока. Напряжение ни на одной выходной клемме не может превышать 240 В постоянного тока относительно заземления шасси.

#### ВНИМАНИЕ

При последовательном подключении могут соединяться только выходы с одинаковыми номинальными значениями напряжения и тока.

Модели Keysight N678xA SMU и N6783A не допускают последовательного подключения.

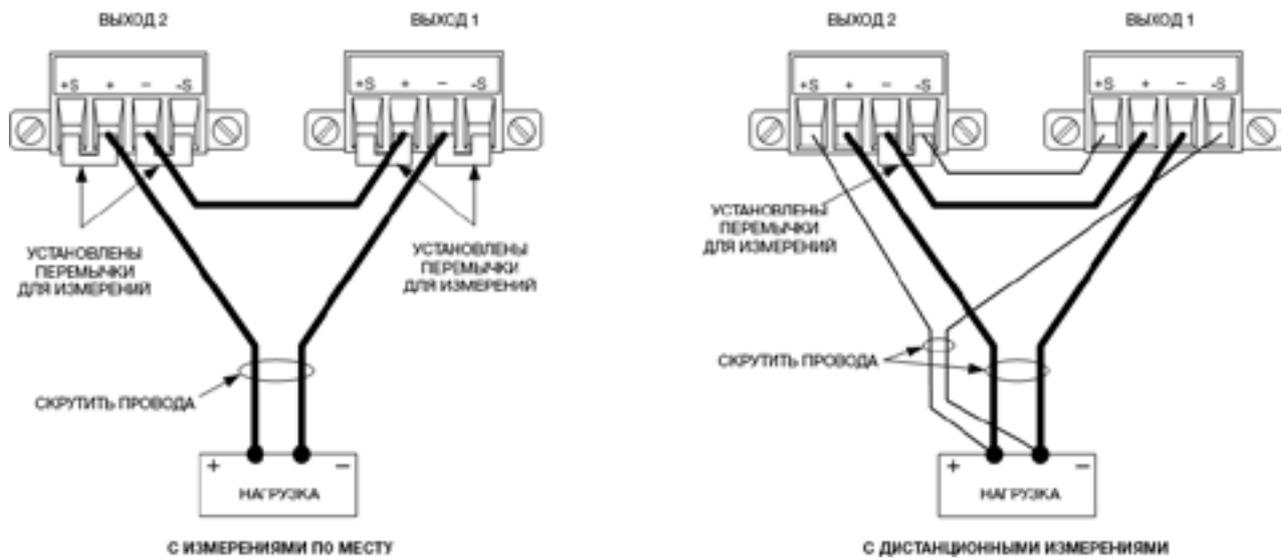
Во избежание повреждения системы питания при подключении нагрузки, все последовательно подключенные выходы должны всегда включаться и отключаться одновременно.

Запрещается оставлять один выход включенным при выключении второго выхода.

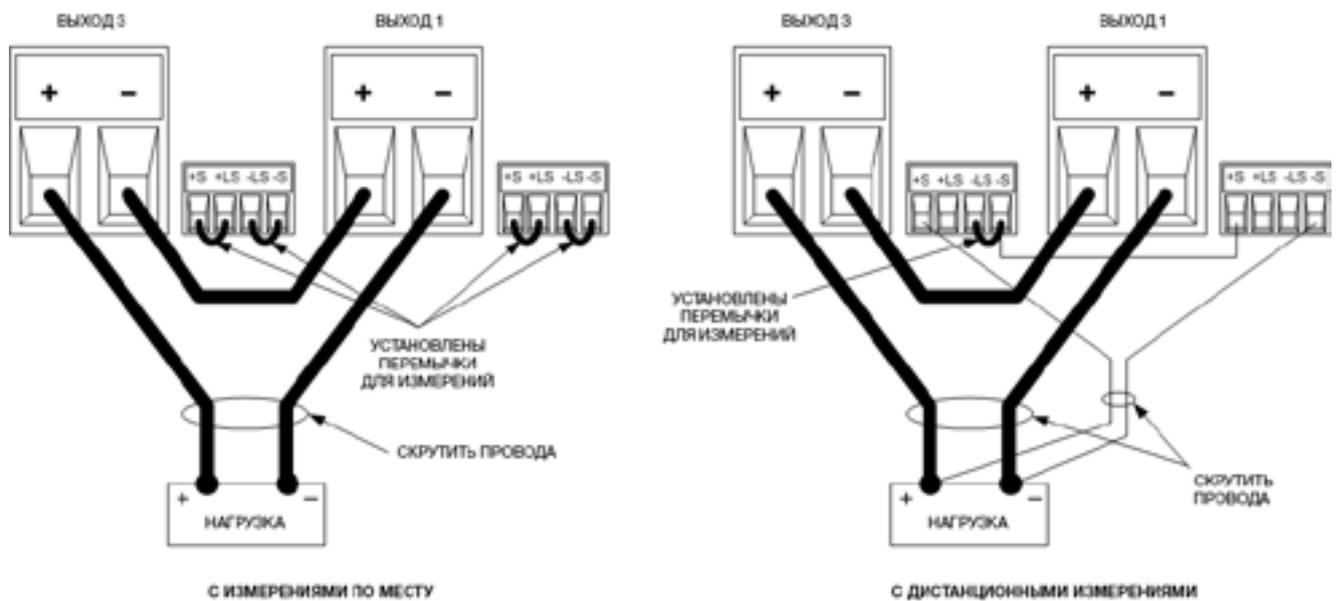
Последовательное подключение выходов позволяет получить более высокое напряжение по сравнению с тем, которое может быть достигнуто в схеме с одним выходом. Поскольку через каждый элемент последовательной цепи протекает одинаковый ток, соединенные последовательно выходы должны иметь одинаковые номинальные характеристики по току.

На следующих рисунках показано, как правильно выполнять последовательное подключение двух выходов к одной нагрузке. Если падение напряжения в проводах для подключения нагрузки создает проблемы, подключите измерительные провода выхода 1 и выхода 2 по схеме для дистанционного измерения, как показано на рисунке справа. Обратите внимание, что измерительный провод «+» выхода 1 должен оставаться подключенным к измерительной клемме «-» выхода 2.

## 2 Установка



На следующем рисунке показана схема подключения модулей питания на 50 А.



### Установка параметров выходов

Выходы, соединенные последовательно, не могут быть сгруппированы.

Для программирования последовательно соединенных выходов необходимо сначала ввести требуемый суммарный предельный ток в качестве предельного тока для каждого из выходов. После этого необходимо задать напряжение для каждого выхода так, чтобы сумма обоих напряжений равнялась требуемому рабочему напряжению. Простейший способ это сделать — запрограммировать каждый выход так, чтобы его напряжение равнялось половине требуемого рабочего напряжения.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Рабочий режим каждого выхода определяется его запрограммированными настройками, рабочей точкой и состоянием нагрузки. Поскольку при работе в режиме последовательного соединения эти условия могут меняться, индикаторы состояния выходов на передней панели будут отражать данные изменения. Это нормально. Кратковременные изменения состояния также являются нормальными.

---

**Влияние на технические характеристики**

Технические характеристики для последовательно соединенных выходов могут быть получены на основании технических характеристик отдельных выходов. Большинство характеристик имеют вид константы или относительного значения в процентах (или миллионных долей) плюс константа. При работе в режиме последовательного соединения относительное значение остается неизменным, а константы или компоненты, выраженные константой, меняются, как указано ниже.

**Напряжение** Значения всех характеристик последовательно соединенных выходов, относящихся к напряжению, равны удвоенным значениям соответствующих характеристик для отдельных выходов, за исключением разрешающей способности программной установки, которая остается такой же, как и для отдельного выхода.

**Ток** Значения всех характеристик последовательно соединенных выходов, относящихся к току, остаются такими же, как и для отдельного выхода, за исключением влияния нагрузки на стабилизацию тока, перекрестной стабилизации тока на нагрузке, влияния источника на стабилизацию тока и кратковременного смещения характеристик в режиме стабилизации тока. Значения всех этих характеристик равны удвоенному значению разрешающей способности программной установки тока (включая относительную составляющую) во всех рабочих точках.

**Время затухания переходного процесса на нагрузке** Типичное время затухания переходного процесса на нагрузке равно удвоенному значению этого параметра для отдельного выхода.

## Подключение вспомогательного входа измерения напряжения

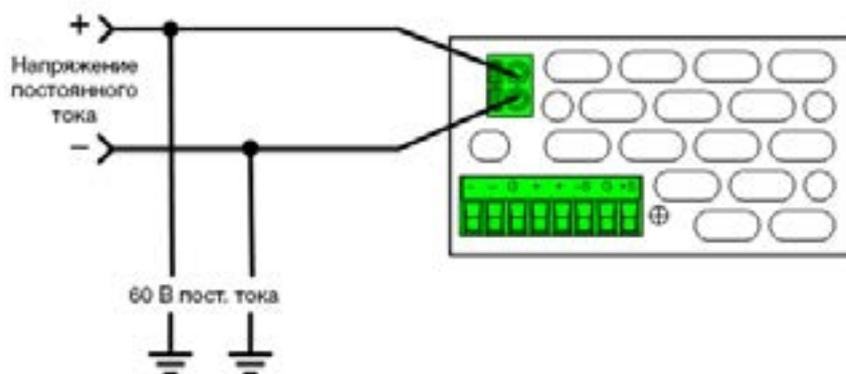
**ПРИМЕЧАНИЕ** Эта информация относится только к моделям Keysight N6781A и N6785A.

Вспомогательный вход измерения напряжения расположен на задней панели Keysight N6781A и N6785A. В основном он используется для измерения напряжения разряжаемого аккумулятора, но подходит также и для любых других обычных измерений постоянного тока.

Вспомогательный вход измерения напряжения изолирован от других общих цепей. Его ширина полосы пропускания равна приблизительно 2 кГц. Он имеет один выходной диапазон: от  $-20$  до  $+20$  В постоянного тока.

Как показано на следующем рисунке, вспомогательное измерение напряжения не может выполняться в точках с потенциалом больше  $\pm 60$  В постоянного тока относительно заземления. Более подробная информация приведена в разделе «**Вспомогательные измерения напряжения**».

**ВНИМАНИЕ** При использовании вспомогательного входа измерения напряжения потенциал выходных клемм или входных измерительных клемм не может превышать  $\pm 60$  В постоянного тока относительно любой другой клеммы или заземления шасси.



## Подключение к интерфейсам

### Подключение по шине GPIB

### Подключение по шине USB

### Подключение к локальной сети (общей и частной)

### Подключение к цифровому порту

В данном разделе описан порядок подключения системы питания к различным интерфейсам передачи данных. Более подробная информация о настройке конфигурации интерфейсов удаленного управления содержится в разделе **Конфигурация интерфейсов удаленного управления**.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Если вы не сделали это ранее, установите набор библиотек ввода/вывода Keysight, который доступен по ссылке: [www.keysight.com/find/iolib](http://www.keysight.com/find/iolib). С дальнейшей информацией о подключении к интерфейсам вы можете ознакомиться в руководстве по подключению к интерфейсам USB/LAN/GPIB Keysight Technologies, которое входит в набор библиотек ввода/вывода Keysight.

## Подключение по шине GPIB

На следующем рисунке показана типичная интерфейсная система GPIB.



1. Если на вашем компьютере не установлена интерфейсная плата GPIB, выключите его и установите плату GPIB.
2. Подключите прибор к интерфейсной плате GPIB с помощью интерфейсного кабеля GPIB.
3. С помощью утилиты Connection Expert из набора библиотек ввода/вывода Keysight настройте параметры платы GPIB.
4. Система питания поставляется с адресом GPIB, установленным на 5. При необходимости данный адрес может быть изменен с помощью меню передней панели.
5. Теперь вам доступно ПО Interactive IO в утилите Connection Expert для обмена данными с прибором. Также вы можете программировать прибор с использованием различных сред программирования.

## Подключение по шине USB

На следующем рисунке показана типичная интерфейсная система USB.



1. Подключите прибор к порту USB на компьютере с помощью кабеля USB.
2. При работающей утилите Connection Expert из набора библиотек ввода/вывода Keysight компьютер автоматически распознает подключенный прибор. На это может потребоваться несколько секунд. После того как прибор будет распознан, компьютер отобразит имя VISA, строку IDN и адрес VISA. Данная информация находится в папке USB. Также просмотр строки подключения прибора к шине USB доступен с меню передней панели.
3. Теперь вам доступно ПО Interactive IO в утилите Connection Expert для обмена данными с прибором. Также вы можете программировать прибор с использованием различных сред программирования.

## Подключение к локальной сети (общей и частной)

**Общая локальная сеть** — это локальная сеть, в которой приборы с возможностью подключения к локальной сети и компьютеры объединяются в сеть с помощью маршрутизаторов, концентраторов и (или) коммутаторов. Как правило, они представляют собой крупные сети с централизованным управлением и различными службами, такими как DHCP- и DNS-серверы. На следующем рисунке показана типичная система общей локальной сети.



1. Подключите прибор к общей локальной сети или к компьютеру с помощью кабеля LAN. Прибор поставляется с настройками локальной сети для автоматического получения IP-адреса от сети с помощью DHCP-сервера (DHCP-сервер включен). DHCP-сервер регистрирует имя узла для прибора с помощью динамического DNS-сервера. После этого имя узла и IP-адрес могут быть использованы для обмена информацией с прибором. Когда порт LAN будет настроен, на передней панели загорится индикатор LAN.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Если вам требуется вручную задать какие-либо настройки локальной сети для прибора, обратитесь к разделу **«Конфигурация интерфейсов удаленного управления»**, где содержится информация об изменении настроек локальной сети с передней панели прибора.

2. С помощью утилиты Connection Expert из набора библиотек ввода/вывода Keysight добавьте систему питания и подтвердите, что соединение установлено. Чтобы добавить прибор, вы можете через утилиту Connection Expert отдать команду обнаружения прибора в сети. Если прибор не удается обнаружить, добавьте его, указав имя узла или IP-адрес прибора.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Если эти действия окажутся безрезультатными, ознакомьтесь с разделом «Указания по поиску и устранению неисправностей» в руководстве по подключению к интерфейсам USB/LAN/GPIB Keysight Technologies, которое входит в набор библиотек ввода/вывода Keysight.

3. Теперь вам доступно ПО Interactive IO в утилите Connection Expert для обмена данными с прибором. Также вы можете программировать прибор с использованием различных сред программирования. Также для обмена данными с прибором может использоваться веб-браузер, установленный на компьютере, как описано в разделе «**Использование веб-интерфейса**».

**Частная локальная сеть** — это сеть, в которой приборы с возможностью подключения к локальной сети и компьютеры подключаются напрямую друг к другу без соединения с общей локальной сетью. Как правило, такие сети ограничены по размеру и не имеют ресурсов с централизованным управлением. На следующем рисунке показана типичная система частной локальной сети.



1. Подключите прибор к компьютеру с помощью соединительного кабеля LAN. В качестве альтернативного варианта подключите компьютер и прибор к автономному сетевому концентратору или коммутатору обычными кабелями LAN.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Убедитесь, что компьютер настроен на получение своего адреса от DHCP и что NetBIOS по TCP/IP включен. Обратите внимание, что, если компьютер ранее был подключен к общей локальной сети, у него могли сохраниться предыдущие настройки, полученные от общей локальной сети. Подождите одну минуту после отключения его от общей локальной сети перед тем, как подключиться к частной локальной сети. Это позволит Windows распознать, что компьютер находится в другой сети, и перезапустить настройку конфигурации сети.

2. Прибор поставляется с завода-изготовителя с настройками локальной сети для автоматического получения IP-адреса от общей локальной сети с помощью DHCP-сервера. Вы можете оставить эти настройки, как есть. На большинстве оборудования Keysight и большинстве компьютеров IP-адрес будет выбран автоматически с помощью функции Auto-IP, если DHCP-сервер отсутствует. Каждое из этих устройств назначает себе IP-адрес из блока 169.254.nnn. Обратите внимание, что на данный процесс может потребоваться до одной минуты. Когда порт LAN будет настроен, на передней панели загорится индикатор LAN.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Выключение DHCP позволяет сократить время, требуемое для полной настройки сетевого подключения при включении системы питания. Чтобы вручную задать настройки локальной сети для прибора, обратитесь к разделу «**Конфигурация интерфейсов удаленного управления**», где содержится информация об изменении настроек локальной сети с передней панели прибора.

3. С помощью утилиты Connection Expert из набора библиотек ввода/вывода Keysight добавьте систему питания и подтвердите, что соединение установлено. Чтобы добавить прибор, вы можете через утилиту Connection Expert отдать команду обнаружения прибора в сети. Если прибор не удается обнаружить, добавьте его, указав имя узла или IP-адрес прибора.

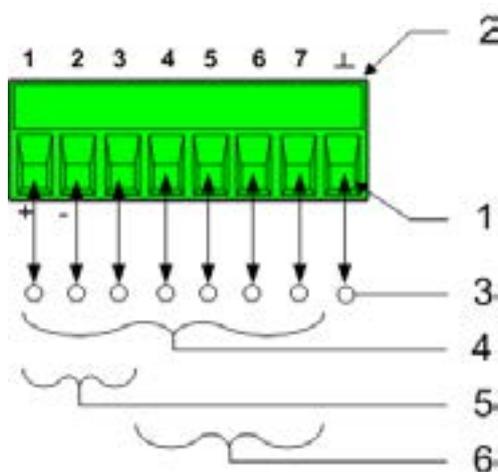
**ПРИМЕЧАНИЕ** Если эти действия окажутся безрезультатными, ознакомьтесь с разделом «Указания по поиску и устранению неисправностей» в руководстве по подключению к интерфейсам USB/LAN/GPIB Keysight Technologies, которое входит в набор библиотек ввода/вывода Keysight.

4. Теперь вам доступно ПО Interactive IO в утилите Connection Expert для обмена данными с прибором. Также вы можете запрограммировать прибор с использованием различных сред программирования. Также для обмена данными с прибором может использоваться веб-браузер, установленный на компьютере, как описано в разделе «Использование веб-интерфейса».

### Подключение к цифровому порту

Каждый прибор имеет 8-контактный разъем и быстросъемный разъем-вставку для доступа к пяти функциям цифрового порта управления. С разъемом цифрового порта управления могут использоваться провода сечением от AWG 14 до AWG 30. Обратите внимание, что не рекомендуется использовать провода сечением меньше, чем AWG 24. Для присоединения проводов отсоедините разъем-вставку.

1. Вставьте провода
2. Затяните винты
3. Общий сигнальный контакт
4. Цифровые сигналы ввода/вывода
5. Сигналы FLT/INH
6. Управление связыванием выходов



**ПРИМЕЧАНИЕ** Согласно принятой рациональной практике рекомендуется скручивать и экранировать все сигнальные провода, подключаемые к цифровым разъемам. Если используется экранированный провод, соедините с заземлением шасси только один конец экрана, чтобы не создавать паразитный контур с замыканием через землю.

### Назначение контактов

Возможная конфигурация контактов для настройки функций цифрового порта показана на следующей схеме. Полное описание электрических характеристик порта цифрового ввода/вывода приведено в **технических характеристиках** изделия.

Назначение контактов	Доступные для настройки контакты
Цифровой ввод/вывод и цифровой вход	Контакты 1–7
Ввод/вывод внешнего сигнала запуска	Контакты 1–7
Выход сигнала ошибки	Контакты 1 и 2
Вход сигнала запрета	Контакт 3
Состояние выхода	Контакты 4–7
Общий контакт	Контакт 8

В дополнение к возможностям настройки назначения контактов также доступна настройка полярности активного сигнала для каждого контакта. Если выбрана положительная полярность, логическому сигналу «истина» соответствует высокое напряжение на контакте. Если выбрана отрицательная полярность, логическому сигналу «истина» соответствует низкое напряжение на контакте.

Более подробная информация о настройке функций цифрового порта содержится в разделе **«Использование цифрового порта управления»**.



# 3

## Начало работы

**Использование передней панели**

**Конфигурация интерфейсов удаленного управления**

## Использование передней панели

### Включение прибора

### Настройка напряжения на выходе

### Настройка тока на выходе

### Включение выхода

### Использование меню передней панели

### Настройка защиты от перегрузки по напряжению

В данной главе описываются действия, необходимые, чтобы начать работу с системой питания. Рассматриваются такие вопросы, как включение питания устройства, пользование органами управления на передней панели и перемещение по командному меню передней панели. Карта меню передней панели приведена в разделе «[Справочная таблица по содержанию меню передней панели](#)».

В данном разделе также содержатся сведения о настройке трех интерфейсов удаленного управления, разъемы которых имеются на задней панели прибора.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Подробные сведения о настройке дистанционных интерфейсов приведены в руководстве по подключению с использованием интерфейсов USB/LAN/GPIB (USB/LAN/GPIB Interfaces Connectivity Guide) компании Keysight Technologies, находящемся на компакт-диске с программным обеспечением для автоматизации (Automation-Ready CD), который входит в комплект поставки изделия.

---

## Включение прибора

**ПРИМЕЧАНИЕ** Перед тем как система питания будет готова к использованию, потребуется около 20 секунд на инициализацию.

---



Подсоединив кабель питания, включите устройство сетевым выключателем на передней панели. Через несколько секунд начнет светиться дисплей на передней панели.

При включении прибора автоматически выполняется самодиагностика. Она служит для подтверждения исправности вашего прибора. В случае неудовлетворительной самодиагностики на передней панели загорается индикатор Err. Нажмите клавишу Error, чтобы отобразить на дисплее на передней панели список ошибок. Более подробная информация содержится в разделе «Сообщения об ошибках» в руководстве по эксплуатации и обслуживанию.

Когда на дисплее на передней панели появится изображение, вы можете приступить к вводу значений напряжения и тока при помощи органов управления на передней панели.

## Выбор выходного канала



Для выбора выходного канала, который требуется запрограммировать, нажмите клавишу Channel.

## Настройка напряжения на выходе

### Метод 1 — при помощи клавиш навигации и клавиш со стрелками

**Клавиши навигации** С помощью левой и правой клавиш навигации перейдите к настройкам, которые требуется изменить. На приведенном ниже снимке экрана выбрана настройка напряжения на канале 1. Введите значение с цифровой клавиатуры. Затем нажмите Enter.



**Клавиши со стрелками** ↑↓

Для увеличения и уменьшения значения, а также для переключения между положительным и отрицательным предельными значениями у модели N6784A вы можете воспользоваться клавишами со стрелками. Когда выход включен и устройство работает в режиме стабилизации напряжения, выходное напряжение меняется моментально. В противном случае изменение вступит в силу тогда, когда выход будет включен.

### Метод 2 — ввод значения с использованием клавиши Voltage



Нажмите клавишу Voltage, чтобы выбрать поле ввода значения напряжения. На приведенном ниже снимке экрана выбрана настройка напряжения на канале 1. Введите требуемую настройку с цифровой клавиатуры. Затем нажмите Enter.



**ПРИМЕЧАНИЕ** Если вы допустили ошибку, сотрите число, нажав клавишу BACKSPACE ←, нажмите Back для выхода из меню или нажмите Meter для возврата в режим измерения.

## Настройка тока на выходе

### Метод 1 — при помощи клавиш навигации и клавиш со стрелками

**Клавиши навигации** С помощью левой и правой клавиш навигации перейдите к настройкам, которые требуется изменить. На приведенном ниже снимке экрана выбрана настройка тока на канале 1. Введите значение с цифровой клавиатуры. Затем нажмите Enter.



### Клавиши со стрелками ↑↓

Для увеличения и уменьшения значения, а также для переключения между положительным и отрицательным предельными значениями у моделей N678xA SMU вы можете воспользоваться клавишами со стрелками. Когда выход включен и устройство работает в режиме стабилизации тока, выходной ток меняется моментально. В противном случае изменение вступит в силу тогда, когда выход будет включен.

## Метод 2 — ввод значения с использованием клавиши Current



Нажмите клавишу Current, чтобы выбрать поле ввода значения тока. На приведенном ниже снимке экрана выбрана настройка тока на канале 1. Введите требуемую настройку с цифровой клавиатуры. Затем нажмите Enter.



**ПРИМЕЧАНИЕ** Если вы допустили ошибку, сотрите число, нажав клавишу BACKSPACE ◀, нажмите Back для выхода из меню или нажмите Meter для возврата в режим измерения.

## Включение выхода

### Включение выхода клавишей On/Off



Если к выходу подключена нагрузка, цифры на дисплее на передней панели будут показывать, что она потребляет ток. В противном случае измеренное значение тока будет равно нулю. Индикатор состояния, расположенный рядом с номером канала, будет показывать состояние выхода. В данном случае он показывает, что выходной канал работает в режиме стабилизации напряжения.



**ПРИМЕЧАНИЕ** Описание индикаторов состояния приведено в разделе «Краткий обзор дисплея на передней панели».

## Использование меню передней панели

Командное меню передней панели обеспечивает доступ к большинству функций системы питания. Фактические элементы управления функциями находятся на самом нижнем уровне меню. Краткое описание порядка работы:

- Нажмите клавишу **Menu**, чтобы войти в командное меню.
- Для перехода между командами меню используйте клавиши навигации влево и вправо (◀, ▶).
- Для выбора команды и перехода на более низкий уровень меню используйте центральную клавишу **Select**.

- Для отображения справки об элементах управления функциями используйте клавишу **Help**.

Карта команд меню передней панели приведена в разделе «[Справочная таблица по содержанию меню передней панели](#)». Следующий пример демонстрирует перемещение по меню передней панели для настройки функции защиты от перегрузки по напряжению.

### Пример меню — настройка защиты от перегрузки по напряжению



Нажмите клавишу Menu, чтобы войти в командное меню передней панели. В первой строке отображается выходной канал, настройка которого производится в настоящий момент, а за ним — путь в меню. Поскольку отображается верхний уровень меню, отображается пустой путь.

Во второй строке отображаются команды, доступные на данном уровне меню. В данном примере показаны команды меню верхнего уровня; команда Output выделена.

В третьей строке отображаются команды, доступные на следующем уровне после выбора команды Output. При выборе выделенной команды происходит переход на этот более низкий уровень.

```
Chan 1:\
Output Measure Transient Protect States System
Settings, Mode, Sequence, Short, Advanced
```



Нажатиями клавиши навигации ► вправо и перемещайте курсор в меню, пока не будет выделена команда Protect. Нажмите клавишу Select, чтобы выбрать команду Protect.

```
Chan 1:\
Output Measure Transient Protect States System
OVP, OCP, OPP, OT, Inh, Coupling, WDog, Esc, Clear
```



Путь в меню теперь показывает, что команды, отображаемые во второй строке, расположены под командой Protect. Команда OVP выделена. В третьей строке отображаются команды, доступные на следующем уровне после выбора команды OVP. Нажмите клавишу Select, чтобы выбрать команду OVP.

```
Chan 1:\Protect
OVP OCP OPP OT Inh Coupling WDog Esc Clear
Overvoltage protection settings.
```



4, 4, Enter

Теперь фокус командного меню находится на уровне элементов управления функциями. Это самый нижний уровень на данном пути. С помощью клавиш навигации выделите пункт OVP Level, как показано ниже. Введите требуемый уровень защиты от перегрузки по напряжению с цифровой клавиатуры. Затем нажмите Enter.



Вы можете в любой момент нажать клавишу **Channel** для выбора другого выходного канала. Это помогает сэкономить время, позволяя непосредственно обращаться к пункту меню OVP Level каждого канала без необходимости перемещаться по уровням меню.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Если ввести порог защиты от перегрузки по напряжению, меньший текущего выходного напряжения, произойдет срабатывание цепи защиты от перегрузки по напряжению, и выходной канал будет отключен. На индикаторе состояния передней панели будут отображаться символы OV.

**Выход из командного меню**

Существует два способа выхода из командного меню.



Чтобы немедленно вернуться к экрану режима измерения, нажмите клавишу **Meter**. Это самый быстрый способ возврата в режим измерения.



Чтобы вернуться на уровень выше в командном меню, нажмите клавишу **Back**. Этот метод удобнее, если предстоит воспользоваться другими командами меню.

**Действия в случае затруднений**

Для получения дополнительной справки о любом элементе управления функцией или уровне меню, нажмите клавишу **Help**. Чтобы выйти из меню Help, нажмите клавишу Back.

Индикатор Err на передней панели загорается в случае неудовлетворительной самодиагностики, а также если в работе прибора возникают неполадки. Чтобы отобразить список ошибок, нажмите клавишу Error. Более подробная информация содержится в разделе «Сервисное и техническое обслуживание» в руководстве по эксплуатации и обслуживанию.

## Конфигурация интерфейсов удаленного управления

### Конфигурация интерфейса USB

### Конфигурация интерфейса GPIB

### Конфигурация интерфейса LAN

### Внесение изменений в настройки локальной сети

### Использование веб-интерфейса

### Использование Telnet

### Использование сокетов

### Обеспечение возможности использования интерфейсов

МСП Keysight N6700 поддерживает обмен данными по интерфейсу удаленного управления следующих трех типов: GPIB, USB и LAN. Все три интерфейса активны при включении устройства. Информация о выполнении подключений к интерфейсам приведена в разделе «Подключение к интерфейсам».

При обмене данными по интерфейсам удаленного управления загорается индикатор ввода-вывода **IO** на передней панели. Когда порт LAN будет настроен и к нему будет выполнено подключение, на передней панели загорится индикатор **Lan**.

Базовые блоки системы питания обеспечивают возможность контроля подключения по сети Ethernet. При задействованной функции контроля подключения по сети Ethernet осуществляется непрерывный контроль порта LAN прибора с автоматической перенастройкой конфигурации, когда прибор отключается не менее чем на 20 секунд и затем обратно подключается к сети.

## Конфигурация интерфейса USB

Параметры конфигурации USB, доступные для настройки, отсутствуют. Просмотр строки подключения прибора к шине USB доступен через меню передней панели:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>System\IO\USB</b>	Отсутствует
Строка подключения к шине USB будет отображена в диалоговом окне.	

## Конфигурация интерфейса GPIB

Каждое устройство, подключенное к интерфейсу GPIB (IEEE-488), должно иметь уникальный адрес в виде целого числа от 0 до 30. Прибор поставляется с адресом, установленным на 5. Адрес интерфейсной платы GPIB вашего компьютера не должен вступать в конфликт с какими-либо адресами приборов, подключенных к шине интерфейса. Данная настройка находится в энергонезависимой памяти; она не изменяется при выключении и включении питания или применении команды \*RST. Адрес GPIB может быть изменен с помощью меню передней панели:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>System\IO\GPIB</b>	Отсутствует
С помощью цифровых клавиш введите новое значение от 0 до 30. Затем нажмите <b>Enter</b> .	

## Конфигурация интерфейса LAN

В следующих разделах описаны основные функции настройки конфигурации локальной сети, доступные из меню передней панели. Обратите внимание, что команд SCPI для настройки параметров локальной сети не предусмотрено. Вся настройка локальной сети должна выполняться с передней панели.

**ПРИМЕЧАНИЕ** После внесения изменений в настройки локальной сети необходимо сохранить изменения. Выберите: **System\IO\LAN\Apply**. При выборе Apply питание прибора будет выключено и включено вновь и произойдет активация настроек. Настройки локальной сети находятся в энергонезависимой памяти; они не изменяются при выключении и включении питания или применении команды \*RST. Если вы не желаете сохранить внесенные изменения, выберите: **System\IO\LAN\Cancel**. При выборе Cancel все изменения будут отменены.

У поставляемого прибора DHCP включен, благодаря чему обеспечивается возможность обмена данными через локальную сеть. DHCP означает протокол динамического конфигурирования сетевого узла — протокол, в котором сетевым устройствам назначается динамический IP-адрес. При динамической адресации устройство может при каждом подключении к сети иметь новый IP-адрес.

## Просмотр активных настроек

Для просмотра активных на данный момент настроек локальной сети:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>System\IO\LAN\Settings</b>	Отсутствует
На экран выводятся активные настройки локальной сети. Для прокрутки списка используйте клавиши со стрелками вверх и вниз.	

Активные на данный момент настройки IP-адреса, маски подсети и шлюза по умолчанию могут отличаться от настроек в меню конфигурации передней панели — это зависит от конфигурации сети. Если настройки отличаются, это вызвано тем, что сеть автоматически назначила собственные настройки.

## Возврат настроек локальной сети

Вы можете выполнить сброс параметров LXI LCI в настройках локальной сети. В результате будет выполнен сброс DHCP, конфигурации адреса DNS-сервера, состояния mDNS, имени службы mDNS и пароля от веб-интерфейса. Эти настройки оптимизированы для подключения вашего прибора к общей локальной сети. Они также должны подойти и для других вариантов конфигурации сети.

Вы также можете выполнить сброс настроек локальной сети до состояния на момент поставки с завода-изготовителя. В результате произойдет возврат VCEX настроек локальной сети к состоянию на момент поставки с завода-изготовителя и будет выполнен перезапуск подключения к локальной сети. Все настройки локальной сети по умолчанию перечислены в разделе «Настройки в энергонезависимой памяти» в руководстве по эксплуатации и обслуживанию.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>System\IO\LAN\Reset</b>	Отсутствует
Выберите <b>System\IO\LAN\Defaults</b>	
Выберите <b>Reset</b> . В результате будут активированы выбранные настройки локальной сети и выполнен перезапуск подключения к локальной сети.	

## Внесение изменений в настройки локальной сети

Система питания поставляется с завода-изготовителя с предустановленными настройками, при которых обеспечивается ее работа в большинстве локальных сетей. Если необходимо вручную изменить эти настройки, нажмите клавишу Menu, а затем с помощью клавиш навигации выберите меню LAN Modify (Изменить настройки локальной сети). После этого в меню Modify вы получите доступ к следующим пунктам: IP, Name, DNS, WINS, mDNS и Services.

Информация о настройках локальной сети по состоянию на момент поставки с завода-изготовителя содержится в разделе «Настройки в энергонезависимой памяти» в руководстве по эксплуатации и обслуживанию.

## IP-адрес

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>System\IO\LAN\Modify\IP</b>	Отсутствует
Выберите Auto или Manual. Полное описание приведено ниже.	

- Auto** — этот параметр предписывает автоматически настраивать адресацию прибора. Если выбран данный параметр, прибор сначала попытается получить IP-адрес от DHCP-сервера. Если DHCP-сервер будет найден, он присвоит прибору IP-адрес (IPAddress), маску подсети (Subnet Mask) и шлюз по умолчанию (Default Gateway). Если же DHCP-сервер будет недоступен, прибор попытается получить IP-адрес по протоколу AutoIP. Протокол AutoIP обеспечивает автоматическое присваивание IP-адреса, маски подсети и шлюза по умолчанию в сетях, не имеющих DHCP-сервера. (DHCP означает протокол динамического конфигурирования сетевого узла — протокол, в котором сетевым устройствам назначается динамический IP-адрес. При динамической адресации устройство может при каждом подключении к сети иметь новый IP-адрес.)
- Manual** — этот параметр позволяет вручную настроить адресацию прибора, введя требуемые значения в перечисленные ниже три поля. Эти поля отображаются только в том случае, если выбран параметр Manual.
- IP Address** — это значение представляет собой IP-адрес прибора при использовании протокола Интернета. IP-адрес необходим для любого обмена данными с прибором по протоколам IP и TCP/IP. IP-адрес состоит из четырех десятичных чисел, разделенных точками. Каждое из этих десятичных чисел находится в диапазоне от 0 до 255 без нулевых старших разрядов (например, 169.254.2.20).
- Subnet Mask** — это значение, называемое маской подсети, позволяет прибору определить, находится ли IP-адрес клиента в той же локальной подсети. При присвоении значений применяется та же нотация, что и для IP-адресов. Если IP-адрес клиента относится к другой подсети, все пакеты необходимо передавать через шлюз по умолчанию.

- **DEF Gateway** — это значение представляет собой IP-адрес шлюза по умолчанию. Шлюз по умолчанию позволяет прибору обмениваться данными с системами, находящимися вне локальной подсети, которая задается маской подсети. При присвоении значений применяется та же нотация, что и для IP-адресов. Значение 0.0.0.0 указывает, что шлюз по умолчанию не определен.

При написании адресов в точечной нотации («*nnn.nnn.nnn.nnn*», где «*nnn*» — значение байта от 0 до 255) необходимо соблюдать осторожность, так как большинство программного обеспечения ПК для работы с веб-приложениями интерпретирует значения байтов с нулевыми старшими разрядами как восьмеричные числа (с основанием 8). Например, «192.168.020.011» в десятичной системе будет эквивалентно «192.168.16.9», так как восьмеричное число «.020» соответствует десятичному числу 16, а восьмеричное число «.011» соответствует десятичному числу 9. Во избежание путаницы используйте только десятичные значения от 0 до 255 без нулевых старших разрядов.

## Имя узла

Имя узла — это часть доменного имени, относящаяся к узлу и преобразуемая в IP-адрес. Настройка имени узла для прибора:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>System\IO\LAN\Modify\Name</b></p> <p>Вы можете ввести любое значение с цифровой клавиатуры. Для ввода дополнительных символов воспользуйтесь клавишами навигации вверх/вниз и выберите буквы путем прокручивания списка букв, который появится при нажатии этих клавиш. Для перемещения по текстовому полю воспользуйтесь клавишами навигации влево/вправо. Для удаления значения воспользуйтесь клавишей BACKSPACE. По завершении ввода значения нажмите Enter.</p>	Отсутствует

- **Host name** — это поле обеспечивает регистрацию введенного имени в выбранной службе выделения имен. Если данное поле оставить пустым, никакого имени зарегистрировано не будет. Имя узла может содержать буквы верхнего и нижнего регистра, цифры и дефисы (-). Максимальная длина имени узла — 15 символов.

Каждая система питания поставляется с именем узла по умолчанию, которое имеет следующий формат: Keysight-modelnumber-serialnumber, где modelnumber — это шестизначный номер модели базового блока (например, N6700C) и serialnumber — это последние пять символов в десятизначном серийном номере базового блока, который указан на табличке в верхней части прибора (например, 45678, если серийный номер имеет вид MY12345678).

## DNS-сервер и WINS-сервер

DNS — это служба Интернета, преобразующая доменные имена в IP-адреса. Она также требуется прибору для поиска и отображения своего имени узла, назначенного ему сетью. В обычных условиях информацию об адресе DNS обнаруживает DHCP; вам потребуется изменить этот адрес только в том случае, если DHCP не используется или не действует.

WINS обеспечивает настройку службы Windows прибора. Она аналогична службе DNS, которая преобразует доменные имена в IP-адреса.

Ручная настройка служб DNS и WINS:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>System\IO\LAN\Modify\DNS</b> Выберите <b>System\IO\LAN\Modify\WINS</b>	Отсутствует
Выберите Primary Address или Secondary Address. Полное описание приведено ниже.	

- **Primary Address** — в данное поле вводится основной адрес сервера. Обратитесь к администратору своей локальной сети за данными сервера. При присвоении значений применяется та же нотация, что и для IP-адресов. Значение 0.0.0.0 указывает, что сервер по умолчанию не определен.
- **Secondary Address** — в данное поле вводится вторичный адрес сервера. Обратитесь к администратору своей локальной сети за данными сервера. При присвоении значений применяется та же нотация, что и для IP-адресов. Значение 0.0.0.0 указывает, что сервер по умолчанию не определен.

При написании адресов в точечной нотации («*nnn.nnn.nnn.nnn*», где «*nnn*» — значение байта от 0 до 255) необходимо соблюдать осторожность, так как большинство программного обеспечения ПК для работы с веб-приложениями интерпретирует значения байтов с нулевыми старшими разрядами как восьмеричные числа (с основанием 8). Например, «192.168.020.011» в десятичной системе будет эквивалентно «192.168.16.9», так как восьмеричное число «.020» соответствует десятичному числу 16, а восьмеричное число «.011» соответствует десятичному числу 9. Во избежание путаницы используйте только десятичные значения от 0 до 255 без нулевых старших разрядов.

## Имя службы mDNS

Имя службы mDNS регистрируется выбранной службой имен. Настройка имени службы mDNS прибора:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>System\IO\LAN\Modify\Name</b>  Вы можете ввести любое значение с цифровой клавиатуры. Для ввода дополнительных символов воспользуйтесь клавишами навигации вверх/вниз и выберите буквы путем прокручивания списка букв, который появится при нажатии этих клавиш. Для перемещения по текстовому полю воспользуйтесь клавишами навигации влево/вправо. Для удаления значения воспользуйтесь клавишей BACKSPACE. По завершении ввода значения нажмите Enter.	Отсутствует

- **mDNS Service Name** — это поле обеспечивает регистрацию имени службы в выбранной службе выделения имен. Если данное поле оставить пустым, никакого имени зарегистрировано не будет. Имя службы может содержать буквы верхнего и нижнего регистра, цифры и дефисы (-).

Каждая система питания поставляется с именем службы по умолчанию, которое имеет следующий формат: Keysight-modelnumber-serialnumber, где *modelnumber* — это шестизначный номер модели базового блока (например, N6700C) и *serialnumber* — это последние пять символов в десятизначном серийном номере базового блока, который указан на табличке в верхней части прибора (например, 45678, если серийный номер имеет вид MY12345678).

## Службы

Включение и выключение служб LAN.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>System\IO\LAN\Modify\Services</b> Установите или снимите флажок для служб, которые требуется включить или выключить.	Отсутствует

- Настраиваемые службы включают: VXI-11, Telnet, Web control, Sockets, mDNS и HiSLIP.
- Если требуется удаленное управление прибором с использованием встроенного веб-интерфейса, необходимо включить службу Web control.

## Использование веб-интерфейса

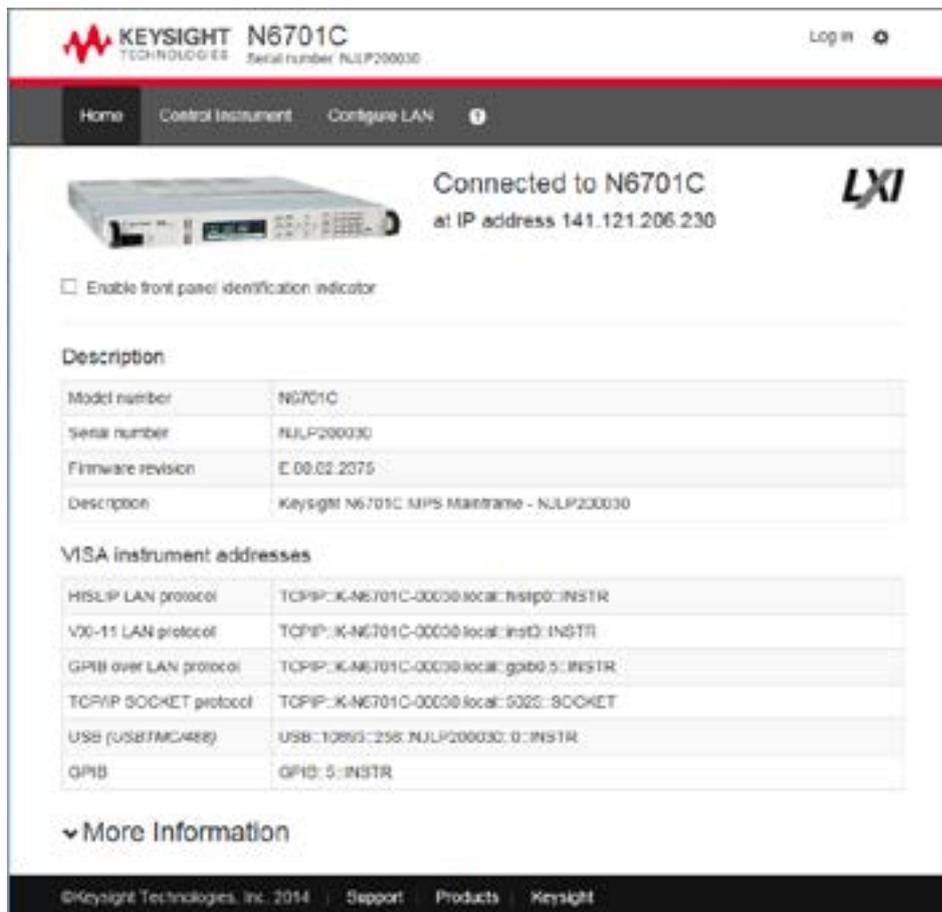
Система питания имеет встроенный веб-интерфейс, который позволяет напрямую управлять системой из веб-браузера, установленного на компьютере пользователя. При помощи веб-интерфейса возможен доступ к функциям управления передней панели, включая параметры конфигурации интерфейса LAN. Допускается до шести одновременных подключений. При большом числе подключений рабочие характеристики ухудшаются.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Встроенный веб-интерфейс работает только по локальной сети. Для его использования требуется веб-браузер. Кроме того, требуется плагин Java версии 7+. Он включен в среду Java Runtime Environment.

Прибор поставляется с включенным веб-интерфейсом. Порядок запуска веб-интерфейса:

1. Откройте браузер на используемом компьютере.
2. В адресную строку браузера введите имя узла или IP-адрес прибора. Откроется домашняя страница, показанная ниже.
3. Чтобы начать пользоваться функциями управления прибором, щелкните по вкладке Control Instrument (Управление прибором) в верхней части страницы.
4. Для получения справки о любой странице щелкните по значку ? в верхней части страницы.

Если потребуется, вы можете контролировать доступ к веб-интерфейсу посредством пароля. По состоянию на момент поставки с завода-изготовителя пароль не установлен. Чтобы установить пароль, щелкните по Log In (Вход) в верхней части страницы. За дополнительной информацией об установке пароля обратитесь к онлайн-справке.



После открытия вкладки Control Instrument на экране появится изображение передней панели устройства. Используйте мышь для манипулирования кнопками на передней панели, как если бы вы на самом деле работали с передней панелью прибора.



## Использование Telnet

В командной строке MS-DOS введите telnet <имя узла> 5024, где <имя узла> — это имя узла или IP-адрес прибора, а 5024 — порт Telnet прибора.

Должно открыться окно сеанса Telnet с заголовком, свидетельствующим о подключении к системе питания. Вводите команды SCPI в ответ на приглашение системы.

## Использование сокетов

**ПРИМЕЧАНИЕ** Источники питания допускают любые комбинации, состоящие одновременно максимум из четырех сокетов данных, сокетов управления и соединений Telnet.

Выпускаемые компанией Keysight приборы стандартизированы, и в них для служб сокетов SCPI используется порт 5025. Сокет данных на этом порту может использоваться для отправки и приема команд ASCII/SCPI, запросов и ответов на запросы. Чтобы сообщение могло пройти синтаксический анализ, все команды должны заканчиваться символом новой строки. Все ответы на запросы будут также заканчиваться символом новой строки.

Программный интерфейс сокетов также обеспечивает возможность создания соединений управления. Сокет управления может использоваться клиентом для отправки запросов очистки устройства и приема запросов на обслуживание. В отличие от сокета данных, в котором используется фиксированный номер порта, в сокете управления номер порта может быть различным, и для его получения необходимо отправить следующий запрос SCPI в сокет данных: SYSTem:COMMunicate:TCPIp:CONTRol?

После получения номера порта может быть открыто соединение с сокетом управления. Как и для сокета данных, все команды, передаваемые в сокет управления, должны заканчиваться символом новой строки. Все ответы на запросы, возвращаемые через сокет управления, будут также заканчиваться символом новой строки.

Чтобы отправить запрос очистки устройства, отправьте в сокет управления строку «DCL». Когда система источника питания завершит выполнение очистки устройства, она вернет в сокет управления эхо со строкой «DCL».

Включение запросов на обслуживание для сокетов управления производится с помощью регистра Service Request Enable (Разрешить запросы на обслуживание). После того как запросы на обслуживание будут включены, клиентская программа будет находиться в режиме прослушивания управляющего соединения. Когда SRQ примет значение true, прибор отправит клиенту строку «SRQ +nn». В ней «nn» — это значение байта состояния, которое может использоваться клиентом для определения источника запроса на обслуживание.

## Обеспечение возможности использования интерфейсов

В состоянии на момент поставки с завода-изготовителя интерфейсы USB, GPIB и LAN включены. Включение или выключение интерфейсов с передней панели:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>System\Admin\IO</b></p> <p>Включите или выключите интерфейсы, поставив или сняв флажок для следующих пунктов:</p> <p>Enable GPIB (Включить GPIB), Enable USB (Включить USB) и Enable LAN services (Включить службы локальной сети).</p> <p>Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	Отсутствует

Если вам отказано в доступе к меню Admin, возможно, оно защищено паролем. Более подробная информация приведена в разделе «[Защита паролем](#)».

**ПРИМЕЧАНИЕ** Для включения веб-сервера интерфейс LAN должен быть включен.

# 4

## Работа с системой питания

**Программирование выходов**

**Ступенчатое изменение выходных значений**

**Синхронизация включения выхода**

**Программирование списков выходных значений**

**Формирование сигналов произвольной формы**

**Проведение измерений**

**Использование оцифровщика**

**Внешняя регистрация данных**

**Использование цифрового порта управления**

**Использование функций защиты**

**Операции, связанные с системой**

**Распределение мощности базовым блоком**

**Справка по режимам работы**

## Программирование выходов

**Выбор представления канала**

**Выбор выходного канала**

**Настройка напряжения на выходе**

**Настройка тока на выходе**

**Настройка сопротивления на выходе**

**Настройка мощности на выходе**

**Выбор режима стабилизации выхода**

**Настройка скорости нарастания**

**Включение выхода**

**Настройка последовательности включения нескольких выходов**

**Программирование выходных реле**

**Настройка выходной полосы пропускания**

**Настройка режима отключения выхода**

**Программирование короткого замыкания на входе**

**Включение блокировки по пониженному напряжению**

**ПРИМЕЧАНИЕ** При первом включении системы питания может потребоваться около 20 секунд на инициализацию перед тем, как прибор будет готов к использованию.

Затененные пункты меню недоступны для данного модуля питания или в текущем режиме работы.

В тексте настоящего документа входные клеммы модуля нагрузки Keysight N679xA называются выходами .

## Выбор представления канала

<b>Справочная таблица по содержанию меню передней панели</b>	<b>Команда SCPI</b>
Нажмите клавишу Meter, чтобы переключиться между одноканальным и многоканальным представлениями.	Для выбора одноканального представления: DISP:VIEW METER1  Для выбора многоканального представления: DISP:VIEW METER4

## Выбор выходного канала

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Нажмите клавишу Channel, чтобы выбрать выходной канал.	Введите выбранный канал (каналы) в список параметров команды. OUTP:STAT? (@1,2)

## Настройка напряжения на выходе

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Нажмите клавишу Voltage.	Для установки выхода 1 на 5 В: VOLT 5,(@1)
Ввести значение напряжения. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для установки всех выходов на 10 В: VOLT 10,(@1:4)

У моделей с несколькими диапазонами, если требуется более высокое разрешение на выходе, вы можете выбрать меньший диапазон.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Нажмите клавишу Voltage.	Для выбора более низкого диапазона запрограммируйте значение, попадающее в диапазон: VOLT:RANG 5,(@1)
Выберите меньший диапазон. Затем нажмите <b>Select</b> .	

У моделей Keysight N678xA SMU, работающих в режиме приоритета тока, вы можете установить предел напряжения, который будет ограничивать напряжение на выходе заданным значением. В режиме приоритета тока выходной ток будет оставаться на своем запрограммированном значении, пока выходное напряжение не выйдет за положительный или отрицательный предел. Поставьте флажок в поле Tracking, если требуется, чтобы отрицательный предел напряжения следовал за положительным пределом напряжения.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Нажмите клавишу Voltage.	Для выбора предела напряжения: VOLT:LIM 5,(@1)
Укажите положительный (+) предел напряжения и (или) отрицательный (-) предел напряжения. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для выбора отрицательного предела напряжения: VOLT:LIM:NEG 3,(@1)
Поставьте флажок в поле Tracking, если требуется, чтобы отрицательный предел следовал за положительным.	Для включения отслеживания пределов напряжения: VOLT:LIM:COUP ON,(@1)

## Настройка тока на выходе

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Нажмите клавишу Current.	Для установки выхода 1 на 1 А: CURR 1,(@1)
Введите значение тока. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для установки всех выходов на 2 А: CURR 2,(@1:4)

У моделей с несколькими диапазонами, если требуется более высокое разрешение на выходе, вы можете выбрать меньший диапазон.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Нажмите клавишу Current.	Для выбора более низкого диапазона запрограммируйте значение, попадающее в диапазон:
Выберите меньший диапазон. Затем нажмите <b>Select</b> .	CURR:RANG 1,(@1)

У моделей Keysight N678xA SMU, N6783A и N679xA, работающих в режиме приоритета напряжения, вы можете установить положительные и отрицательные пределы тока, которые будут ограничивать ток на выходе заданным значением. В режиме приоритета напряжения выходное напряжение будет оставаться на своем запрограммированном значении, пока ток нагрузки не выйдет за положительный или отрицательный предел.

У моделей N678xA SMU поставьте флажок в поле Tracking, чтобы отрицательный предел тока следовал за положительным пределом тока. У модели N6783A-MFG отрицательный предел тока установлен на  $-2$  А и не допускает программирования.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Нажмите клавишу Current.	Для выбора предела тока:
Укажите положительный (+) предел тока и (или) отрицательный (-) предел тока. Затем нажмите <b>Select</b> .	CURR:LIM 5,(@1)
У N678xA SMU поставьте флажок в поле Tracking, если требуется, чтобы отрицательный предел следовал за положительным.	Для выбора отрицательного предела тока: CURR:LIM:NEG 3,(@1)
	Для включения отслеживания пределов тока: CURR:LIM:COUP ON,(@1)

## Настройка сопротивления на выходе

У моделей Keysight N6781A и N6785A программирование сопротивления на выходе используется преимущественно для тестирования аккумуляторных батарей и выполняется только в режиме приоритета напряжения. Значения программируются в омах: от  $-40$  мОм до  $+1$  Ом.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Output\Settings\Resistance</b> .	Для выбора предела тока:
Поставьте флажок в поле Enable, чтобы включить программирование сопротивления. Введите значение. Затем нажмите <b>Select</b>	CURR:LIM 5,(@1)
	Для выбора отрицательного предела тока: CURR:LIM:NEG 3,(@1)
	Для включения отслеживания пределов тока: CURR:LIM:COUP ON,(@1)

У моделей Keysight N679xA для программирования сопротивления нагрузки используются следующие команды. Сопротивление может быть запрограммировано в любом из трех накладываемых диапазонов. Модуль нагрузки выбирает диапазон, наиболее точно соответствующий запрограммированному вами значению сопротивления.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Выбор сопротивления должен быть сделан ранее при выборе режима стабилизации выхода.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Output\Settings\Resistance</b> . Введите значение сопротивления. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для установки сопротивления на выходе на 60 Ом: RES 60,(@1)

Если требуется более высокое разрешение на выходе, вы можете вручную выбрать меньший диапазон сопротивления. Могут быть выбраны следующие диапазоны:

	N6791A	N6792A
Высокий диапазон сопротивления	От 30 Ом до 8 кОм	От 15 Ом до 8 кОм
Средний диапазон сопротивления	От 2 Ом до 100 Ом	От 2 Ом до 100 Ом
Низкий диапазон сопротивления	От 0,08 Ом до 3 Ом	От 0,04 Ом до 3 Ом

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Output\Settings\Resistance</b> . Выберите меньший диапазон. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для выбора более низкого диапазона запрограммируйте значение, попадающее в диапазон: RES:RANG 1,(@1)

**ПРИМЕЧАНИЕ** При смене диапазонов вход нагрузки будет выключен, а затем вновь включен.

## Настройка мощности на выходе

У модулей нагрузки Keysight N679xA для программирования предельного значения входной мощности используются следующие команды. В зависимости от программируемого модуля нагрузки максимальная программируемая мощность на выходе составляет 100 или 200 Вт.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Выбор мощности должен быть сделан ранее при выборе режима стабилизации выхода.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Output\Settings\Power</b> . Введите значение предела мощности. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для установки входной мощности на 50 Вт: POW 50,(@1)

Если требуется более высокое разрешение на выходе, вы можете также выбрать меньший диапазон мощности. Могут быть выбраны следующие диапазоны:

	N6791A	N6792A
Высокий диапазон мощности	От 0,3 до 100 Вт	От 0,5 до 200 Вт
Низкий диапазон мощности	От 0,04 до 10 Вт	От 0,1 до 20 Вт

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Output\Settings\Power</b> .  В раскрывающемся списке выберите диапазон. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для выбора более низкого диапазона запрограммируйте значение, попадающее в диапазон: POW:RANG 5,(@1)

**ПРИМЕЧАНИЕ** При смене диапазонов вход нагрузки будет выключен, а затем вновь включен.

## Выбор режима стабилизации выхода

**ПРИМЕЧАНИЕ** Эта информация относится только к моделям Keysight N678xA SMU и N679xA.

У моделей Keysight N678xA SMU и N679xA могут быть выбраны либо режим приоритета напряжения, либо режим приоритета тока. Режимы приоритета мощности и сопротивления доступны только у модулей нагрузки N679xA.

Информация о режиме приоритета напряжения относится к моделям Keysight N678xA SMU и N679xA. В этом режиме выход регулируется биполярным контуром стабилизации напряжения с обратной связью, который поддерживает напряжение на запрограммированном положительном или отрицательном значении. Напряжение будет оставаться на этом запрограммированном значении до тех пор, пока ток нагрузки не выйдет за предел тока.

Информация о режиме приоритета тока относится к моделям Keysight N678xA SMU и N679xA. В этом режиме выход регулируется биполярным контуром стабилизации тока с обратной связью, который поддерживает ток на запрограммированном значении. Ток будет оставаться на этом запрограммированном значении до тех пор, пока напряжение нагрузки не выйдет за предел напряжения.

Информация о режиме приоритета мощности относится к моделям Keysight N679xA. В этом режиме модуль нагрузки будет поддерживать выходную мощность на запрограммированном уровне.

Информация о режиме приоритета сопротивления относится к моделям Keysight N679xA. В этом режиме модуль нагрузки будет потреблять ток линейно пропорционально входному напряжению в соответствии с запрограммированным значением сопротивления.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Output\Mode</b> .  Выберите один из режимов: Current (Приоритет тока), Voltage (Приоритет напряжения), Power (Приоритет мощности) или Resistance (Приоритет сопротивления). Затем нажмите <b>Select</b> .	Для установки выхода 1 в режим приоритета тока: FUNC CURR,(@1)

**ПРИМЕЧАНИЕ** При переключении между режимами приоритета тока, напряжения, мощности или сопротивления выход отключается и настройки выхода возвращаются к своим значениям при включении питания или значениям \*RST. Более подробная информация о работе в режимах приоритета приведена в разделе «Справка по режимам работы».

## Настройка скорости нарастания

Настройка скорости нарастания напряжения определяет скорость, с которой будет меняться напряжение при переходе к новому запрограммированному значению.

Настройка скорости нарастания тока доступна только у моделей Keysight N678xA SMU и N679xA . Она определяет скорость, с которой будет меняться ток при переходе к новому запрограммированному значению.

Настройка скорости нарастания мощности и сопротивления доступна только у моделей Keysight N679xA . Эти настройки определяют скорость, с которой будет меняться мощность или сопротивление при переходе к новому запрограммированному значению.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Output\Advanced\Slew</b>	Для установки скорости нарастания напряжения на 5 В/с: VOLT:SLEW 5,(@1)
Затем выберите Voltage (Напряжение), Current (Ток), Power (Мощность) или Resistance (Сопротивление).	
Введите скорость нарастания в поле Slew Rate. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для установки скорости нарастания тока на 1 А/с: CURR:SLEW 1,(@1)
Поставьте флажок в поле Max slew rate (Макс. скорость нарастания), если необходимо запрограммировать максимальную возможную скорость нарастания.	Для установки скорости нарастания мощности на 10 Вт/с: POW:SLEW 10,(@1)
	Для установки скорости нарастания сопротивления на 6 Ом/с: RES:SLEW 6,(@1)
	Для установки максимальной возможной скорости нарастания напряжения: VOLT:SLEW MAX,(@1)

Предусмотрена возможность настройки по отдельности скорости нарастания для положительных и отрицательных переходов. Настройки скорости нарастания представляют собой абсолютные значения. Также предусмотрена возможность настройки следования отрицательной скорости нарастания за положительной скоростью нарастания.

В случае установки на MAXimum, INfinity или очень высокие значения скорость нарастания будет ограничиваться характеристиками аналоговой части цепи управления. Наименьшая или минимальная скорость нарастания определяется индивидуально для каждой модели и зависит от диапазона полной шкалы. В случае других диапазонов минимальная скорость нарастания будет пропорциональна диапазону полной шкалы.

## Включение выхода

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Нажмите клавишу On/Off.	Для включения только выхода 1: OUTP ON,(@1)
Для включения/выключения ВСЕХ выходов с помощью клавиши On/Off выберите <b>System\Preferences\Keys</b> .	Для включения выходов 1–4: OUTP ON,(@1:4)
Поставьте флажок в поле On/Off key affects all channels (Действие клавиши On/Off применяется ко всем каналам). Затем нажмите <b>Select</b> .	

Из-за процедур запуска внутренних схем и установленных опциональных реле на включение выхода может потребоваться от 35 до 50 миллисекунд, а на его выключение — от 20 до 25 миллисекунд.

Чтобы сократить эти внутренние задержки, вы можете запрограммировать установку на выходе нулевого напряжения вместо использования функции включения/выключения выходов.

## Настройка последовательности включения нескольких выходов

С помощью задержек включения и выключения контролируется взаимное время включения и выключения выходных каналов.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Нажмите клавишу Channel, чтобы выбрать выход. Затем выберите <b>Output\Sequence\Delay</b> .	Для программирования задержки включения 50 мс для выхода 1 и задержки включения 100 мс для выхода 2:
Выберите либо Turn-on delay (Задержка включения), либо Turn-off delay (Задержка выключения). Введите значение задержки в секундах. Затем нажмите <b>Select</b> .	OUTP:DEL:RISE 0.05,(@1) OUTP:DEL:RISE 0.1,(@2)
Выберите <b>System\Preferences\Keys</b> . Поставьте флажок в поле On/Off key affects all channels (Действие клавиши On/Off применяется ко всем каналам). Затем нажмите <b>Select</b> .	Для программирования задержки выключения 200 мс для выходов 3 и 4: OUTP:DEL:FALL 0.2,(@3,4)

Модули различного типа — постоянного тока, с автоматическим выбором диапазонов, с прецизионными характеристиками и модули источника/измерителя — имеют различные характеристики включения выходных каналов. Когда программируется включение выходных каналов для однотипных модулей, то последовательность включения выходов определяется запрограммированными значениями задержки.

Когда же программируется последовательность включения выходов разнотипных модулей, между включением выходов возможен дополнительный временной сдвиг величиной порядка нескольких миллисекунд, который необходимо принимать во внимание. Задание общего смещения задержки позволяет обеспечить синхронность запрограммированных значений задержки включения, чтобы пуск происходил после окончания общего смещения задержки. Выберите смещение задержки для самого медленного модуля, установленного в базовом блоке, и используйте его в качестве общего смещения задержки. (Более подробная информация приведена в разделе «Синхронизация включения выходов».)

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
В меню передней панели выберите <b>Output\Sequence\Couple</b> .	Для запроса смещения задержки для самого медленного модуля в базовом блоке (максимального смещения задержки):
В поле <b>Max delay offset for this frame</b> (Макс. смещение задержки для данного базового блока) отображается смещение задержки для самого медленного модуля питания, установленного в базовом блоке. Введите это значение в миллисекундах в поле <b>Delay offset</b> (Смещение задержки). Затем нажмите <b>Select</b> .	OUTP:COUP:MAX:DOFF? Для установки общего смещения задержки для базового блока: OUTP:COUP:DOFF 0.051

## Программирование выходных реле

Доступность выходных реле и соответствующие опции описаны в разделе «Опции». Опция предусматривает двухполюсные двухпозиционные реле, отсоединяющие как выходные, так и измерительные клеммы. Опция — это то же самое, что и опция 761, но с добавлением реле смены полярности выходов. Обратите внимание, что на выходных клеммах всегда имеется небольшая цепь переменного тока.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для оставления реле в замкнутом состоянии при выключении выхода 1: OUTP OFF,NOR,(@1)  Для оставления реле в разомкнутом состоянии при включении выхода 1: OUTP ON,NOR,(@1)

Если установлена опция 761, то нормальный режим работы реле заключается в размыкании и замыкании при включении или включении выхода. Размыкание и замыкание реле происходит только тогда, когда выход находится в безопасном состоянии (нулевые ток и напряжение). Однако обратите внимание, что существует возможность программного включения или выключения выхода, при этом состояние реле будет оставаться неизменным.

Если установлена опция 760, вы также можете менять полярность выходных и измерительных клемм. Имейте в виду, что эта команда на короткое время выключает выход, пока идет переключение полярности выходных и измерительных клемм. Кроме того, обратите внимание, что, если эта опция установлена у модели N6742B, максимальный выходной ток будет ограничен 10 А.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Output\Advanced\Pol</b> .	Для смены полярности выходных и измерительных клемм выхода 1: OUTP:REL:POL REV,(@1)
Поставьте флажок в поле Reverse (Обратить полярность). Снимите флажок с поля Reverse, чтобы вернуть нормальную полярность. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для возврата нормальной полярности: OUTP:REL:POL NORM,(@1)

**ПРИМЕЧАНИЕ** Если полярность выхода была изменена на обратную, то над значением напряжения на передней панели будет отображаться черта: **10.001V**

## Настройка выходной полосы пропускания

**ПРИМЕЧАНИЕ** Эта информация относится только к моделям Keysight N678xA SMU.

Модели Keysight N678xA SMU имеют несколько настроек полосы пропускания для напряжения, с помощью которых вы сможете оптимизировать время реагирования выхода при работе с емкостными нагрузками.

В узкополосном режиме обеспечивается стабильная работа с самыми различными емкостными нагрузками. Дополнительные настройки позволяют добиться меньшего времени реагирования выхода, когда емкость нагрузки ограничена небольшими значениями.

В случае если емкостные нагрузки вызывают колебания на выходе в узкополосном режиме или при каких-либо других настройках полосы пропускания, функция защиты обнаружит колебания и зафиксирует выход в выключенном состоянии. Информация о таком состоянии сообщается посредством бита статуса OSC. Колебания обычно возникают, если емкость нагрузки выходит за указанные диапазоны значений. Функция защиты от колебаний активируется при включении питания прибора.

Выберите полосу пропускания в соответствии со следующими значениями емкости нагрузки и длины проводов, идущих к нагрузке:

Настройка	Емкость нагрузки	Измерения	Максимальное расстояние от точки измерения до конденсатора	ESR при 100 кГц	Минимальная частота
Low	0–150 мкФ	Локальные или дистанционные	Полная длина провода <sup>1</sup>	50–200 мОм	1440 Гц
High1	0–1 мкФ	Только дистанционные	6 дюймов (155 мм)	50–200 мОм	33 000 Гц
High2	0–7 мкФ	Только дистанционные	6 дюймов (155 мм)	50–200 мОм	20 500 Гц
High3	7–150 мкФ	Только дистанционные	6 дюймов (155 мм)	50–200 мОм	8300 Гц

Примечание 1. Дополнительная информация о допустимой длине проводов, идущих к нагрузке, приведена в разделе «Требования к проводным подключениям для модели Keysight N678xA SMU».

Параметром частоты задается частота полюсов, связанная с диапазоном полосы пропускания для напряжения. Значением по умолчанию для каждого диапазона является минимальная частота. Это значение оптимизировано из условия отсутствия выбросов за установленные пределы, когда емкость нагрузки соответствует наихудшему варианту. Если емкость нагрузки отличается от наихудшего варианта или если на выходах допускается некоторый выброс, значения времени перехода для напряжения на выходе могут быть уменьшены путем увеличения предела частоты.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Output\Advanced\Bandwidth</b> .	Для выбора полосы пропускания для напряжения: VOLT:BWID HIGH1,(@1)
Выберите полосу пропускания из перечисленных диапазонов. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для выбора другого значения предела частоты: VOLT:BWID:LEV HIGH1, <частота>, (@1)
В качестве альтернативного варианта введите другое значение предела частоты для указанного диапазона. Затем нажмите <b>Select</b> .	

## Настройка режима отключения выхода

**ПРИМЕЧАНИЕ** Эта информация относится только к моделям Keysight N678xA SMU.

Данная настройка позволяет задать режим высокого или низкого импеданса при включении и выключении выходов.

**Low impedance** — режим низкого импеданса, в котором при включении выходные реле замыкаются, после чего выход программируется на заданное значение. При выключении выход сначала программируется на нулевое значение, после чего выходные реле размыкаются.

**High impedance** — режим высокого импеданса, в котором при включении выход программируется на заданное значение, после чего выходные реле замыкаются. При выключении выходные реле размыкаются, а на выходе остается заданное значение. Это позволяет уменьшить импульсы тока, которые могут оказаться нежелательными в некоторых приложениях.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Output\Advanced\Tmode</b> .	Для установки выхода 1 в режим высокого импеданса: OUTP:TMOD HIGHZ,(@1)
Выберите High impedance (Высокий импеданс) или Low impedance (Низкий импеданс). Затем нажмите <b>Select</b> .	

## Программирование короткого замыкания на входе

**ПРИМЕЧАНИЕ** Эта информация относится только к моделям Keysight N679xA.

Данная функция моделирует короткое замыкание на входе модуля нагрузки N679xA. Она действует во всех режимах приоритетности и временно обходит настройки входа и скорости изменения. Обратите внимание, что включение/выключение выхода и функции защиты выхода имеют приоритет перед замыканием входных клемм накоротко. Информация о состоянии замыкания входных клемм накоротко сообщается посредством бита статуса SH.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Output\Short</b> .	Для замыкания накоротко входа 1: OUTP:SHOR ON,(@1)
Поставьте флажок в поле Enable short (Включить замыкание накоротко), чтобы замкнуть накоротко входные клеммы. Уберите флажок, чтобы снять короткое замыкание. Затем нажмите <b>Select</b> .	

## Включение блокировки по пониженному напряжению

**ПРИМЕЧАНИЕ** Эта информация относится только к моделям Keysight N679xA.

При включенной функции блокировки по пониженному напряжению у модулей нагрузки N679xA возможность потребления тока блокируется, пока не будет превышен уровень напряжения включения. Информация о таком состоянии сообщается посредством бита статуса UVI. Могут быть заданы следующие режимы:

**Off** (Выкл.) — выключает функцию блокировки по пониженному напряжению.

**Live** (Рабочий режим) — выключает вход всякий раз, когда напряжение опускается ниже настройки напряжения включения. **Включает вход, когда напряжение достигнет настройки напряжения включения.**

**Latched** (Заблокировано) — разрешает нагрузке потреблять ток после того, как напряжение опустится ниже настройки напряжения включения. Информация о состоянии блокировки по пониженному напряжению сообщается посредством бита статуса UVI.

Обратите внимание, что блокировка по пониженному напряжению недоступна, когда применяется группировка модулей нагрузки или когда устройство работает в режиме приоритета напряжения.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Output\Advanced\UVI</b>	Для установки напряжения на 3 В: VOLT:INH:VON 3, (@1)
В поле Voltage On (Напряжение включения) введите значение напряжения.	Для включения и установки функции блокировки по пониженному напряжению: VOLT:INH:VON:MODE LATCH LIVE, (@1)
Чтобы включить данную функцию, выберите режим Live или Latched. Затем нажмите <b>Select</b> .	

## Ступенчатое изменение выходных значений

### Разрешение реагирования выхода на команды запуска

### Программирование целевых уровней ступенчатого изменения в ответ на команды запуска

### Выбор источника сигнала запуска по переходному состоянию

### Инициирование системы запуска по переходному состоянию

### Выполнение ступенчатых изменений выходных параметров по сигналу запуска

### Формирование выходного сигнала запуска

Система перехода позволяет ступенчато повышать и понижать на выходе напряжение, ток, сопротивление или мощность в ответ на события запуска. В данном разделе описана процедура формирования ступенчатых изменений выходных параметров при поступлении команд запуска.

### Разрешение реагирования выхода на команды запуска

В первую очередь необходимо разрешить выходу реагировать на сигналы запуска со ступенчатым изменением выходных параметров. До тех пор пока выходу не будет разрешено реагировать на сигналы запуска, никаких результатов наблюдаться не будет, даже если вы запрограммировали уровень запуска и сформировали сигнал запуска для выхода. Сигналы запуска для сопротивления и мощности применяются к . Параметры применяются к выбранному типу сигнала произвольной формы (напряжение, ток, мощность или сопротивление).

Чтобы разрешить реагирование выхода на сигналы запуска со ступенчатым изменением выходных параметров, используйте следующие команды:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Transient\Mode</b>.</p> <p>Для указанной функции выберите в раскрывающемся списке опцию Step (Пошаговый режим).</p> <p>Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	<p>Чтобы разрешить указанной функции реагировать на сигналы запуска со ступенчатым изменением выходных параметров, используйте следующие команды:</p> <pre>VOLT:MODE STEP,(@1) CURR:MODE STEP,(@1) RES:MODE STEP,(@1) POW:MODE STEP,(@1)</pre>

**ПРИМЕЧАНИЕ** В пошаговом режиме (Step) значение, заданное для сигнала запуска, становится непосредственным значением после получения сигнала запуска. В фиксированном режиме (Fixed) сигналы запуска игнорируются, и при получении сигнала запуска непосредственные значения остаются действующими.

### Программирование целевых уровней ступенчатого изменения в ответ на команды запуска

Затем запрограммируйте уровень запуска с помощью следующих команд. После получения сигнала запуска значение параметра на выходе станет равным этому уровню. Уровни запуска для сопротивления и мощности применяются к .

Если ваша модель имеет несколько диапазонов, выбранные настройки, применяемые по сигналу запуска, должны находиться в том же диапазоне, в котором на данный момент работает выходной канал.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Step</b> .	Чтобы задать уровень запуска для выхода 1 используйте следующие команды: VOLT:TRIG 15,(@1) CURR:TRIG 1,(@1) RES:TRIG 50,(@1) POW:TRIG 75,(@1)
Введите значение. Затем нажмите <b>Select</b> .	

### Выбор источника сигнала запуска по переходному состоянию

Выберите источник сигнала запуска из следующих вариантов:

**Bus** Выбор запуска по сигналу устройства GPIB, \*TRG или <GET> (сигнал запуска для группового выполнения).

**Imm** Команда незамедлительного запуска, передаваемая с передней панели или по шине, будет формировать сигнал незамедлительного запуска.

**Ext** Выбор всех контактов цифрового порта, которые были настроены в качестве входов сигнала запуска.

**Pin<n>** Выбор определенного контакта цифрового порта, который был настроен в качестве входа сигнала запуска. <n> обозначает номер контакта. Для использования в качестве источника сигнала запуска выбранный контакт должен быть настроен в качестве входа сигнала запуска (см. «Вход сигнала запуска»).

**Transient<n>** В качестве источника сигнала запуска выбирается система перехода выходного канала. <n> обозначает номер канала. Чтобы обеспечить формирование выходного сигнала запуска, при выборе канала вы должны также настроить систему перехода этого канала. См. «Формирование выходного сигнала запуска».

Чтобы выбрать источник сигнала запуска, используйте следующие команды:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Чтобы настроить запуск по сигналу с шины, выберите <b>Transient\TrigSource</b> .	Для настройки запуска по сигналу с шины для выхода 1: TRIG:TRAN:SOUR BUS,(@1)
В поле Transient trigger source (Выбор источника сигнала запуска по переходному состоянию) выберите Bus (Сигнал с шины).	Для настройки незамедлительного запуска для выхода 1: TRIG:TRAN:SOUR IMM,(@1)
Чтобы настроить запуск по сигналу с контакта цифрового порта, выберите <b>Transient\TrigSource</b> . Затем выберите один из контактов цифрового порта. (Опция Ext позволяет выбрать все контакты, которые были настроены в качестве входов сигнала запуска.)	Для настройки запуска по сигналу с контакта цифрового порта: TRIG:TRAN:SOUR PIN<n>,(@1) где n — номер контакта.
Чтобы настроить запуск по переходному состоянию выходного канала, выберите <b>Transient\TrigSource</b> . Затем выберите один из выходных каналов.	Для настройки запуска по переходному состоянию выходного канала: TRIG:TRAN:SOUR TRAN<n>,(@1) где n — номер выходного канала, формирующего сигнал запуска.
Затем нажмите <b>Select</b> .	

### Инициирование системы запуска по переходному состоянию

При включении системы питания система запуска находится в бездействии. В этом состоянии система запуска неактивна, и любые запускающие сигналы игнорируются. Инициирование системы запуска переводит ее из состояния бездействия в состояние готовности, в котором система питания способна принимать запускающие сигналы. Инициирование системы запуска производится следующим образом:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Control</b> . Перейдите к пункту Initiate. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для инициирования системы запуска по переходному состоянию: INIT:TRAN (@1)

Для приведения в готовность к реагированию на сигналы запуска после получения команды INITiate:TRANsient требуется несколько миллисекунд.

Если сигнал запуска поступит до того, как система запуска будет приведена в состояние готовности, этот сигнал будет проигнорирован. Для проверки готовности прибора к приему сигналов запуска может использоваться бит WTG\_tran в реестре рабочего состояния.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для запроса значения бита WTG_tran (бит 4): STAT:OPER:COND? (@1)

Если в ответ на запрос выдается значение 16, бит WTG\_tran имеет значение true и прибор готов к приему сигналов запуска. Более подробная информация содержится в разделе «Справка по состоянию» в руководстве по эксплуатации и обслуживанию.

**ПРИМЕЧАНИЕ** До тех пор пока не будет запрограммирована команда INITiate:CONTinuous:TRANsient, систему запуска по переходному состоянию необходимо будет инициировать каждый раз, когда потребуется выполнить то или иное действие по сигналу запуска.

## Выполнение ступенчатых изменений выходных параметров по сигналу запуска

В инициированном состоянии система запуска ожидает сигналов запуска. Вы можете передать на выход команду незамедлительного запуска, как описано ниже:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Control</b> . Перейдите к пункту Trigger. В результате будет сформирован сигнал незамедлительного запуска независимо от настроек источника сигнала запуска. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для формирования сигнала запуска по переходному состоянию: TRIG:TRAN (@1)  В качестве альтернативного варианта вы также можете запрограммировать команду *TRG или IEEE- 488 <get>.

Как было сказано выше, сигнал запуска может быть сформирован другим выходным каналом или сигналом запуска, поданным на входной контакт разъема цифрового порта. Если какая-либо из этих систем настроена для использования в качестве источника сигнала запуска, прибор будет ожидать сигнал запуска в течение неопределенного времени. Если событие запуска не произойдет, вам потребуется вручную вернуть систему запуска в состояние бездействия.

Для возврата системы запуска в состояние бездействия используются следующие команды:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Control</b> . Перейдите к пункту Abort. Затем нажмите <b>Select</b> .	ABOR:TRAN (@1)

При получении сигнала запуска функции запуска устанавливаются на свои запрограммированные уровни запуска. По завершении выполнения действий по сигналу запуска система запуска возвращается в состояние бездействия.

Чтобы узнать, вернулась ли система запуска в состояние бездействия, может использоваться бит TRAN\_active в реестре рабочего состояния.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для запроса значения бита TRAN_active (бит 6): STAT:OPER:COND?

Если в ответ на запрос выдается значение 64, бит TRAN\_active имеет значение true и действие, связанное с переходным состоянием, НЕ завершено. Если бит TRAN\_active имеет значение false, действие, связанное с переходным состоянием, завершено. Более подробная информация содержится в разделе «Справка по состоянию» в руководстве по эксплуатации и обслуживанию.

### Формирование выходного сигнала запуска

Каждый выходной канал может формировать сигналы запуска, которые могут использоваться другими выходными каналами или передаваться на контакт цифрового порта, который был настроен для использования в качестве выхода сигнала запуска (TOUT). Для программирования сигналов запуска по переходному состоянию, которые формируются при ступенчатом изменении параметра на выходе, используются следующие команды.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
С помощью клавиши Channel выберите канал, являющийся источником сигнала запуска. Выберите <b>Transient\Step</b> .  Поставьте флажок в поле Enable Trig out (Включить формирование выходного сигнала запуска). Затем нажмите <b>Select</b> .	Для настройки функции ступенчатого изменения параметров канала 3 на формирование сигнала запуска: STEP:TOUT ON, <i>(@3)</i>

## Синхронизация включения выхода

### Синхронизация задержек включения выхода

#### Синхронизация нескольких базовых блоков

#### Работа с синхронизацией

Данная функция позволяет точно синхронизировать последовательности включения выходов путем задания общего смещения задержки, которая служит в качестве контрольной точки для программируемых пользователем задержек включения. Благодаря этой же контрольной точке становится возможным подключение друг к другу нескольких базовых блоков серии Keysight N6700C и программирование точных последовательностей включения сразу на нескольких блоках.

Обратите внимание, что при выключении выходов смещение задержки не применяется. Выходы начинают выполнять свои запрограммированные задержки выключения сразу же после получения команды выключения выхода.

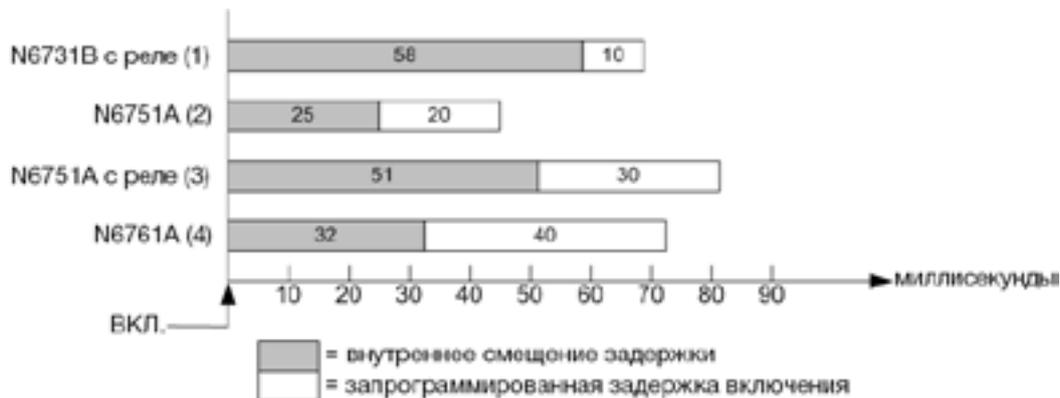
### Синхронизация задержек включения выхода

Все модули питания серии N6700, устанавливаемые в базовые блоки Keysight N6700C, характеризуются минимальным смещением задержки, которое соответствует времени с момента получения команды включения до момента фактического включения выхода. Если была задана программируемая пользователем задержка включения, она будет добавляться к минимальному смещению задержки, в результате чего будет получена более длительная задержка включения по сравнению с запрограммированной. Значения минимального смещения задержки приведены ниже.

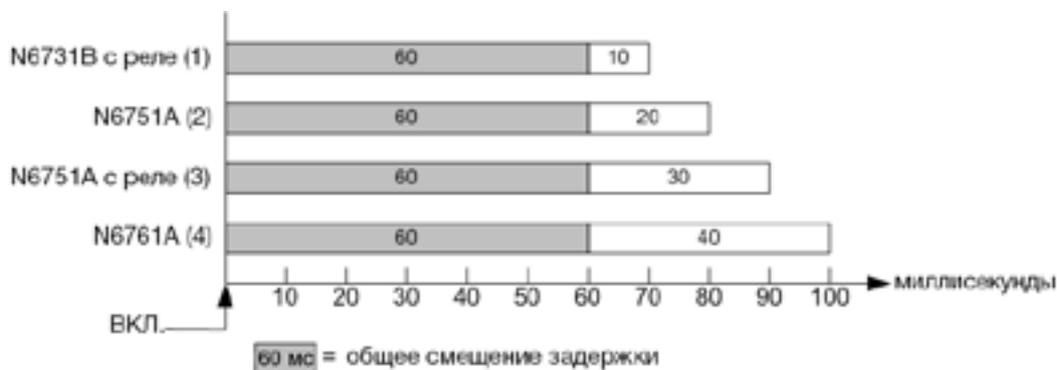
Модули питания	Опции и режим	Смещение задержки
N673xB, N674xB, N677xA	Без реле	32 мс
	С реле, опция 760	58 мс
N6751A, N6752A	Без реле	25 мс
	С реле, опция 760	51 мс
N6753A, N6754A	Без реле	18 мс
	С реле, опция 760	44 мс
N6761A, N6762A	Приоритет напряжения — без реле	32 мс
	Приоритет напряжения — с реле, опция 760	58 мс
	Приоритет тока — без реле	23 мс
	Приоритет тока — с реле, опция 760	45 мс
N6781A, N6782A, N6784A	Приоритет напряжения — режим низкого импеданса или приоритет тока	25,6 мс
	Приоритет напряжения — режим высокого импеданса	24,8 мс
	При запрограммированных замкнутых реле. Приоритет напряжения — режим низкого импеданса или приоритет тока	5,2 мс
	Приоритет напряжения — режим высокого импеданса	7,3 мс
N6785A, N6786A	Приоритет напряжения — режим низкого импеданса или приоритет тока	35,9 мс
	Приоритет напряжения — режим высокого импеданса	34,9 мс
	При запрограммированных замкнутых реле. Приоритет напряжения — режим низкого импеданса или приоритет тока	5,2 мс
	Приоритет напряжения — режим высокого импеданса	7,3 мс

Чтобы узнать, какие модули питания установлены в используемом базовом блоке, выберите с передней панели **System>About\Module**. При работе с моделями N676xA для запроса данных о режиме приоритета отправьте команду `OUTPut:PMODE?` При работе с моделями N678xA для запроса данных о режиме приоритета отправьте команду `FUNcTION?`

Чтобы определить фактическую задержку включения между событиями, связанными с включением (такими как нажатие клавиши Output On или подача команды Output On), необходимо добавить запрограммированную задержку включения к минимальному смещению задержки, как описано в следующем примере. В этом примере, если были запрограммированы значения задержки 10, 20, 30 и 40 мс для выходных каналов с 1-го по 4-й соответственно, фактические задержки выходов для тех же каналов будут равны 68, 45, 81 и 72 мс.



Чтобы синхронизировать модули питания с различными минимальными смещениями задержки, как показано выше, вы можете задать параметр общего смещения задержки. Задав общее смещение задержки таким, чтобы оно было больше или равным наибольшему значению минимального смещения задержки, вы сможете синхронизировать программируемые задержки включения, как показано в следующем примере.



В связи с появлением дополнительной задержки, обусловленной общим смещением задержки, необходимо будет учитывать это дополнительное время задержки. Как показано в предыдущем примере, если запрограммировать общую задержку, равную 60 мс, и использовать программируемые пользователем задержки 10, 20, 30 и 40 мс для выходных каналов с 1-го по 4-й соответственно, фактическая задержка включения после события, связанного с включением, составит 70, 80, 90 и 100 мс соответственно.

Несмотря на то что эта задержка в 60 мс будет просматриваться у всех выходов, в большинстве случаев дополнительное время задержки не будет оказывать никакого практического влияния, так как относительные задержки между включением выходов модулей все также останутся равными 10, 20, 30 и 40 мс — в точности тем же значениям, которые были изначально заданы.

### Шаг 1. Включите функцию синхронизации

На базовом блоке должна быть включена синхронизация включения выходов. Для этого выполните следующие действия.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
В меню передней панели выберите <b>Output\Sequence\Couple</b> .	Для включения: OUTP:COUP ON
Поставьте флажок в поле Enable. Затем нажмите <b>Select</b> . Для отключения функции снимите флажок в данном поле.	Для отключения: OUTP:COUP OFF

## Шаг 2. Укажите, какие выходные каналы будут синхронизированы.

Выберите выходные каналы, к которым будет применена синхронизация:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
В меню передней панели выберите <b>Output\Sequence\Couple</b> .	Для задания одного или нескольких каналов: OUTP:COUP:CHAN 1,2,3,4
Отметьте каналы, которые будут связаны. Затем нажмите <b>Select</b> . Чтобы исключить тот или иной канал, снимите флажок с соответствующего поля.	

## Шаг 3. Задайте задержки включения для каждого выходного канала

Задержки включения могут быть заданы для всех связанных выходных каналов. Может быть реализована любая последовательность задержек. Отсутствуют какие-либо ограничения в отношении типа последовательности и того, какой канал будет включаться первым.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Для каналов 1, 2, 3 и 4 выберите <b>Output\Sequence\Delay</b> . Для каждого канала задайте задержку включения в секундах. Затем нажмите <b>Select</b> .	Запрограммируйте задержки включения для каналов с 1-го по 4-й: OUTP:DEL:RISE .01,(@1) OUTP:DEL:RISe .02,(@2) OUTP:DEL:RISE .03,(@3) OUTP:DEL:RISE .04,(@4)

## Шаг 4. Задайте общее смещение задержки

Этот шаг требуется в том случае, если используемые модули питания имеют **различные** минимальные смещения задержки. Задание общего смещения задержки позволяет обеспечить синхронность запрограммированных пользователем значений задержки включения, чтобы пуск происходил после окончания общего смещения задержки. Выберите смещение задержки для самого медленно реагирующего модуля, установленного в базовом блоке, и используйте его в качестве общего смещения задержки:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
В меню передней панели выберите <b>Output\Sequence\Couple</b> . В поле <b>Max delay offset for this frame</b> (Макс. смещение задержки для данного базового блока) отображается смещение задержки для самого медленно реагирующего модуля питания, установленного в базовом блоке. Введите в поле <b>Delay offset</b> (Смещение задержки) значение смещения задержки самого медленно реагирующего модуля питания в миллисекундах. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для запроса смещения задержки для самого медленно реагирующего модуля в базовом блоке (максимального смещения задержки) в секундах: OUTP:COUP:MAX:DOFF?  Для установки общего смещения задержки для базового блока в секундах: OUTP:COUP:DOFF .051

Обратите внимание, что вы можете запрограммировать более длительную общую задержку по сравнению с максимальным смещением задержки базового блока. Вы можете выбрать большее значение, чтобы обеспечить гибкость своей программы в будущих конфигурациях, которые могут иметь в своем составе модули питания с более длительными смещениями задержки. Однако если вы запрограммируете меньшее значение по сравнению с максимальным смещением задержки, могут возникнуть проблемы с ошибочной синхронизацией на всех выходах.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Указывать смещение задержки выключения выходов не требуется. Выходы начинают выполнять свои задержки выключения сразу же после получения команды выключения выхода.

## Синхронизация нескольких базовых блоков

Функция синхронизации включения выходов может использоваться сразу на нескольких базовых блоках со связанными выходными каналами. Каждый синхронизируемый базовый блок должен иметь как минимум один связанный выходной канал. Обратите внимание, что у каждого базового блока, имеющего синхронизированные выходных каналы, должна быть включена функция синхронизации базовых блоков.

### Шаг 1. Настройте конфигурацию выходных каналов у каждого базового блока

(см. шаги 1–3 выше)

### Шаг 2. Задайте общее смещение задержки для всех синхронизированных выходных каналов

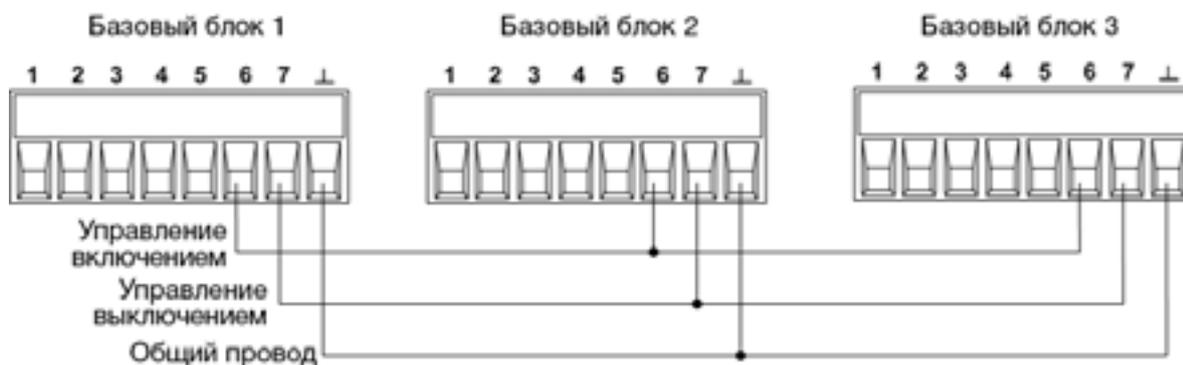
Этот шаг требуется в том случае, если используемые модули питания имеют различные минимальные смещения задержки. В качестве значения задержки необходимо использовать наибольшее смещение задержки среди всех синхронизированных выходных каналов независимо от базового блока, в котором они установлены. То же самое значение должно быть указано в качестве общего смещения задержки для каждого базового блока.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
В меню передней панели каждого базового блока выберите <b>Output\Sequence\Couple</b> .	Для установки общего смещения задержки для каждого базового блока в секундах: OUTP:COUP:DOFF .051
В поле Delay offset (Смещение задержки) введите значение смещения задержки для самого медленно реагирующего модуля питания во всех базовых блоках в миллисекундах. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для запроса смещения задержки для самого медленно реагирующего модуля в каждом базовом блоке (максимального смещения задержки) в секундах: OUTP:COUP:MAX:DOFF?
В поле <b>Max delay offset for this frame</b> (Макс. смещение задержки для данного базового блока) отображается смещение задержки для самого медленно реагирующего модуля питания, установленного в данном базовом блоке.	

### Шаг 3. Подключите и настройте контакты цифрового разъема синхронизированных базовых блоков

**ПРИМЕЧАНИЕ** В качестве контактов синхронизации могут быть настроены только контакты с 4-го по 7-й. У каждого базового блока вы можете настроить не более одного контакта связывания включения и одного контакта связывания выключения. Полярность данных контактов не программируется.

Контакты цифрового разъема на синхронизируемых базовых блоках, содержащих связанные каналы, должны быть соединены друг с другом, как показано на следующем рисунке. В этом примере контакт 6 будет настроен в качестве контакта управления включением выхода. Контакт 7 будет настроен в качестве контакта управления выключением выхода. Контакты заземления или общие контакты также должны быть соединены между собой.



У каждого синхронизируемого базового блока только два из контактов цифрового разъема могут быть настроены в качестве контакта связывания включения и контакта связывания выключения. Назначенные таким образом контакты будут действовать и как вход, и как выход, при этом отрицательный переход на одном контакте будет служить в качестве сигнала синхронизации для остальных контактов.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Для базового блока 1 выберите <b>System\IO\DigPort\Pins</b> . Выберите pin 6 (Контакт 6), затем Function (Функция) и затем On Couple (Связывание включения).	Для настройки контакта 6 базового блока 1 в качестве контакта управления включением: DIG:PIN6:FUNC ONC
Выберите <b>Pins</b> . Выберите pin 7, затем Function и затем Off Couple (Связывание выключения).	Для настройки контакта 7 базового блока 1 в качестве контакта управления выключением: DIG:PIN7:FUNC OFFC
Повторите эти шаги для базовых блоков 2 и 3.	Повторите эти команды для базовых блоков 2 и 3.

### Работа с синхронизацией

После настройки и включения данной функции при включении или выключении любого связанного канала произойдет включение или выключение всех связанных каналов у всех настроенных базовых блоков в соответствии с их задержками, запрограммированными пользователем. Данная схема будет работать при использовании клавиши включения/выключения на передней панели, а также при использовании веб-сервера и команд SCPI.

В случае если базовый блок имеет связанную клавишу включения/выключения (находится в меню **System\Preferences\Keys**), включение или выключение выхода на любом связанном канале повлечет за собой включение или выключение всех связанных каналов, а также несвязанных каналов у рассматриваемого базового блока.

## Программирование списков выходных значений

### Списки выходных значений

#### Программирование импульсов или последовательностей импульсов на выходе

#### Программирование произвольного списка

**ПРИМЕЧАНИЕ** Для использования функции программирования списков выходных значений у моделей N673xA, N674xA, N675xA и N677xA должна быть установлена опция

### Списки выходных значений

Для управления выходными значениями тока, напряжения, мощности и сопротивления могут использоваться списки. У моделей N678xA SMU управление по списку возможно только для параметров, связанных с одним из режимов приоритета. Списки значений мощности и сопротивления могут использоваться только с нагрузками N679xA. В режиме списка вы можете создавать сложные последовательности изменений выходных параметров с высокой скоростью и точной синхронизацией во времени, в том числе с возможностью синхронизации с внутренними или внешними сигналами. Списки могут содержать до 512 индивидуально запрограммированных шагов, а также допускают программирование для повторного выполнения себя.

Списки значений тока, напряжения, мощности и сопротивления обрабатываются с помощью отдельного списка, в котором определена продолжительность или выдержка на каждом шаге. Каждому шагу, которых в списке может быть до 512, может быть задано индивидуальное время выдержки в секундах. В течение этого времени система будет находиться в заданном из списка состоянии до перехода к следующему шагу. Время выдержки может быть запрограммировано в интервале от 0 до 262,144 секунды. По умолчанию время выдержки задается равным 0,001 секунды.

Если требуется, чтобы список выходных значений точно следовал за внешними событиями, более удобным будет список с переходами по сигналам запуска. При использовании таких списков продвижение на один шаг выполняется при получении каждого сигнала запуска. Как обсуждалось выше, для формирования сигналов запуска может быть выбран целый ряд источников сигнала запуска. При использовании списков с переходами по сигналам запуска не требуется программировать время выдержки для каждого шага. Однако если время выдержки все-таки будет запрограммировано, то сигналы запуска, полученные в течение этого времени выдержки, будут игнорироваться.

Также списки могут быть настроены на формирование сигналов запуска на определенных шагах. Для этого используются два дополнительных списка: список сигналов запуска в начале шага (BOST) и список сигналов запуска в конце шага (EOST). Эти списки определяют, на каких шагах будут формироваться сигналы запуска, а также когда они будут формироваться — в начале или конце шага. Эти сигналы запуска могут использоваться для синхронизации других событий со списком.

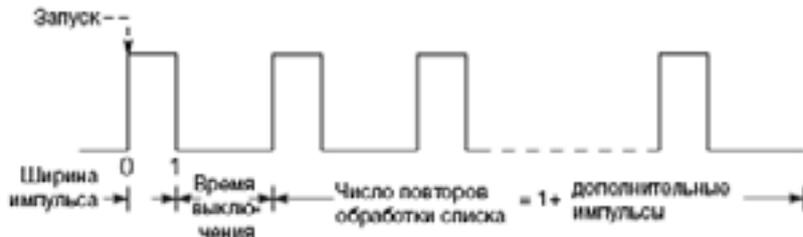
При программировании списка значений напряжения, тока, мощности или сопротивления соответствующие списки времени выдержки, BOST и EOST должны содержать то же самое число шагов, в противном случае при обработке списка будет выдаваться ошибка. В целях удобства допускается программирование списков всего лишь с одним шагом или значением. В таких случаях одношаговый список воспринимается так, как если бы он содержал то же число шагов, что и другие списки, и все значения в нем будут равны заданному единственному значению.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Данные в списках не хранятся в энергонезависимой памяти. Это означает, что данные из списков, которые загружаются в память прибора с передней панели или по шине, при выключении системы питания будут утеряны. Однако данные из списков могут сохраняться в составе сохраненного состояния прибора. См. «Хранилище сохраненных состояний прибора».

## Программирование импульсов или последовательностей импульсов на выходе

Следующая процедура описывает порядок формирования последовательностей импульсов на выходе с использованием функции List для программирования списков выходных значений, как показано на следующем рисунке.



**Шаг 1.** Задайте функцию напряжения, тока, мощности или сопротивления, для которой вам требуется сформировать импульс для режима List. В данном примере программируется импульс для напряжения. Режимы для сопротивления и мощности, которые применяются к N679xA. Параметры применяются к выбранному типу сигнала произвольной формы (напряжение, ток, мощность или сопротивление).

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Mode</b> .	Для программирования выхода 1 используйте команду
Установите режим напряжения на List. Затем нажмите <b>Select</b> .	VOLT:MODE LIST,(@1)

**Шаг 2.** Задайте амплитуду и ширину импульса. Например, для формирования импульса амплитудой 15 В и шириной 1 секунда выполните следующие действия:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient&gt;List\Config</b> .	Для программирования выхода 1 используйте команду
Выберите шаг списка List Step 0 и введите значение напряжения, равное 15. Затем нажмите <b>Select</b> .	LIST:VOLT 15,(@1) LIST:DWEL 1,(@1)
Для шага списка List Step 0 введите значение выдержки, равное 1. Затем нажмите <b>Select</b> .	

**Шаг 3.** Задайте автоматический переход между шагами списка, чтобы при завершении каждого времени выдержки выход немедленно принимал значение для следующего шага.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient&gt;List\Pace</b> .	LIST:STEP AUTO,(@1)
Выберите Dwell paced (Переход по времени выдержки). Затем нажмите <b>Select</b> .	

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Если требуется запрограммировать лишь одиночный импульс, пропустите шаги 4 и 5 и перейдите к шагу 6.

**Шаг 4.** Если требуется сформировать серию импульсов, необходимо задать время выключения между импульсами. Для этого вы должны запрограммировать еще один шаг. В случае списка значений напряжения необходимо указать амплитуду и время выключения. Например, чтобы запрограммировать время выключения 2 секунды и амплитуду между импульсами 0 В выполните следующие действия:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient&gt;List\Config</b> .	Для программирования выхода 1 используйте команду
Выберите шаг списка List Step 1 и введите значение напряжения, равное 0. Затем нажмите <b>Select</b> .	LIST:VOLT 15,0,(@1) LIST:DWEL 1,(@1)
Для шага списка List Step 1 введите значение выдержки, равное 2. Затем нажмите <b>Select</b> .	

**Шаг 5.** Для формирования серии импульсов вы можете просто настроить повторение импульсов требуемое число раз. Например, для программирования серии из 50 импульсов выполните следующие действия:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите Transient>List\Repeat.	Для программирования выхода 1 используйте команду
Введите число повторов списка (50). Затем нажмите <b>Select</b> .	LIST:COUN 50,(@1)

**Шаг 6.** Укажите, требуется ли от выходного импульса формирование сигнала запуска, который может использоваться для инициирования действий на других выходных каналах или на каком-либо внешнем оборудовании, подключенном к цифровому порту. Например, для формирования сигнала запуска в конце импульса выполните следующие действия:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient&gt;List\Config</b> .	Чтобы запрограммировать сигнал запуска в конце импульса для выхода 1, используйте следующую команду:
Выберите шаг списка List Step 0 и введите в поле Tout End Step (запуск в конце шага) значение 1. Затем нажмите <b>Select</b> .	LIST:TOUT:EOST 1,0(@1)
	Для шага 1 необходимо запрограммировать значение 0 (отсутствие сигнала запуска) в качестве заполнителя.

**Шаг 7.** Задайте состояние выхода, в которое он должен перейти по окончании импульса. Например, чтобы выход возвращался в состояние, в котором он находился до подачи импульса, выполните следующие действия:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient&gt;List\Terminate</b> .	Для программирования выхода 1 используйте команду LIST: TERM:LAST 0, (@1)
Выберите Return to start settings (Вернуться к начальным настройкам). Затем нажмите <b>Select</b> .	

**Шаг 8.** Выберите источник сигнала запуска, который будет формировать импульс или серию импульсов. Выберите источник сигнала запуска из следующих вариантов:

- **Bus** Выбор запуска по сигналу устройства GPIB, \*TRG или <GET> (сигнал запуска для группового выполнения).
- **Imm** Команда незамедлительного запуска, передаваемая с передней панели или по шине, будет формировать сигнал незамедлительного запуска.

- **Ext** Выбор всех контактов цифрового порта, которые были настроены в качестве входов сигнала запуска.
- **Pin<n>** Выбор определенного контакта цифрового порта, который был настроен в качестве входа сигнала запуска. <n> обозначает номер контакта. Для использования в качестве источника сигнала запуска выбранный контакт должен быть настроен в качестве входа сигнала запуска (см. «**Вход сигнала запуска**»).
- **Transient<n>** В качестве источника сигнала запуска выбирается система перехода выходного канала. <n> обозначает номер канала. Чтобы обеспечить формирование выходного сигнала запуска, при выборе канала вы должны также настроить систему перехода этого канала. См. «**Формирование выходного сигнала запуска**».

Например, для настройки запуска по сигналу с шины выполните следующие действия:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Transient\TrigSource</b>.</p> <p>В поле Transient trigger source (Выбор источника сигнала запуска по переходному состоянию) выберите Bus (Сигнал с шины). Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	<p>Для программирования выхода 1: TRIG:TRAN:SOUR BUS,@1</p>

**Шаг 9.** Иницируйте системы запуска по переходному состоянию. Чтобы включить систему запуска для разового переходного события или сигнала запуска, выполните следующие действия:

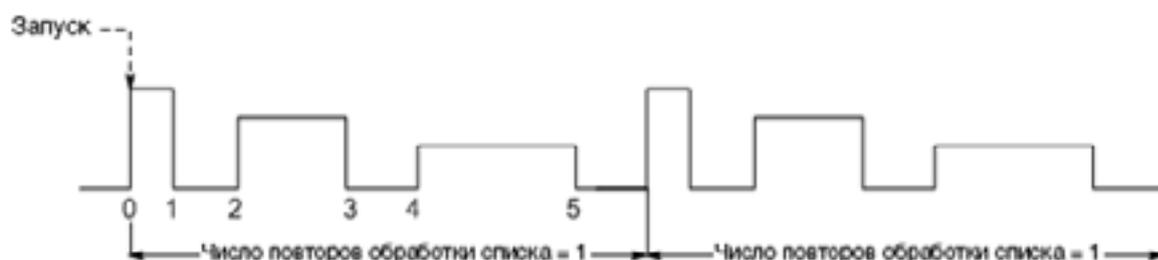
Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Transient\Control</b>.</p> <p>Перейдите к пункту Initiate. Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	<p>Для программирования выхода 1: INIT:TRAN (@1)</p>

**Шаг 10.** Запустите импульс или серию импульсов на выходе.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Transient\Control</b>.</p> <p>Перейдите к пункту Trigger. Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	<p>*TRG</p>

### Программирование произвольного списка

Следующая процедура описывает порядок формирования списка изменений напряжения, как показано на следующем рисунке.



**Шаг 1.** Задайте функцию напряжения, тока, мощности или сопротивления, для которой вам требуется сформировать список для режима List. В данном примере программируется список для напряжения. Режимы для сопротивления и мощности применяются к

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Mode</b> .	Для программирования выхода 1 используйте команду VOLT:MODE LIST,(@1)
Установите режим напряжения на List. Затем нажмите <b>Select</b> .	

**Шаг 2.** Запрограммируйте список значений для функции List. Порядок, в котором значения вводятся, определяет порядок, в котором эти значения будут выводиться. Для формирования списка значений напряжения, показанного на рисунке, список может включать следующие значения: 9, 0, 6, 0, 3, 0

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\List\Config</b> .	Для программирования выхода 1 используйте команду LIST:VOLT 9,0,6,0,3,0,(@1)
Выберите номер шага списка List Step и введите соответствующее значение напряжения. Затем нажмите <b>Select</b> .	
Повторите это действие для каждого шага. С помощью клавиш <b>↑↓</b> выберите следующий шаг.	

**Шаг 3.** Определите интервал времени в секундах, в течение которого выход будет оставаться на соответствующем значении на каждом шаге списка, перед тем, как перейти к следующему шагу. Для задания шести интервалов выдержки, показанных на рисунке, список может включать следующие значения: 2, 3, 5, 3, 7, 3

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\List\Config</b> .	Для программирования выхода 1 используйте команду LIST:DWEL 2,3,5,3,7,3,(@1)
Выберите номер шага списка List Step и введите соответствующее значение напряжения. Затем нажмите <b>Select</b> .	
Повторите это действие для каждого шага. С помощью клавиш <b>↑↓</b> выберите следующий шаг.	

**ПРИМЕЧАНИЕ** Число шагов выдержки должно быть равно числу шагов изменения напряжения. Если список времени выдержки содержит только одно значение, это значение будет применяться ко всем шагам в списке.

**Шаг 4.** Определите, как будут выполняться переходы между шагами списка. Чтобы переходы выполнялись по времени выдержки, выберите в меню передней панели Dwell-paced (Переход по времени выдержки). (Задайте для команды LIST:STEP значение AUTO.) По окончании времени выдержки выход немедленно примет значение для следующего шага.

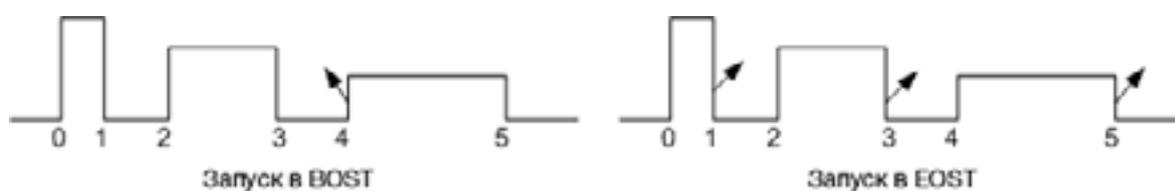
Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\List\Pace</b> .	LIST:STEP AUTO,(@1)
Выберите Dwell paced (Переход по времени выдержки). Затем нажмите <b>Select</b> .	

При использовании таких списков продвижение на один шаг выполняется при получении каждого сигнала запуска. Чтобы переходы выполнялись по сигналу запуска, выберите в меню передней панели Trigger-paced (Переход по сигналам запуска). (Задайте для команды LIST:STEP значение ONCE.)

Время выдержки, связанное с каждым шагом, определяет минимальное время, в течение которого на выходе будет оставаться значение, заданное для этого шага. Если до истечения времени выдержки будет принят сигнал запуска, этот сигнал будет проигнорирован. Чтобы исключить возможность потери сигналов запуска при использовании списков с переходами по сигналу запуска, задайте для времени выдержки нулевое значение.

**Шаг 5.** Укажите, требуется ли от списка формирование сигналов запуска, которые могут использоваться для инициирования действий на других выходных каналах или на внешнем оборудовании, подключенном к цифровому порту.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\List\Config</b> .	Чтобы запрограммировать сигнал запуска в начале шага 4 для выхода 1, используйте следующую команду:
Выберите номер шага списка List Step.	<code>LIST:TOUT:BOST 0,0,0,0,1,0,@(1)</code>
Для формирования сигнала запуска введите 1 в поле Tout Begin Step (запуск в начале шага) или Tout End Step (запуск в конце шага). При вводе нулевого значения сигнал запуска на этом шаге формироваться не будет.	Чтобы запрограммировать сигнал запуска в конце шагов 0, 2 и 4 для выхода 1, используйте следующую команду:
Повторите это действие для каждого шага. С помощью клавиш <b>↑↓</b> выберите следующий шаг.	<code>LIST:TOUT:EOST 1,0,1,0,1,0,@(1)</code>



**Шаг 6.** Укажите, как требуется завершать обработку списка. Например, если требуется, чтобы по завершении обработки список оставался на значениях, заданных для последнего шага в списке, выполните следующие действия:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\List\Terminate</b> .	Для программирования выхода 1
Выберите Stop at last step settings (Остановиться на настройках последнего шага). Затем нажмите <b>Select</b> .	используйте команду <code>LIST:TERM:LAST 1, @(1)</code>

**Шаг 7.** Если это применимо, укажите, сколько раз требуется повторить обработку списка. При передаче параметра INFinity в команде SCPI обработка списка будет повторяться бесконечное число раз. При перезагрузке счетчик числа повторов обработки списка устанавливается на 1.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\List\Repeat</b> .	Чтобы задать число повторов обработки списка
Введите число повторов списка (2). Затем нажмите <b>Select</b> .	на выходе 1, равное 2, используйте команду <code>LIST:COUN 2,@(1)</code>

**Шаг 8.** Выберите источник сигнала запуска, затем иницируйте систему и запустите обработку списка. Эти действия были подробно описаны выше в разделе «**Программирование импульсов или последовательностей импульсов на выходе**».

## Формирование сигналов произвольной формы

**Описание функции генератора сигналов произвольной формы**

**Настройка сигналов произвольной формы с однократным ступенчатым изменением**

**Настройка импульсных сигналов произвольной формы**

**Настройка сигналов произвольной формы с плавным изменением**

**Настройка трапецеидальных сигналов произвольной формы**

**Настройка ступенчатых сигналов произвольной формы**

**Настройка экспоненциальных сигналов произвольной формы**

**Настройка синусоидальных сигналов произвольной формы**

**Настройка сигналов произвольной формы с постоянным временем выдержки**

**Настройка последовательностей сигналов произвольной формы**

**Настройка сигналов произвольной формы, задаваемых пользователем**

**Настройка шагов, общих для всех сигналов произвольной формы**

**Воспроизведение сигнала произвольной формы**

**ПРИМЕЧАНИЕ** Для использования функции генератора сигналов произвольной формы у моделей N673xA, N674xA, N675xA и N677xA должна быть установлена опция

### Описание функции генератора сигналов произвольной формы

Встроенная функция генератора сигналов произвольной формы обеспечивает возможность модулирования сигнала на каждом выходе системы питания. Благодаря этой функции выход может работать в режиме генератора переходных процессов со смещением по постоянному току или генератора сигналов произвольной формы. Максимальная полоса пропускания зависит от типа установленного модуля питания. Этот вопрос рассматривается в документе [«Семейство модульных систем питания Keysight N6700. Руководство по техническим характеристикам»](#).

Генератор сигналов произвольной формы имеет настраиваемый период выдержки, в котором каждая точка на форме сигнала определяется заданным значением тока, напряжения, мощности или сопротивления совместно с временем или продолжительностью выдержки этого значения. Для формирования форм сигнала может быть задано лишь небольшое число точек. Например, для определения импульса потребуется только три точки. Однако синусоидальные, плавно меняющиеся, трапецеидальные и экспоненциальные формы сигнала имеют по 100 точек, выделенных для той части формы сигнала, которая непрерывно меняется. Формы сигнала с постоянным временем выдержки могут иметь до 65 535 выделенных для них точек.

Для каждой формы сигнала может быть задан непрерывный повтор или повтор определенное число раз. Например, для формирования серии из 10 идентичных импульсов вы можете запрограммировать параметры для одного импульса и затем указать, что его требуется повторить 10 раз.

Для форм сигнала, задаваемых пользователем, может быть задано до 511 точек перехода для каждой такой формы. Для каждой из точек перехода может быть задано различное время выдержки. Выходной сигнал будет проходить через заданные пользователем значения, оставаясь в каждой точке в течение запрограммированного времени выдержки и перемещаясь затем к следующей точке.

Вы можете объединить несколько индивидуальных произвольных форм сигнала в произвольную последовательность, при этом общее число точек во всех формах сигнала не должно превышать 511.

## Настройка сигналов произвольной формы с однократным ступенчатым изменением

**Шаг 1.** Выберите тип и форму сигнала произвольной формы. Типы сигнала для мощности и сопротивления могут использоваться с

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Arb\Function</b> .	Для выбора сигнала произвольной формы с однократным ступенчатым изменением тока, напряжения, мощности или сопротивления соответственно выполните следующие действия: ARB:FUNC:TYPE CURR VOLT POW RES,(@1) ARB:FUNC:SHAP STEP,(@1)
Выберите тип сигнала произвольной формы: Voltage (Напряжение), Current (Ток), Power (Мощность) или Resistance (Сопротивление).	
Затем выберите Step Shape (Форма сигнала с однократным ступенчатым изменением). Затем нажмите <b>Select</b> .	

**Шаг 2.** Настройте параметры однократного ступенчатого изменения. Параметры применяются к выбранному типу сигнала произвольной формы (напряжение, ток, мощность или сопротивление).



Введите значения уровня до и после однократного ступенчатого изменения.

Введите время до однократного ступенчатого изменения.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Arb\Config\Step\Level</b> .	Для настройки сигнала произвольной формы с однократным ступенчатым изменением напряжения используйте следующие команды: ARB:VOLT:STEP:STAR 0, (@1) ARB:VOLT:STEP:END 10, (@1) ARB:VOLT:STEP:STAR:TIM 0.25,(@1)
Введите значения Start level (Начальный уровень) и End level (Конечный уровень) в вольтах. Затем нажмите <b>Select</b> .	
Выберите <b>Transient\Arb\Config\Step\Time</b> .	
Введите значения Start time (Время начала) и End time (Время окончания) в секундах. Затем нажмите <b>Select</b> .	

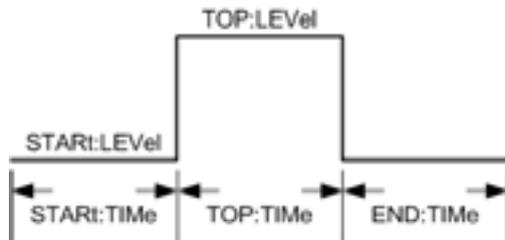
**Шаг 3.** Настройте завершающие шаги, общие для всех сигналов произвольной формы. См. «**Настройка шагов, общих для всех сигналов произвольной формы**» в конце данного раздела.

## Настройка импульсных сигналов произвольной формы

Шаг 1. Выберите тип и форму сигнала произвольной формы. Типы сигнала для мощности и сопротивления могут использоваться с

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Arb\Function</b> .	Для выбора импульсного сигнала произвольной формы для тока, напряжения, мощности или сопротивления соответственно выполните следующие действия: ARB:FUNC:TYPE VOLT CURR POW RES,(@1) ARB:FUNC:SHAP PULS,(@1)
Выберите тип сигнала произвольной формы: Voltage (Напряжение), Current (Ток), Power (Мощность) или Resistance (Сопротивление).	
Затем выберите Pulse Shape (Форма импульсного сигнала). Затем нажмите <b>Select</b> .	

**Шаг 2.** Настройте параметры импульса. Параметры применяются к выбранному типу сигнала произвольной формы (напряжение, ток, мощность или сопротивление).



Введите значения уровня до импульса и верхнего уровня импульса.

Введите время до импульса, продолжительность импульса и время после импульса. Частота импульсного сигнала может быть задана напрямую только с использованием команд SCPI. Частота импульсного сигнала также может быть задана с помощью параметров времени.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Arb\Config\Pulse\Level</b> .	Для настройки импульсного сигнала произвольной формы для напряжения используйте следующие команды: ARB:VOLT:PULS:STAR 0,(@1) ARB:VOLT:PULS:TOP 10,(@1) ARB:VOLT:PULS:STAR:TIM 0.25,(@1) ARB:VOLT:PULS:TOP:TIM 0.5,(@1) ARB:VOLT:PULS:END:TIM 0.25,(@1) ARB:VOLT:PULS:FREQ 1,(@1)
Введите значения Start level (Начальный уровень) и Top level (Верхний уровень) в вольтах. Затем нажмите <b>Select</b> .	
Выберите <b>Transient\Arb\Config\Pulse\Time</b> .	
Введите значения Start time (Время начала), Top time (Продолжительность импульса) и End time (Время окончания) в секундах. Затем нажмите <b>Select</b> .	

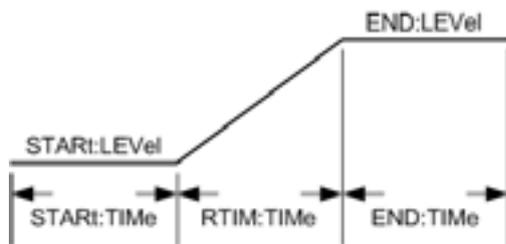
**Шаг 3.** Настройте завершающие шаги, общие для всех сигналов произвольной формы. См. «**Настройка шагов, общих для всех сигналов произвольной формы**» в конце данного раздела.

## Настройка сигналов произвольной формы с плавным изменением

**Шаг 1.** Выберите тип и форму сигнала произвольной формы. Типы сигнала для мощности и сопротивления могут использоваться с .

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Arb\Function</b> .	Для выбора сигнала произвольной формы с плавным изменением тока, напряжения, мощности или сопротивления соответственно выполните следующие действия:  ARB:FUNC:TYPE VOLT CURR POW RES,(@1) ARB:FUNC:SHAP RAMP,(@1)
Выберите тип сигнала произвольной формы: Voltage (Напряжение), Current (Ток), Power (Мощность) или Resistance (Сопротивление).	
Затем выберите Ramp Shape (Форма сигнала с плавным изменением). Затем нажмите <b>Select</b> .	

**Шаг 2.** Настройте параметры плавного изменения. Параметры применяются к выбранному типу сигнала произвольной формы (напряжение, ток, мощность или сопротивление).



Введите значения уровня до и после плавного изменения.

Введите время до плавного изменения, время нарастания плавного изменения и время после плавного изменения.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <code>Transient\Arb\Config\Ramp\Level</code> .	Для настройки сигнала произвольной формы с плавным изменением напряжения используйте следующие команды: <code>ARB:VOLT:RAMP:STAR 0, (@1)</code>
Введите значения Start level (Начальный уровень) и End level (Конечный уровень) в вольтах. Затем нажмите <b>Select</b> .	
Выберите <code>Transient\Arb\Config\Ramp\Time</code> .	<code>ARB:VOLT:RAMP:END 10, (@1)</code>
Введите значения Start time (Время начала), Rise time (Время нарастания) и End time (Время окончания) в секундах. Затем нажмите <b>Select</b> .	<code>ARB:VOLT:RAMP:STAR:TIM 0.25,(@1)</code> <code>ARB:VOLT:RAMP:RTIM:TIM 0.5,(@1)</code> <code>ARB:VOLT:RAMP:END:TIM 0.25,(@1)</code>

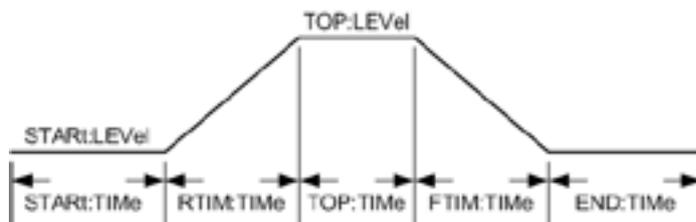
Шаг 3. Настройте завершающие шаги, общие для всех сигналов произвольной формы. См. «**Настройка шагов, общих для всех сигналов произвольной формы**» в конце данного раздела.

## Настройка трапецидальных сигналов произвольной формы

**Шаг 1.** Выберите тип и форму сигнала произвольной формы. Типы сигнала для мощности и сопротивления могут использоваться с

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <code>Transient\Arb\Function</code> .	Для выбора трапецидального сигнала произвольной формы для тока, напряжения, мощности или сопротивления соответственно выполните следующие действия: <code>ARB:FUNC:TYPE VOLT CURR POW RES,(@1)</code> <code>ARB:FUNC:SHAP TRAP,(@1)</code>
Выберите тип сигнала произвольной формы: Voltage (Напряжение), Current (Ток), Power (Мощность) или Resistance (Сопротивление).	
Затем выберите Trapezoid Shape (Трапецидальная форма сигнала). Затем нажмите <b>Select</b> .	

**Шаг 2.** Настройте параметры трапецидального сигнала. Параметры применяются к выбранному типу сигнала произвольной формы (напряжение, ток, мощность или сопротивление).



Введите значения уровня до трапецидального изменения и верхнего уровня трапецидального изменения.

Введите время до трапецидального изменения, время нарастания, продолжительность верхнего горизонтального участка трапецидального изменения, время спада и время после трапецидального изменения.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Transient\Arb\Config\Trap\Level</b>.</p> <p>Введите значения Start level (Начальный уровень) и Top level (Верхний уровень) в вольтах. Затем нажмите <b>Select</b>.</p> <p>Выберите <b>Transient\Arb\Config\Trap\Time</b>.</p> <p>Введите значения Start time (Время начала), Rise time (Время нарастания), Top time (Продолжительность верхнего горизонтального участка), Fall time (Время спада) и End time (Время окончания) в секундах. Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	<p>Для настройки трапецидального сигнала произвольной формы для напряжения используйте следующие команды:</p> <pre>ARB:VOLT:TRAP:STAR 0,(@1) ARB:VOLT:TRAP:TOP 10,(@1) ARB:VOLT:TRAP:STAR:TIM 0.25,(@1) ARB:VOLT:TRAP:RTIM:TIM 0.5,(@1) ARB:VOLT:TRAP:TOP:TIM 0.5,(@1) ARB:VOLT:TRAP:FTIM:TIM 0.5,(@1) ARB:VOLT:TRAP:END:TIM 0.25,(@1)</pre>

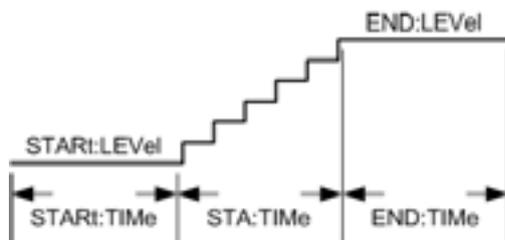
**Шаг 3.** Настройте завершающие шаги, общие для всех сигналов произвольной формы. См. «**Настройка шагов, общих для всех сигналов произвольной формы**» в конце данного раздела.

### Настройка ступенчатых сигналов произвольной формы

Шаг 1. Выберите тип и форму сигнала произвольной формы. Типы сигнала для мощности и сопротивления могут использоваться с

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Transient\Arb\Function</b>.</p> <p>Выберите тип сигнала произвольной формы: Voltage (Напряжение), Current (Ток), Power (Мощность) или Resistance (Сопротивление).</p> <p>Затем выберите Staircase Shape (Ступенчатая форма сигнала). Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	<p>Для выбора ступенчатого сигнала произвольной формы для тока, напряжения, мощности или сопротивления соответственно выполните следующие действия:</p> <pre>ARB:FUNC:TYPE VOLT CURR POW RES,(@1) ARB:FUNC:SHAP STAIR,(@1)</pre>

**Шаг 2.** Настройте параметры ступенчатого сигнала. Параметры применяются к выбранному типу сигнала произвольной формы (напряжение, ток, мощность или сопротивление).



Введите значения уровня до и после ступенчатого изменения.

Введите время до ступенчатого изменения, время ступенчатого нарастания и время после ступенчатого изменения.

Затем введите общее число ступеней.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Transient\Arb\Config\Stair\Level</b>.</p> <p>Введите значения Start level (Начальный уровень) и End level (Конечный уровень) в вольтах. Затем нажмите <b>Select</b>.</p> <p>Выберите <b>Transient\Arb\Config\Stair\Time</b>.</p> <p>Введите значения Start time (Время начала), Stair time (Время ступенчатого нарастания) и End time (Время окончания) в секундах.</p> <p>Введите число ступеней. Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	<p>Для настройки ступенчатого сигнала произвольной формы для напряжения используйте следующие команды:</p> <pre>ARB:VOLT:STA:STAR 0,(@1) ARB:VOLT:STA:END 10,(@1) ARB:VOLT:STA:STAR:TIM 0.25,(@1) ARB:VOLT:STA:TIM 0.5,(@1) ARB:VOLT:STA:END:TIM 0.25,(@1) ARB:VOLT:STA:NST 6,(@1)</pre>

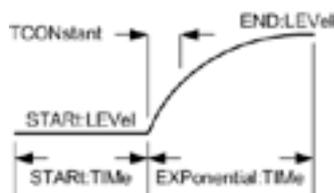
**Шаг 3.** Настройте завершающие шаги, общие для всех сигналов произвольной формы. См. «**Настройка шагов, общих для всех сигналов произвольной формы**» в конце данного раздела.

### Настройка экспоненциальных сигналов произвольной формы

**Шаг 1.** Выберите тип и форму сигнала произвольной формы. Типы сигнала для мощности и сопротивления могут использоваться с

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Arb\Function</b> .	Для выбора экспоненциального сигнала произвольной формы для тока, напряжения, мощности или сопротивления соответственно выполните следующие действия: ARB:FUNC:TYPE VOLT CURR POW RES,(@1)
Выберите тип сигнала произвольной формы: Voltage (Напряжение), Current (Ток), Power (Мощность) или Resistance (Сопротивление).	ARB:FUNC:SHAP EXP,(@1)
Затем выберите Exponential Shape (Экспоненциальная форма сигнала). Затем нажмите Select.	

**Шаг 2.** Настройте параметры экспоненциального сигнала. Параметры применяются к выбранному типу сигнала произвольной формы (напряжение, ток, мощность или сопротивление).



Введите значения уровня до и после экспоненциального изменения.

Введите время до экспоненциального изменения, продолжительность экспоненциального изменения и временную константу экспоненциального изменения.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Arb\Config\Exp\Level</b> .	Для настройки сигнала произвольной формы с однократным ступенчатым изменением напряжения используйте следующие команды:
Введите значения Start level (Начальный уровень) и End level (Конечный уровень) в вольтах. Затем нажмите <b>Select</b> .	ARB:VOLT:EXP:STAR 0,(@1)
Выберите <b>Transient\Arb\Config\Exp\Time</b> .	ARB:VOLT:EXP:END 10,(@1)
Введите значения Start (Начало), Time (Время) и Time Constant (TC) (Временная константа). Затем нажмите <b>Select</b> .	ARB:VOLT:EXP:STAR:TIM 0.25,(@1)
	ARB:VOLT:EXP:TIM 0.5,(@1)
	ARB:VOLT:EXP:TCON 0.25,(@1)

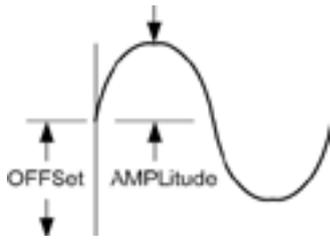
**Шаг 3.** Настройте завершающие шаги, общие для всех сигналов произвольной формы. См. «**Настройка шагов, общих для всех сигналов произвольной формы**» в конце данного раздела.

### Настройка синусоидальных сигналов произвольной формы

**Шаг 1.** Выберите тип и форму сигнала произвольной формы. Типы сигнала для мощности и сопротивления могут использоваться с

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Arb\Function</b> .	Для выбора синусоидального сигнала произвольной формы для тока, напряжения, мощности или сопротивления соответственно выполните следующие действия:
Выберите тип сигнала произвольной формы: Voltage (Напряжение), Current (Ток), Power (Мощность) или Resistance (Сопротивление).	ARB:FUNC:TYPE VOLT CURR POW RES,(@1)
Затем выберите Sine Shape (Синусоидальная форма сигнала). Затем нажмите <b>Select</b> .	ARB:FUNC:SHAP SIN,(@1)

**Шаг 2.** Настройте параметры синусоидального сигнала. Параметры применяются к выбранному типу сигнала произвольной формы (напряжение, ток, мощность или сопротивление).



Введите амплитуду, смещение и частоту синусоидального сигнала произвольной формы.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Arb\Config\Sine</b> .	Для настройки синусоидального сигнала произвольной формы для напряжения
Введите значения Amplitude (Амплитуда) и Offset (Смещение) в вольтах. Введите значение Frequency (Частота) в герцах. Затем нажмите <b>Select</b> .	используйте следующие команды: ARB:VOLT:SIN:AMPL 10, (@1) ARB:VOLT:SIN:OFFS 5, (@1) ARB:VOLT:SIN:FREQ 10, (@1)

**Шаг 3.** Настройте завершающие шаги, общие для всех сигналов произвольной формы. См. «**Настройка шагов, общих для всех сигналов произвольной формы**» в конце данного раздела.

### Настройка сигналов произвольной формы с постоянным временем выдержки

Сигналы произвольной формы с постоянным временем выдержки (сигналы ПВВ) — это уникальная разновидность сигналов произвольной формы, обладающая некоторыми полезными отличиями от других типов сигналов. Сигналы ПВВ не ограничиваются 511 точками, а могут содержать до 65 535 точек. В отличие от других сигналов произвольной формы они не имеют отдельных значений времени выдержки, связанных с каждой точкой, вместо этого ко всем точкам сигнала ПВВ применяется единственное значение времени выдержки. Кроме того, минимальное время выдержки сигнала ПВВ составляет 10,24 микросекунды вместо разрешающей способности в 1 микросекунду у других типов сигналов произвольной формы.

Сигнал ПВВ может воспроизводиться вместе с другими сигналами произвольной формы на других выходах. Если сигнал ПВВ воспроизводится на нескольких выходах, все сигналы ПВВ должны иметь одинаковое время выдержки. Если задано число повторов, все сигналы ПВВ должны иметь одинаковую длину и одинаковое число повторов.

**Шаг 1.** Выберите тип и форму сигнала произвольной формы. Типы сигнала для мощности и сопротивления могут использоваться с

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Arb\Function</b> .	Для выбора сигнала ПВВ для тока, напряжения, мощности или сопротивления соответственно
Выберите тип сигнала произвольной формы: Voltage (Напряжение), Current (Ток), Power (Мощность) или Resistance (Сопротивление).	выполните следующие действия: ARB:FUNC:TYPE VOLT CURR POW RES, (@1) ARB:FUNC:SHAP CD, (@1)
Затем выберите CD Shape (Форма сигнала с постоянным временем выдержки). Затем нажмите <b>Select</b> .	

**Шаг 2.** Настройте параметры сигнала ПВВ. Параметры применяются к выбранному типу сигнала произвольной формы (напряжение, ток, мощность или сопротивление).

Введите время выдержки, которое будет использоваться для каждой точки сигнала ПВВ.

Запрограммируйте число точек для сигнала ПВВ. Задайте значение для каждой точки.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Transient\Arb\Config\CD</b>.</p> <p>Введите значение Dwell time (Время выдержки) в секундах. Выберите номер точки и введите значение для нее. Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	<p>Для настройки сигнала ПВВ для напряжения, состоящего из 10 точек, используйте следующие команды:</p> <p>ARB:VOLT:CDW:DWEL 0.01,(@1)</p> <p>ARB:VOLT:CDW 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,(@1)</p>

**Шаг 3.** Настройте завершающие шаги, общие для всех сигналов произвольной формы. См. «**Настройка шагов, общих для всех сигналов произвольной формы**» в конце данного раздела.

### Настройка последовательностей сигналов произвольной формы

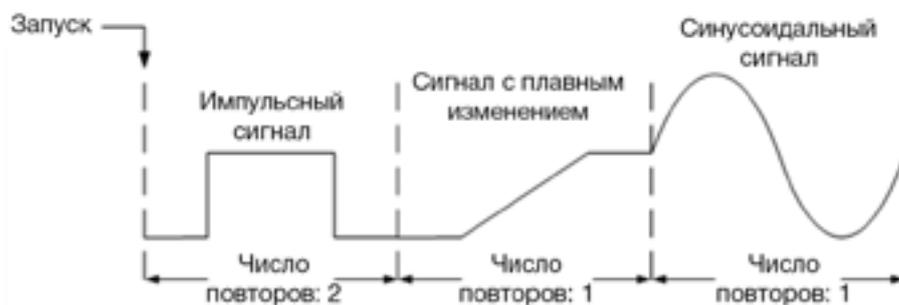
**ПРИМЕЧАНИЕ** Программирование последовательностей сигналов произвольной формы возможно только с использованием команд SCPI. Вместе с тем индивидуальные сигналы произвольной формы, из которых составлена последовательность, могут быть запрограммированы с передней панели и с помощью команд SCPI, как было рассмотрено выше.

Последовательности сигналов произвольной формы обеспечивают возможность последовательного воспроизведения нескольких различных сигналов произвольной формы. В эти последовательности могут включаться сигналы произвольной формы любого стандартного типа, кроме сигналов с постоянным временем выдержки. Все сигналы произвольной формы в последовательности должны быть одного типа: напряжения, тока, сопротивления или мощности.

Также как и одиночные сигналы произвольной формы, каждый сигнал произвольной формы в последовательности имеет собственное число повторов, может быть настроен на переход между шагами по времени выдержки или по сигналу запуска и может быть настроен на непрерывный повтор. Обратите также внимание, что число повторов может быть задано для всей последовательности, а также может быть настроено на непрерывный повтор.

Шаги последовательности должны задаваться последовательно. Последнее значение в списке параметров представляет собой номер шага последовательности. При добавлении шага должны быть введены все параметры сигнала произвольной формы.

На следующем рисунке показана последовательность, состоящая из импульсного сигнала произвольной формы, сигнала произвольной формы с плавным изменением и синусоидального сигнала произвольной формы. Число повторов показывает, сколько раз повторяется каждый сигнал произвольной формы перед переходом к сигналу следующего типа.



Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	<p>Для настройки программирования на выходе 1 последовательности форм сигнала напряжения используйте следующие команды:  ARB:FUNC:TYPE VOLT,(@1)  ARB:FUNC:SHAP SEQ,(@1)  ARB:SEQ:RESet (@1)</p> <p>Для программирования шага 0 с использованием импульсного сигнала напряжения:  ARB:SEQ:STEP:FUNC:SHAP PULS,0,(@1)  ARB:SEQ:STEP:VOLT:PULS:TOP 10,0,(@1)  ARB:SEQ:STEP:VOLT:PULS:STAR:TIM 0.25,0,(@1)  ARB:SEQ:STEP:VOLT:PULS:TOP:TIM 0.5,0,(@1)  ARB:SEQ:STEP:VOLT:PULS:END:TIM 0.25,0,(@1)</p> <p>Для программирования шага 1 с использованием сигнала с плавным изменением напряжения:  ARB:SEQ:STEP:FUNC:SHAP RAMP,1,(@1)  ARB:SEQ:STEP:VOLT:RAMP:END 10,1,(@1)  ARB:SEQ:STEP:VOLT:RAMP:STAR:TIM 0.25,1,(@1)  ARB:SEQ:STEP:VOLT:RAMP:RTIM:TIM 0.5,1,(@1)  ARB:SEQ:STEP:VOLT:RAMP:END:TIM 0.25,1,(@1)</p> <p>Для программирования шага 2 с использованием синусоидального сигнала напряжения:  ARB:SEQ:STEP:FUNC:SHAP SIN,2,(@1)  ARB:SEQ:STEP:VOLT:SIN:AMPL 10,0,2,(@1)  ARB:SEQ:STEP:VOLT:SIN:OFFS 20,0,2,(@1)  ARB:SEQ:STEP:VOLT:SIN:FREQ 0.067,2,(@1)</p> <p>Для повторного выполнения шага 0 дважды:  ARB:SEQ:STEP:COUN 2,0,(@1)</p> <p>Укажите, как будет осуществляться переход на следующий шаг — по окончании времени выдержки или при получении внешнего сигнала запуска. Для настройки перехода по сигналу запуска для шага 2:  ARB:SEQ:STEP:PAC TRIG,2,(@1)</p> <p>Для выбора источника сигнала запуска для шага 2:  TRIG:ARB:SOUR BUS,2,(@1)</p> <p>Для завершения последовательности на последнем значении сигнала произвольной формы:  ARB:SEQ:TERM:LAST ON,(@1)</p> <p>Задайте число повторов для всей последовательности. Для двукратного повтора всей последовательности:  ARB:SEQ:COUN 3,(@1)</p> <p>Для настройки системы запуска по переходному состоянию и запуска последовательности:  VOLT:MODE ARB,(@1)  INIT:TRAN (@1)  *TRG</p>

## Настройка сигналов произвольной формы, задаваемых пользователем

**ПРИМЕЧАНИЕ** Программирование сигналов произвольной формы, задаваемых пользователем, возможно только с использованием команд SCPI. См. раздел «Команды, задаваемые пользователем» в руководстве по эксплуатации и обслуживанию.

Типы сигналов для сопротивления и мощности применяются к . Параметры применяются к выбранному типу сигнала произвольной формы (напряжение, ток, мощность или сопротивление).

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	<p>Для задания типа сигнала произвольной формы (напряжение, ток, мощность или сопротивление) и его формы используйте следующие команды:            ARB:FUNC:TYPE VOLT CURR POW RES,(@1)            ARB:FUNC:SHAP UDEF,(@1)</p> <p>Для задания значения напряжения для пяти шагов:            ARB:VOLT:UDEF:LEV 1,2,3,4,5,(@1)</p> <p>Для задания времени, в течение которого выход будет оставаться на шагах изменения напряжения:            ARB:VOLT:UDEF:DWEL 1,2,3,2,1,(@1)</p> <p>Для формирования внешнего сигнала запуска в начале шага изменения напряжения (сигнал запуска формируется в начале шага 3):            ARB:VOLT:UDEF:BOST 0,0,1,0,0,(@1)</p>

### Настройка шагов, общих для всех сигналов произвольной формы

**Шаг 4.** Укажите, что произойдет по окончании сигнала произвольной формы.

Выберите, будет ли выход возвращаться к значению постоянного тока, которое было на нем до того, как было запущено воспроизведение сигнала произвольной формы, или на нем будет оставаться последнее значение сигнала произвольной формы.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Arb\Terminate</b> .	Для задания настройки по окончании сигнала произвольной формы используйте следующую команду: ARB:TERM:LAST OFF,(@1)
Выберите настройку Return to start (Возвращаться к начальному значению) или Stop at last Arb (Оставаться на последнем значении сигнала произвольной формы). Затем нажмите <b>Select</b> .	

**Шаг 5.** Укажите число повторов сигнала произвольной формы.

Укажите, требуется ли повторное воспроизведение сигнала произвольной формы непрерывно (INFinity) или определенное число раз. При числе повторов, равном 1, выполняется однократное воспроизведение сигнала произвольной формы.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Transient\Arb\Repeat</b> .	Для задания числа повторов сигнала произвольной формы используйте следующую команду: ARB:COUN 1,(@1)
Укажите число повторов или задайте непрерывное воспроизведение сигнала произвольной формы. Затем нажмите <b>Select</b> .	

## Воспроизведение сигнала произвольной формы

**Шаг 6.** Разрешите функции формирования сигналов произвольной формы реагировать на сигналы запуска выходного канала.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Transient\Mode</b>.</p> <p>Для запуска сигналов произвольной формы для напряжения, тока, мощности или сопротивления установите режим Arb. Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	<p>Чтобы разрешить функции формирования сигналов произвольной формы реагировать на сигналы запуска, используйте следующие команды:</p> <p>VOLT:MODE ARB,(@1)            CURR:MODE ARB,(@1)            POW:MODE ARB,(@1)            RES:MODE ARB,(@1)</p>

**Шаг 7.** Выбор источника сигнала запуска для сигнала произвольной формы. Выберите источник сигнала запуска из следующих вариантов:

- **Bus** Выбор запуска по сигналу устройства GPIB, \*TRG или <GET> (сигнал запуска для группового выполнения).
- **Imm** Команда незамедлительного запуска, передаваемая с передней панели или по шине, будет формировать сигнал незамедлительного запуска.
- **Ext** Выбор всех контактов цифрового порта, которые были настроены в качестве входов сигнала запуска.
- **Pin<n>** Выбор определенного контакта цифрового порта, который был настроен в качестве входа сигнала запуска. <n> обозначает номер контакта. Для использования в качестве источника сигнала запуска выбранный контакт должен быть настроен в качестве входа сигнала запуска (см. «**Вход сигнала запуска**»).

Чтобы выбрать источник сигнала запуска, используйте следующие команды:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Transient\TrigSource</b>.</p> <p>В поле Arb trigger source (Выбор источника сигнала запуска для сигнала произвольной формы) выберите Bus (Сигнал с шины).</p> <p>Чтобы настроить запуск по сигналу с контакта цифрового порта, выберите <b>Transient\TrigSource</b>. Затем выберите один из контактов цифрового порта. (Опция Ext позволяет выбрать все контакты, которые были настроены в качестве входов сигнала запуска.)</p> <p>Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	<p>Для настройки запуска по сигналу с шины для сигналов произвольной формы используйте следующую команду:            TRIG:ARB:SOUR BUS,(@1)</p> <p>Для настройки незамедлительного запуска для выхода 1: TRIG:ARB:SOUR IMM,(@1)</p> <p>Для настройки запуска по сигналу с контакта цифрового порта: TRIG:ARB:SOUR PIN&lt;n&gt;,(@1)            где n — номер контакта.</p>

**Шаг 8.** Иницируйте и запустите воспроизведение сигнала произвольной формы.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\Control.</p> <p>Выберите Initiate.</p> <p>Подождите секунду и затем выберите Trigger, чтобы сформировать сигнал незамедлительного запуска независимо от настроек источника сигнала запуска.</p>	<p>Для иницирования системы запуска по переходному состоянию и формирования сигнала запуска:            INIT:TRAN (@1)            TRIG:TRAN (@1)</p> <p>В качестве альтернативного варианта вы также можете запрограммировать команду *TRG или IEEE-488 &lt;get&gt;.</p>

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Для приведения в готовность к реагированию на сигналы запуска после получения команды INIT:TRAN прибору требуется несколько миллисекунд. Если сигнал запуска поступит до того, как система запуска будет приведена в состояние готовности, этот сигнал будет проигнорирован. Для проверки готовности прибора к приему сигналов запуска после инициирования может использоваться бит WTG\_tran (бит 4) в реестре рабочего состояния.

---

## Проведение измерений

### Основные измерения постоянного тока

#### Диапазоны измерений

#### Бесшовные измерения

#### Одновременные измерения

#### Вспомогательные измерения напряжения

### Основные измерения постоянного тока

Каждый выходной канал может выполнять свои собственные измерения. Измерение напряжения и тока на выходе производится путем сбора серии выборок данных через установленный интервал времени, применения оконной функции к выборкам и усреднения значений выборок.

Установленные по умолчанию интервал времени и число выборок обеспечивают время измерений, равное 21 миллисекунде на показание (1024 выборки данных с интервалом 20,48 микросекунды). Применяется прямоугольная оконная функция.

Чтобы выполнить простое измерение, используйте указанные ниже команды. Модели, способные одновременно измерять напряжение и ток, могут использоваться для измерения мощности (см. раздел «Различия между моделями»).

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Нажмите клавишу <b>Meter</b> .	MEAS:VOLT? (@1) MEAS:CURR? (@1) MEAS:POW? (@1)

### Диапазоны измерений

Некоторые модели имеют несколько диапазонов измерения напряжения и тока (см. раздел «Различия между моделями»). При выборе меньшего диапазона измерения обеспечивается более высокая точность результатов при условии, что измеряемая величина не выходит за выбранный диапазон.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Measure\Range</b> .	Для установки диапазона измерения 5 В: SENS:VOLT:RANG 5,(@1)
В выпадающем меню напряжения или тока выберите меньший диапазон измерения. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для установки диапазона измерения 1 А: SENS:CURR:RANG 1,(@1)

Максимальный измеряемый ток соответствует максимальной номинальной характеристике диапазона. Если результат измерений выйдет за диапазон, возникнет ошибка Overload (Перегрузка). Примеры программирования диапазонов измерений:

**Диапазон 3,06 А** Чтобы выбрать, запрограммируйте значения  $> 0,1 \text{ А}$  и  $\leq 3,06 \text{ А}$ .

**Диапазон 0,10 А** Чтобы выбрать, запрограммируйте значения  $> 200 \text{ мкА}$  и  $\leq 0,1 \text{ А}$ .

**Диапазон 200 мкА** (опция 2UA) Чтобы выбрать, запрограммируйте значения  $\leq 200 \text{ мкА}$ .

## Бесшовные измерения

**ПРИМЕЧАНИЕ** Автоматический выбор диапазона для бесшовных измерений и напряжения, и тока доступен у моделей N678xA SMU и с опцией SMR.

Автоматический выбор диапазона для бесшовных измерений обеспечивает динамические измерения в широком диапазоне и исключает утрату данных при переходах между диапазонами. Бесшовный автоматический выбор диапазона не включает диапазон 10 мкА, который необходимо выбирать вручную.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Measure\Range</b> . В выпадающем меню напряжения или тока выберите Auto. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для включения автоматического выбора диапазона для бесшовных измерений напряжения или тока на канале 1: SENS:VOLT:RANG:AUTO ON,(@1) SENS:CURR:RANG:AUTO ON, (@1)

## Одновременные измерения

Некоторые модели допускают одновременное измерение напряжения и тока (см. раздел «**Различия между моделями**»). В таких случаях в ходе любого измерения могут быть получены ОБА результата — напряжение и ток.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Выберите измерительную функцию: SENS:FUNC:VOLT ON,(@1) SENS:FUNC:CURR ON,(@1)  Иницируйте и запустите измерительную систему: INIT:ACQ (@1) TRIG:ACQ (@1)  Вызовите результаты измерения напряжения, тока или мощности: FETC:VOLT? (@1) FETC:CURR? (@1) FETC:POW? (@1)

## Вспомогательные измерения напряжения

**ПРИМЕЧАНИЕ** Эта информация относится только к моделям N6781A и N6785A.

Модели Keysight N6781A и N6785A имеют вход для вспомогательных измерений напряжения, который предназначен в первую очередь для измерения напряжения разряжаемого аккумулятора. Он также может использоваться для других целей, включая общие измерения напряжения постоянного тока в диапазоне +/-20 В постоянного тока. Вспомогательный вход измерения напряжения изолирован от других общих цепей. Его ширина полосы пропускания равна приблизительно 2 кГц. Он имеет один выходной диапазон: от -20 до +20 В постоянного тока.

Вспомогательные измерения напряжения не могут проводиться параллельно с измерениями напряжения на выходе. При выборе вспомогательного входа измерения напряжения произойдет переключение входа измерения напряжения с обычных измерительных клемм «+» и «-» на входы Aux Voltage.

Для включения вспомогательных измерений напряжения:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Measure\Input</b> . Выберите Auxiliary. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для включения вспомогательных измерений: SENS:FUNC:VOLT:INP AUX,(@1)
Для обратного переключения входа измерения напряжения на выходные клеммы выберите Main.	Для выполнения вспомогательных измерений напряжения: MEAS:VOLT? (@1)

**ПРИМЕЧАНИЕ** Когда клеммы для вспомогательных измерений напряжения остаются без подключения, на экране измерений на передней панели будет отображаться показание напряжения, равное приблизительно 1,6 В. Это показание не является отклонением от нормы, и оно не будет оказывать влияния на измерения напряжения после того, как будет выполнено подключение к клеммам для вспомогательных измерений.

## Использование оцифровщика

### Виды измерений

### Программирование оцифровщика

### Синхронизация измерений с использованием оцифровщика

**ПРИМЕЧАНИЕ** Для использования функции оцифровщика у моделей N673xA, N674xA, N675xA и N677xA должна быть установлена опция .

В процессе измерений через интерфейс удаленного управления на экране на передней панели может отображаться «-- -- -- -- --». После того как дистанционные измерения завершатся, индикация измерений на передней панели возобновится.

---

### Виды измерений

Помимо измерений постоянного тока (или измерений с усреднением), которые рассматривались в разделе «**Проведение измерений**», доступны следующие измерения с оцифровщиком. Они могут выполняться только с использованием соответствующей команды SCPI.

**ACDC** — вычисления, результатом которых является измеренное общее среднеквадратичное значение (переменный ток + постоянный ток).

**HIGH** — вычисления, результатом которых является гистограмма формы сигнала с использованием 16 бинов между максимальной и минимальной измерительными точками. За высокий бин принимается бин, содержащий большинство измерительных точек выше точки 50 %. В качестве высокого уровня выдается среднее значение для всех измерительных точек в высоком бине. Если ни в одном высоком бине не содержится больше, чем 1,25 % общего числа полученных измерительных точек, возвращается максимальная измерительная точка.

**LOW** — вычисления, результатом которых является гистограмма формы сигнала с использованием 16 бинов между максимальной и минимальной измерительными точками. За низкий бин принимается бин, содержащий большинство измерительных точек ниже точки 50 %. В качестве низкого уровня выдается среднее значение для всех измерительных точек в низком бине. Если ни в одном низком бине не содержится больше, чем 1,25 % общего числа полученных измерительных точек, возвращается минимальная измерительная точка.

**MAX** — максимальное значение оцифрованных результатов измерения. **MIN** — минимальное значение оцифрованных результатов измерения.

**Array queries** (запросы массива данных) — могут использоваться для вывода VCEX значений из буфера измерения напряжения и тока. При этом усреднение не применяется, и из буфера выводятся только необработанные данные.

## Программирование оцифровщика

Функция оцифровщика обеспечивает доступ к расширенным возможностям измерения напряжения и тока, имеющимся у системы питания N6700C. Доступные возможности описаны в следующих подразделах:

**Выбор измерительной функции и диапазона измерения**

**Настройка частоты дискретизации измерений**

**Задание измерительного окна с возможностью снижения уровня шума переменного тока**

**Запуск измерений**

**Получение массива данных измерений**

### Выбор измерительной функции и диапазона измерения

Для выбора измерительной функции используются описанные ниже команды. Для включения измерительной функции выполните следующие действия:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для включения измерений напряжения или тока: SENS:FUNC:VOLT ON, (@1) SENS:FUNC:CURR ON, (@2)

Если модуль питания допускает одновременные измерения (см. раздел «Различия между моделями»), вы можете включить измерение и напряжения, и тока на одном и том же выходном канале.

Некоторые модули питания также имеют несколько диапазонов измерения. При выборе меньшего диапазона измерения обеспечивается более высокая точность результатов при условии, что измеряемая величина не выходит за выбранный диапазон. Для выбора меньшего диапазона измерения выполните следующие действия:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Measure\Range</b> .	Для установки диапазона измерения 5 В: SENS:VOLT:RANG 5, (@1)
В выпадающем меню напряжения или тока выберите меньший диапазон измерения. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для установки диапазона измерения 1 А: SENS:CURR:RANG 1, (@1)

### Бесшовные измерения

**ПРИМЕЧАНИЕ** Автоматический выбор диапазона для бесшовных измерений и напряжения, и тока доступен у моделей N678xA SMU и с опцией SMR.

Автоматический выбор диапазона для бесшовных измерений обеспечивает динамические измерения в широком диапазоне и исключает утрату данных при переходах между диапазонами. Бесшовный автоматический выбор диапазона не включает диапазон 10 мкА, который необходимо выбирать вручную.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Measure\Range</b> .	Для включения автоматического выбора диапазона для бесшовных измерений напряжения или тока: SENS:VOLT:RANG:AUTO ON, (@1) SENS:CURR:RANG:AUTO ON, (@1)
В выпадающем меню напряжения или тока выберите Auto.	
Затем нажмите <b>Select</b> .	

### Настройка частоты дискретизации измерений

На следующем рисунке показана связь между числом выборок результатов измерения (или измерительных точек) и временным интервалом между выборками для типичного измерения. Для тонкой настройки измерения вы можете задать число точек в измерении и временной интервал между ними.



Для изменения частоты дискретизации данных измерения выполните следующие действия:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Measure\Sweep</b> .	Для задания временного интервала 60 мс и 4096 выборок используйте следующие команды: SENS:SWE:TINT 60E-6, (@1) SENS:SWE:POIN 4096, (@1)
Введите число точек. Затем нажмите <b>Select</b> .	
Введите временной интервал. Затем нажмите <b>Select</b> .	

Максимальное число точек выборки, доступное для всех измерений, составляет 512 К (К = 1024). Например, если вы зададите 500 К точек для измерения напряжения на канале 1, для всех прочих измерений у вас останется лишь 12 К точек.

Значения временного интервала могут находиться в диапазоне от 5,12 микросекунды (для одного параметра у моделей N678xA SMU) до 40 000 секунд. Обратите внимание, что кратчайший временной интервал (самая высокая скорость), который может быть задан, зависит от числа измеряемых параметров; модели прибора, используемой для измерений, и разрешения временного интервала. Вы можете измерять лишь до 4 параметров при разрешении временного интервала, равном 20 микросекундам.

1 параметр (только у моделей N678xA SMU)	5,12 мкс
1 или 2 параметра (все модели)	10,24 мкс
3 или 4 параметра (все модели) с запрограммированным разрешением 20 мкс	20,48 мкс
От 5 до 8 параметров (все модели) с запрограммированным разрешением 40 мкс	40,96 мкс

Значения временного интервала от 10,24 до 20,48 мкс округляются до ближайших 10,24 мкс. Когда разрешение установлено на RES20, значения свыше 20,48 мкс округляются до ближайших 20,48 мкс. Когда разрешение установлено на RES40, значения свыше 40,96 мкс округляются до ближайших 40,96 мкс.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для задания разрешения равным 20 или 40 мкс: SENS:SWE:TINT:RES RES20 SENS:SWE:TINT:RES RES40

### Назначение оконной функции

Применение оконной функции — это процесс обработки сигналов, позволяющий уменьшить погрешность средних результатов измерений, проводимых в присутствии периодических сигналов и шума. Доступны две оконные функции: прямоугольная и Хеннинга. При включении питания к измерениям применяется прямоугольная оконная функция.

Прямоугольная оконная функция вычисляет средний результат измерений без какой-либо обработки сигналов. Однако в присутствии периодических сигналов, таких как пульсации в сети переменного тока, прямоугольная оконная функция может вносить ошибки в расчеты средних результатов измерений. Это может произойти в случае, если число циклов собранных данных не равно целому числу вследствие частичного выполнения последнего цикла сбора данных.

Одним из способов борьбы с влиянием пульсаций в сети переменного тока является использование оконной функции Хеннинга. В ней при вычислении средних результатов измерений к данным применяется весовая функция  $\cos^4$ . Благодаря этому в окне измерения уменьшается шум, вносимый переменным током. Наилучший результат достигается, когда измерения содержат не менее трех форм сигнала.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Measure\Window</b> .  В выпадающем меню напряжения или тока выберите Auto. Затем нажмите <b>Select</b> .	Для выбора оконной функции Хеннинга: SENS:WIND HANN,(@1)

### Запуск измерений

Следующие команды используются для запуска измерений и возврата их результатов:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Нажмите клавишу <b>Meter</b> .	Для измерения среднего напряжения и среднего тока: MEAS:VOLT? (@1) MEAS:CURR? (@1)
Измерители на передней панели способны отображать только средние значения напряжения и тока.	Для измерения среднеквадратичного напряжения и среднеквадратичного тока: MEAS:VOLT:ACDC? (@1) MEAS:CURR:ACDC? (@1)
	Для измерения высокого или низкого уровня импульса: MEAS:VOLT:HIGH? (@1) MEAS:CURR:HIGH? (@1) MEAS:VOLT:LOW? (@1) MEAS:CURR:LOW? (@1)
	Для измерения максимального или минимального значения: MEAS:VOLT:MAX? (@1) MEAS:CURR:MAX? (@1) MEAS:VOLT:MIN? (@1) MEAS:CURR:MIN? (@1)
	Для измерения мощности: MEAS:POW? (@1)

Для измерения мощности требуется, чтобы система была способна выполнять одновременные измерения (см. раздел «Различия между моделями»).

Для вывода всех значений из буфера измерения напряжения и тока могут использоваться запросы массива данных. При этом усреднение не применяется, и из буфера выводятся только необработанные данные.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	MEAS:ARR:VOLT? (@1) MEAS:ARR:POW? (@1) MEAS:ARR:CURR? (@1)

## Получение массива данных измерений

По завершении измерения может потребоваться получить массив данных без инициирования нового измерения. Для получения массива данных по последнему измерению используйте запросы FETCh. Эти запросы не приводят к изменению данных в буфере измерений. Воспользуйтесь следующими командами:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	FETC:ARR:VOLT? (@1) FEAS:ARR:POW? (@1) FETC:ARR:CURR? (@1)

Для измерения мощности требуется, чтобы система была способна выполнять одновременные измерения (см. раздел «Различия между моделями»).

В случае если запрос FETCh будет направлен до начала измерения или до его завершения, ответ будет отложен до тех пор, пока не будет получен сигнал запуска измерения и не завершится сбор данных. Это может привести к торможению работы компьютера, если непосредственно после этого не будет получен сигнал запуска измерения. Для проверки завершения измерения может использоваться бит MEAS\_active в реестре рабочего состояния, как описано в следующем разделе.

## Синхронизация измерений с использованием оцифровщика

Система запуска измерений может использоваться для синхронизации сбора результатов измерений с сигналами запуска с шины, сигналами запуска по переходному состоянию или внешними сигналами запуска. Для получения из собранных данных информации о напряжении или токе могут использоваться команды FETCh. Вкратце процесс измерения с использованием сигнала запуска выглядит следующим образом:

### Выбор измерительной функции

#### Сбор данных до получения сигнала запуска (по усмотрению)

#### Выбор источника сигнала запуска измерений

#### Инициирование системы запуска измерений

#### Запуск измерений

#### Получение результатов измерений

### Выбор измерительной функции

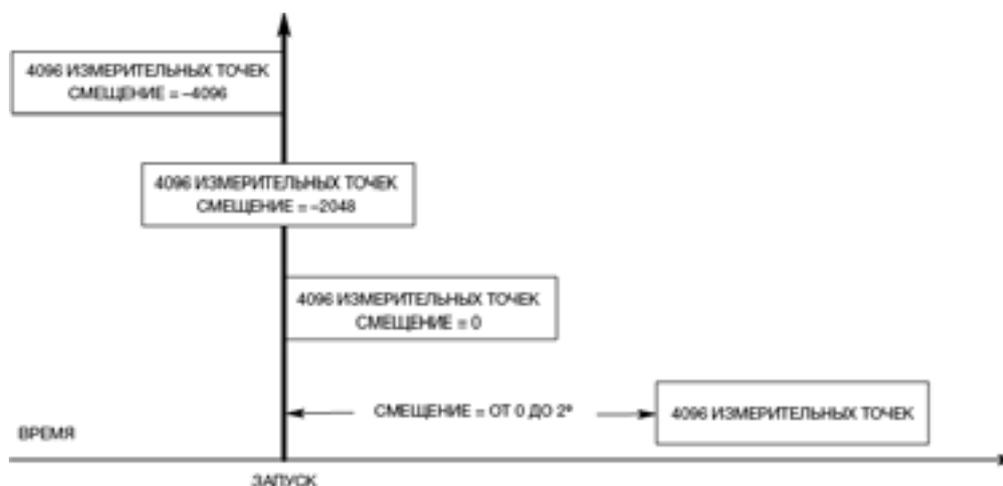
Для выбора измерительной функции используются описанные ниже команды.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для включения измерений напряжения: SENS:FUNC:VOLT ON, (@1)  Для включения измерений тока: SENS:FUNC:CURR ON, (@2)

Некоторые модули питания оснащены двумя измерительными преобразователями, благодаря чему обеспечивается возможность одновременного измерения напряжения и тока (см. раздел «**Различия между моделями**»). В таких случаях могут быть включены и измерение тока, и измерение напряжения. Если модуль питания оснащен лишь одним преобразователем, необходимо указать измеряемый параметр (напряжение или ток).

### Сбор данных до получения сигнала запуска (по усмотрению)

Измерительная система позволяет осуществлять сбор данных до, после и в момент поступления сигнала запуска. Как показано на следующем рисунке, вы можете переместить считываемый блок данных в буфер сбора данных со ссылкой на сигнал запуска. Благодаря этому обеспечивается возможность выборки данных до или после поступления сигнала запуска.



Для смещения начала буфера сбора данных относительно сигнала запуска сбора данных:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Measure\Sweep</b> .	Для смещения измерения на 100 точек: SENS:SWE:OFFS:POIN 100, (@1)
Введите значение смещения в поле Offset. Затем нажмите <b>Select</b> .	

Когда значение равно 0, все выборки результатов измерения производятся после поступления сигнала запуска. Положительные значения выражают задержку после поступления сигнала запуска, но до сбора выборок данных. Это может использоваться для исключения выборок результатов измерения, которые были собраны в течение времени задержки. (Время задержки = смещение x период выборки.)

Отрицательные значения относятся к выборкам данных, полученным до поступления сигнала запуска. Это позволяет осуществлять сбор выборок результатов измерения до поступления сигнала запуска.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Если во время сбора данных до поступления сигнала запуска будет получен сигнал запуска до того, как будет завершен отсчет данных до запуска, этот сигнал запуска будет проигнорирован измерительной системой. Если не будет сформирован еще один сигнал запуска, это станет причиной невыполнения измерения.

## Выбор источника сигнала запуска измерений

**ПРИМЕЧАНИЕ** Команда TRIGger:ACQuire[:IMMEDIATE], передаваемая по шине, позволяет в любых условиях сформировать сигнал незамедлительного запуска измерений независимо от выбранного источника сигнала запуска.

Если вы не используете команду TRIGger:ACQuire[:IMMEDIATE], выберите один из следующих источников сигнала запуска:

**Bus** — выбор запуска по сигналу устройства GPIB, \*TRG или <GET> (сигнал запуска для группового выполнения).

**External** — выбор всех контактов цифрового порта, которые были настроены в качестве входов сигнала запуска.

**Pin<n>** — выбор определенного контакта цифрового порта, который был настроен в качестве входа сигнала запуска. <n> обозначает номер контакта. Для использования в качестве источника сигнала запуска выбранный контакт должен быть настроен в качестве входа сигнала запуска (см. «Использование цифрового порта управления»).

**Transient<n>** — в качестве источника сигнала запуска выбирается система перехода выходного канала. <n> обозначает номер канала. Чтобы обеспечить формирование выходного сигнала запуска, при выборе канала вы должны также настроить систему перехода этого канала. См. «**Формирование выходного сигнала запуска**» и «**Программирование произвольного списка**».

Чтобы выбрать источник сигнала запуска, используйте следующие команды:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	<p>Для настройки запуска по сигналу с шины для выхода 1: TRIG:ACQ:SOUR BUS, (@1)</p> <p>Для настройки запуска по сигналу с контакта цифрового порта: TRIG:ACQ:SOUR PIN&lt;n&gt;, (@1)</p> <p>Для настройки запуска по переходному состоянию выходного канала: TRIG:ACQ:SOUR TRAN&lt;n&gt;, (@1)</p> <p>где n — номер выходного канала, формирующего сигнал запуска.</p>

## Инициирование системы запуска измерений

Теперь необходимо инициировать или включить систему запуска измерений.

При включении системы питания система запуска находится в бездействии. В этом состоянии система запуска неактивна, и любые запускающие сигналы игнорируются. Команда INITiate служит для включения системы запуска и приема сигналов запуска. Инициирование системы запуска производится следующим образом:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для инициирования системы запуска измерений: INIT:ACQ (@1)

Для приведения в готовность к реагированию на сигналы запуска после получения команды INITiate:ACQUIRE требуется несколько миллисекунд. При использовании моделей Keysight N678xA SMU может потребоваться больше времени.

Если сигнал запуска поступит до того, как система запуска будет приведена в состояние готовности, этот сигнал будет проигнорирован. Для проверки готовности прибора к приему сигналов запуска после инициирования может использоваться бит WTG\_meas в реестре рабочего состояния.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для запроса значения бита WTG_meas (бит 3): STAT:OPER:COND?(@1)

Если в ответ на запрос выдается значение 8, бит WTG\_meas имеет значение true и прибор готов к приему сигналов запуска. Более подробная информация содержится в разделе «Справка по состоянию» в руководстве по эксплуатации и обслуживанию.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Систему запуска измерений необходимо инициировать каждый раз, когда потребуется выполнить измерения по сигналу запуска.

## Запуск измерений

В иницированном состоянии система запуска ожидает сигналов запуска. Вы можете передать команду незамедлительного запуска измерений, как описано ниже:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для формирования сигнала запуска измерений: TRIG:ACQ (@1)  В качестве альтернативного варианта, если источником сигнала запуска является шина, вы также можете запрограммировать команду *TRG или IEEE-488 <get>.

Как было сказано выше, сигнал запуска может быть сформирован другим выходным каналом или входным контактом разъема цифрового порта. Если какая-либо из этих систем настроена для использования в качестве источника сигнала запуска, прибор будет ожидать сигнал запуска в течение неопределенного времени. Если событие запуска не произойдет, вам потребуется вручную вернуть систему запуска в состояние бездействия.

Для возврата системы запуска в состояние бездействия используются следующие команды:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Measure\Control</b> .	ABOR:ACQ (@1)
Затем выберите элемент управления Abort (Прервать).	

## Получение результатов измерений

После того как сигнал запуска будет получен и измерение будет завершено, система запуска вернется в состояние бездействия. Когда это произойдет, вы можете воспользоваться запросами FETCH для вызова данных измерений.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для вызова средних значений напряжения и тока: FETC:VOLT? (@1) FETC:CURREN? (@1)  Для вызова среднеквадратичных значений напряжения и тока: FETC:VOLT:ACDC? (@1) FETC:CURREN:ACDC? (@1)  Для вызова высокого или низкого уровня импульса: FETC:VOLT:HIGH? (@1) FETC:CURREN:HIGH? (@1) FETC:VOLT:LOW? (@1) FETC:CURREN:LOW? (@1)  Для вызова максимального или минимального значения: FETC:VOLT:MAX? (@1) FETC:CURREN:MAX? (@1) FETC:VOLT:MIN? (@1) FETC:CURREN:MIN? (@1)  Для вызова значения мощности: FETC:POW? (@1)

Для измерения мощности требуется, чтобы система была способна выполнять одновременные измерения (см. раздел «**Различия между моделями**»).

В случае если запрос FETCh будет направлен до завершения измерения, ответ будет отложен до тех пор, пока не будет получен сигнал запуска измерения и не завершится сбор данных. Чтобы узнать, вернулась ли система запуска измерений в состояние бездействия, может использоваться бит MEAS\_active в реестре рабочего состояния.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для запроса значения бита MEAS_active (бит 5): STAT:OPER:COND? (@1)

Если в ответ на запрос выдается значение 32, бит MEAS\_active имеет значение true и измерение НЕ завершено. Если бит MEAS\_active имеет значение false, вы можете вызвать результаты измерения. Более подробная информация содержится в разделе «Справка по состоянию» в руководстве по эксплуатации и обслуживанию.

## Внешняя регистрация данных

### Функции регистрации данных

#### Выбор измерительной функции и диапазона измерения

#### Установка периода интегрирования

#### Выбор источника сигнала запуска регистрации Elog

#### Инициирование и запуск регистрации Elog

#### Периодический вызов данных

#### Прекращение регистрации Elog

### Функции регистрации данных

**ПРИМЕЧАНИЕ** Функция внешней регистрации данных может быть запрограммирована только с помощью команд SCPI.

Модели Keysight N6700C имеют функцию «внешней» регистрации данных (Elog), которая служит для непрерывной регистрации результатов измерения напряжения и тока. Регистрация данных осуществляется извне прибора, так как она может быть реализована только с помощью команд SCPI. Данные измерений напряжения и тока временно хранятся в буфере FIFO (first-in, first-out — первый на входе, первый на выходе) на приборе. Однако размера этого буфера хватает на хранение данных измерений, накопленных приблизительно всего лишь за 20 секунд. Это означает, что необходимо периодически опорожнять внутренний буфер во внешнее устройство хранения данных, в противном случае данные в буфере будут перезаписаны.

В следующей таблице описаны различные функции регистрации данных.

Функция	Описание
Хранилище данных	Буферизирует результаты измерений приблизительно за 20 секунд и требует, чтобы компьютер периодически считывал эти данные, чтобы не допустить переполнения внутреннего буфера. От компьютера требуется обеспечить внешнее хранилище данных.
Ресурсы измерений	Запускаются независимо на каждом выходе. На некоторых выходах может запускаться внешний журнал регистрации данных, в то время как остальные выходы могут использоваться в управлении с передней панели или для других функций SCPI.
Измерительные функции	Если модуль питания оснащен лишь одним измерительным преобразователем, то регистрация может осуществляться либо для напряжения, либо для тока, но не для обоих этих параметров.
Период интегрирования	Минимальный период интегрирования равен 102,4 мкс для одного параметра при формате данных REAL (действительные числа). В течение заданного периода интегрирования выполняется усреднение выборок и отслеживаются минимальное и максимальное значения.
Просмотр данных	Просмотр или контроль с передней панели не предусмотрен. Просмотр собранных данных осуществляется на внешнем устройстве.

### Выбор измерительной функции и диапазона измерения

Для выбора измерительной функции используются описанные ниже команды.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для включения измерений напряжения или тока: SENS:ELOG:FUNC:VOLT ON, (@1) SENS:ELOG:FUNC:CURR ON, (@1)  Для включения измерений минимального/максимального значения: SENS:ELOG:FUNC:VOLT:MINM ON, (@1) SENS:ELOG:FUNC:CURR:MINM ON, (@1)

Если модуль питания допускает одновременные измерения (см. раздел «Различия между моделями»), вы можете включить измерение и напряжения, и тока на одном и том же выходном канале. Модули питания, у которых нет функции одновременных измерений, не могут использоваться для внешней регистрации одновременно напряжения и тока.

Некоторые модули питания также имеют несколько диапазонов измерения. При выборе меньшего диапазона измерения обеспечивается более высокая точность результатов при условии, что измеряемая величина не выходит за выбранный диапазон. Для выбора меньшего диапазона измерения выполните следующие действия:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для установки диапазона измерения 5 В: SENS:ELOG:VOLT:RANG 5, (@1)  Для установки диапазона измерения 1 А: SENS:ELOG:CURR:RANG 1, (@1)

## Бесшовные измерения

**ПРИМЕЧАНИЕ** Автоматический выбор диапазона для бесшовных измерений и напряжения, и тока доступен у моделей N678xA SMU и с опцией SMR.

Автоматический выбор диапазона для бесшовных измерений обеспечивает динамические измерения в широком диапазоне и исключает утрату данных при переходах между диапазонами. Бесшовный автоматический выбор диапазона не включает диапазон 10 мкА, который необходимо выбирать вручную.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для включения автоматического выбора диапазона для внешней регистрации: SENS:ELOG:VOLT:RANG:AUTO ON, (@1) SENS:ELOG:CURR:RANG:AUTO ON, (@1)

## Установка периода интегрирования

Период интегрирования может быть установлен в диапазоне от минимального значения 102,4 мкс до максимального значения 60 с.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для задания периода интегрирования равным 600 мкс: SENS:ELOG:PER 0.0006, (@1)

В течение периода интегрирования выполняется усреднение выборок Elog и отслеживаются минимальное и максимальное значения. По окончании каждого периода интегрирования во внутренний буфер FIFO добавляются среднее, минимальное и максимальное значения. Для каждого канала может быть задано до 6 параметров измерений: напряжение + V<sub>макс.</sub> + V<sub>мин.</sub> и ток + I<sub>макс.</sub> + I<sub>мин.</sub>

Несмотря на то что абсолютный минимальный период интегрирования равен 102,4 мкс, фактическое минимальное значение зависит от числа регистрируемых измеряемых параметров. Фактическое минимальное значение равно произведению 102,4 мкс и числа параметров, регистрируемых в каждом интервале. Обратите внимание, что вы можете измерять до 4 параметров при разрешении временного интервала, установленном на 20 мкс, и до 24 параметров при разрешении, установленном на 40 мкс. Когда прибор устанавливает период интегрирования, пересылаемое значение округляется до ближайшего числа, кратного выбранному разрешению — 20,48 мкс или 40,96 мкс.

1 параметр (напряжение или ток) с разрешением 20 мкс	102,4 мкс
2 параметра (напряжение и ток) с разрешением 20 мкс	204,8 мкс
4 параметра (напряжение + V <sub>мин.</sub> + V <sub>макс.</sub> + ток) с разрешением 20 мкс	409,6 мкс
8 параметров с разрешением 40 мкс	819,2 мкс
16 параметров с разрешением 40 мкс	1638,4 мкс
24 параметра с разрешением 40 мкс	2457,6 мкс

Для изменения разрешения временного интервала выполните следующие действия:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для задания разрешения: SENS:SWE:TINT:RES RES20 SENS:SWE:TINT:RES RES40

Если заданный период интегрирования равен минимальному интервалу регистрации или близок к нему, необходимо выбрать двоичный формат данных. Если не указан действительный формат, данные будут регистрироваться в формате ASCII и минимальные значения интервала регистрации, как правило, будут в 5 раз больше значений, которые могут быть достигнуты при использовании двоичного формата.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для задания действительного формата данных: FORM REAL

### Выбор источника сигнала запуска регистрации Elog

Команда TRIGger:ELOG формирует сигнал незамедлительного запуска независимо от источника сигнала запуска. Если вы не используете эту команду, выберите один из следующих источников сигнала запуска:

**Bus** — выбор запуска по сигналу устройства GPIB, \*TRG или <GET> (сигнал запуска для группового выполнения).

**External** — выбор всех контактов цифрового порта, которые были настроены в качестве входов сигнала запуска.

**Immediate** — выбор источника сигнала незамедлительного запуска. Данный сигнал вызывает запуск регистратора данных незамедлительно после инициирования.

**Pin<n>** — выбор определенного контакта цифрового порта, который был настроен в качестве входа сигнала запуска. <n> обозначает номер контакта. Для использования в качестве источника сигнала запуска выбранный контакт должен быть настроен в качестве входа сигнала запуска (см. «**Использование цифрового порта управления**»).

Чтобы выбрать один из доступных источников сигнала запуска, используйте следующие команды:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для настройки запуска по сигналу с шины: TRIG:TRAN:SOUR BUS, (@1)
	Для настройки запуска по сигналу с любого контакта цифрового порта: TRIG:TRAN:SOUR EXT, (@1)
	Для выбора сигнала незамедлительного запуска: TRIG:TRAN:SOUR IMM, (@1)
	Для настройки запуска по сигналу с контакта 5 цифрового порта: TRIG:ACQ:SOUR PIN5, (@1)

## Инициирование и запуск регистрации Elog

При включении системы питания система запуска находится в бездействии. В этом состоянии система запуска неактивна, и любые запускающие сигналы игнорируются. Команда INITiate служит для включения приема сигналов запуска измерительной системой. Для инициирования и запуска регистрации Elog:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для инициирования и запуска регистрации Elog: INIT:ELOG, (@1) TRIG:ELOG, (@1)
	В качестве альтернативного варианта, если источником сигнала запуска является шина, вы также можете запрограммировать команду *TRG или IEEE-488 <get>.

После запуска функция Elog начнет размещать данные во внутреннем буфере измерений. Из-за того, что размеров буфера хватает для сохранения накопленных результатов измерений лишь за 20 секунд, приложение на вашем ПК должно периодически вызывать (или выгружать) данные из этого буфера.

## Периодический вызов данных

В ответ на каждую команду FETCh возвращается несколько запрошенных записей данных в буфере, после чего эти записи удаляются из буфера, чтобы освободить место для дальнейших данных. Регистрация Elog продолжается до тех пор, пока она не будет прервана.

Запись Elog представляет собой один массив из показаний напряжения и тока за один временной интервал. Точный формат записи зависит от того, для каких функций была включена регистрация Elog. Если все функции включены, то в одной записи будут содержаться следующие данные в указанном порядке:

- среднее значение тока;
- минимальное значение тока;
- максимальное значение тока;
- среднее значение напряжения;
- минимальное значение напряжения;
- максимальное значение напряжения.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	Для вызова не более 1000 записей: FETC:ELOG? 1000, (@1)

Данные в формате ASCII (выбран по умолчанию) выдаются в виде блоков численных данных ASCII, разделенных запятыми и состоящих из средних, минимальных или максимальных значений, которые заканчиваются символом новой строки. В любой момент времени на запросы ASCII могут выдаваться данные только с одного канала.

Двоичные данные выдаются в виде списка разделенных запятыми данных по каждому запрошенному каналу. Данные представляют собой двоичный блок заданной длины, порядок бит в котором задается командой FORMat:BOARDer.

### Прекращение регистрации Elog

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Отсутствует	ABOR:ELOG, (@1)

## Использование цифрового порта управления

### Двунаправленный цифровой ввод/вывод

#### Цифровой вход

#### Выход сигнала неисправности

#### Вход сигнала блокировки

#### Защита системы от неисправности/защита с блокировкой

#### Состояния выхода

Цифровой порт управления состоит из семи контактов ввода/вывода, которые используются для доступа к различным функциям управления. Каждый из контактов может быть сконфигурирован пользователем в зависимости от его потребностей. Для контактов ввода/вывода доступны следующие функции управления:

### Двунаправленный цифровой ввод/вывод

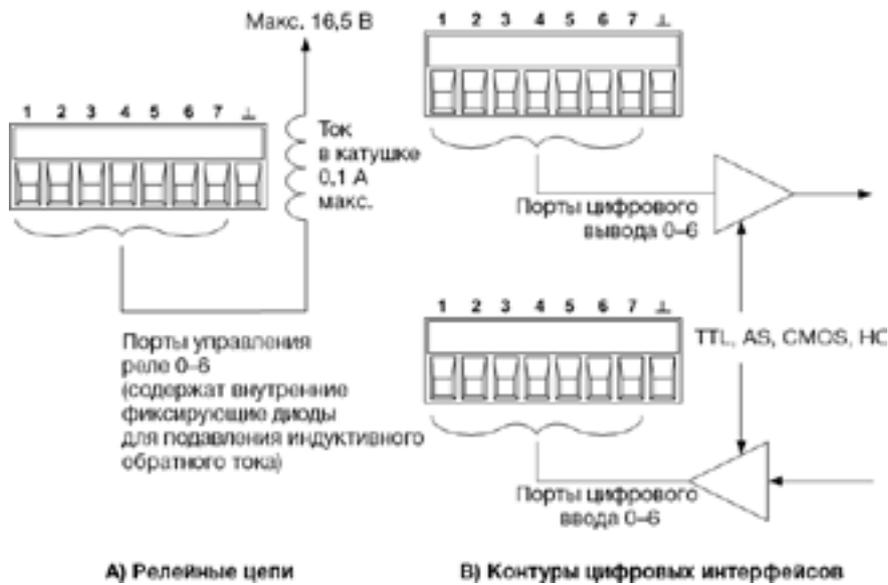
Каждый из семи контактов может быть сконфигурирован в качестве универсальных двунаправленных цифровых входов и выходов. Также может быть задана полярность этих контактов. Контакт 8 служит для общего сигнала для контактов цифрового ввода/вывода. Программирование данных выполняется в соответствии со следующей схемой назначения бит:

Контакты	7	6	5	4	3	2	1
Информационный вес	6	5	4	3	2	1	0
	(старший разряд)						(младший разряд)

Для настройки контактов для использования для цифрового ввода/вывода:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>System\IO\DigPort\Pins</b>.</p> <p>В поле Pin (Контакт) выберите контакт.</p> <p>В поле Function (Функция) выберите Dig I/O (Цифровой ввод/вывод).</p> <p>В поле Polarity (Полярность) выберите Positive (Положительная) или Negative (Отрицательная).</p> <p>Для отправки данных на контакты выберите <b>System\IO\DigPort\Data</b>.</p> <p>Выберите поле Data Out (Вывод данных) и введите двоичное слово.</p>	<p>Для настройки функции контакта: DIG:PIN1:FUNC DIO</p> <p>Для выбора полярности контакта: DIG:PIN1:POL POS DIG:PIN1:POL NEG</p> <p>Для отправки данных на контакты: DIG:OUTP:DATA &lt;данные&gt;</p>

Контакты цифрового ввода/вывода могут использоваться для управления как релейными цепями, так и контурами цифровых интерфейсов. На следующем рисунке показаны типичные подключения к релейным цепям и контурам цифровых интерфейсов с использованием функций цифрового ввода/вывода.



### Цифровой вход

Каждый из семи контактов может быть сконфигурирован для использования только в качестве цифрового входа. Также может быть задана полярность этих контактов. Контакт 8 служит для общего сигнала для контактов цифрового ввода. Состояние контакта отражает истинное состояние внешнего сигнала, подаваемого на контакты. На состояние контакта не влияет двоичное слово на выходе.

Для настройки контактов для использования только для цифрового ввода:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>System\IO\DigPort\Pins</b>.</p> <p>В поле Pin (Контакт) выберите контакт.</p> <p>В поле Function (Функция) выберите Dig In (Цифровой ввод).</p> <p>В поле Polarity (Полярность) выберите Positive (Положительная) или Negative (Отрицательная).</p> <p>Для считывания данных с контактов выберите <b>System\IO\DigPort\Data</b>.</p> <p>Вводимые данные отображаются в виде двоичного числа в поле Data In (Ввод данных).</p>	<p>Для настройки функции контакта: DIG:PIN1:FUNC DINP</p> <p>Для выбора полярности контакта: DIG:PIN1:POL POS DIG:PIN1:POL NEG</p> <p>Для считывания данных с контакта: DIG:INP:DATA?</p>

### Ввод/вывод внешнего сигнала запуска

Каждый из семи контактов может быть сконфигурирован для использования в качестве входа или выхода сигнала запуска. Также может быть задана полярность этих контактов. При программировании полярности сигнала запуска следует учитывать, что при положительной полярности (POSitive) будет использоваться нарастающий фронт, а при отрицательной (NEGative) — спадающий. Контакт 8 служит для общего сигнала для контактов сигнала запуска.

После настройки в качестве входа сигнала запуска вы можете подать либо отрицательный, либо положительный импульс на контакт, назначенный в качестве входа сигнала запуска. Время запаздывания

запуска составляет 5 микросекунд. Минимальная ширина импульса равна 4 микросекундам для сигналов с положительным перепадом и 10 микросекундам для сигналов с отрицательным перепадом. Настройка полярности контакта определяет, по какому фронту будет определяться событие запуска.

После настройки в качестве выхода сигнала запуска на соответствующий контакт будет подаваться импульс продолжительностью 10 микросекунд в ответ на команду выхода сигнала запуска. В зависимости от настройки полярности этот импульс может быть либо с положительным перепадом (нарастающий фронт), либо с отрицательным перепадом (спадающий фронт) относительно общего контакта.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>System\IO\DigPort\Pins</b> . В поле Pin (Контакт) выберите контакт. В поле Function (Функция) выберите либо Trig In (Вход сигнала запуска), либо Trig Out (Выход сигнала запуска). В поле Polarity (Полярность) выберите Positive (Положительная) или Negative (Отрицательная).	Для выбора функции выхода сигнала запуска для контакта 1: DIG:PIN1:FUNC TOUT  Для выбора функции входа сигнала запуска для контакта 2: DIG:PIN2:FUNC TINP  Для выбора полярности контакта: DIG:PIN1:POL POS DIG:PIN2:POL NEG

### Выход сигнала неисправности

Контакты 1 и 2 могут быть сконфигурированы в качестве пары контактов выхода сигнала неисправности. Функция выхода сигнала неисправности при возникновении неисправного состояния на любом выходе обеспечивает передачу с цифрового порта сигнала неисправности в целях защиты. Перечень сигналов защиты, при которых формируется сигнал неисправности, приведен в разделе «**Функции защиты**».

Для выполнения данной функции используются оба контакта 1 и 2. Контакт 1 служит в качестве выхода сигнала неисправности, а контакт 2 служит общим контактом для контакта 1. Этим обеспечивается оптически изолированный выход. Также может быть задана полярность 1. Следует отметить, что выходной сигнал неисправности остается зафиксированным до тех пор, пока не будет устранено неисправное состояние и не будет выполнен сброс цепи защиты, как описано в разделе «**Сброс функций защиты**».

**ПРИМЕЧАНИЕ** Функция, выбранная для контакта 2, игнорируется. Контакт 2 должен быть соединен с заземлением внешней цепи.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>System\IO\DigPort\Pins</b> . Выберите Pin 1. В поле Function (Функция) выберите Fault Out (Выход сигнала неисправности). В поле Polarity (Полярность) выберите Positive (Положительная) или Negative (Отрицательная).	Для настройки функции Fault: DIG:PIN1:FUNC FAUL  Для выбора полярности контакта: DIG:PIN1:POL POS DIG:PIN1:POL NEG

### Вход сигнала блокировки

Контакт 3 может быть сконфигурирован в качестве входа удаленного сигнала блокировки. Посредством функции входного сигнала блокировки обеспечивается возможность управления внешним входным сигналом состояния всех выходных каналов базового блока. Также может быть задана полярность контакта 3. Включение данного входа производится по уровню. Время запаздывания сигнала составляет 5 микросекунд. Контакт 8 служит общим контактом для контакта 3.

Могут быть запрограммированы следующие энергонезависимые режимы входного сигнала блокировки:

**LATChing** (Фиксация) — отключение выхода при появлении логического сигнала «истина» на входе сигнала блокировки. После получения сигнала блокировки выход остается отключенным.

**LIVE** (Режим реального времени) — отслеживание включенным выходом состояния входа сигнала блокировки. Когда на вход сигнала блокировки подается логический сигнал «истина», выход отключается. Когда на вход сигнала блокировки подается логический сигнал «ложь», выход включается обратно.

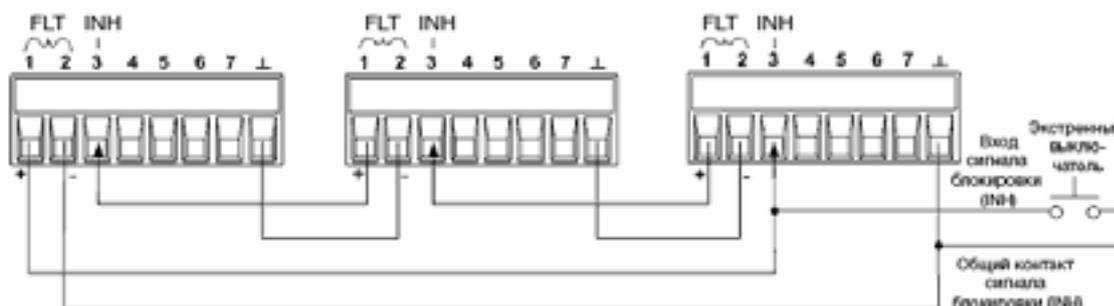
**OFF** (Выключено) — состояние входа сигнала блокировки игнорируется.

Для настройки функции входа сигнала блокировки:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>System\IO\DigPort\Pins</b> .	Для выбора функции блокировки: DIG:PIN3:FUNC INH
Выберите Pin 3. В поле Function (Функция) выберите Inhibit In (Вход сигнала блокировки).	Для выбора полярности контакта: DIG:PIN1:POL POS DIG:PIN1:POL NEG
В поле Polarity (Полярность) выберите Positive (Положительная) или Negative (Отрицательная).	Для установки режима блокировки на Latching: OUTP:INH:MODE LATC
Выберите <b>Protect\Inhibit</b> .	Для установки режима блокировки на Live: OUTP:INH:MODE LIVE
Выберите либо Latching (Фиксация), либо Live (Режим реального времени).	Для отключения сигнала блокировки: OUTP:INH:MODE OFF
Для отключения сигнала блокировки выберите Off (Выкл.).	

### Защита системы от неисправности/защита с блокировкой

На следующем рисунке показано несколько способов, которыми вы можете подключить контакты сигнала неисправности/блокировки на разъеме.



Как показано на рисунке, при последовательно подключенных выходах сигнала неисправности и входах сигнала блокировки нескольких приборов в случае, если у одного из приборов возникнет внутреннее неисправное состояние, будут отключены все выходы без вмешательства контроллера или внешних контуров. Следует обратить внимание, что при использовании подобным образом сигналов неисправности/блокировки для обоих этих сигналов должна быть установлена одинаковая полярность.

Вы также можете подключить к входу сигнала блокировки ручной выключатель или внешний сигнал управления, который будет соединять накоротко контакт сигнала блокировки с общим контактом, когда потребуется отключить все выходы. В этом случае для всех контактов должна быть запрограммирована отрицательная полярность. Вы также можете использовать выход сигнала неисправности для управления внешними релейными цепями или сигнализации другим устройствам о возникновении неисправности, определенной пользователем.

### Выполнение сброса защиты системы от неисправности

Чтобы вернуть все приборы в нормальное рабочее состояние при возникновении неисправного состояния в системе с конфигурацией защиты с последовательным подключением, необходимо снять два неисправных состояния:

1. первоначальную неисправность, приведшую к срабатыванию защиты, или внешний сигнал блокировки;
2. последующий сигнал неисправности, переданный по схеме с последовательным подключением (источником которого является сигнал блокировки).

**ПРИМЕЧАНИЕ** Даже после того, как первоначальное неисправное состояние или внешний сигнал будут сняты, сигнал неисправности останется активным и продолжит отключать выходы у всех приборов.

Чтобы выполнить сброс сигнала неисправности, передаваемого по схеме с последовательным подключением: если вход сигнала блокировки установлен в рабочий режим Live, просто выполните сброс защиты выходов на любом ОДНОМ приборе, как описано в разделе «Сброс функций защиты». Если один из входов сигнала блокировки установлен в рабочий режим Latched, выключите вход сигнала блокировки на ВСЕХ приборах по отдельности. Чтобы обратно включить схему с последовательным подключением, перепрограммируйте вход сигнала блокировки на каждом приборе на режим Latched.

### Состояние выхода

Для контроля состояния выхода могут быть настроены только контакты с 4-го по 7-й. С помощью данной функции вы можете соединять между собой несколько базовых блоков Keysight N6700 и синхронизировать последовательность включения/выключения выходов нескольких базовых блоков. Более подробная информация приведена в разделе «Синхронизация включения выходов».

## Использование функций защиты

**Настройка защиты от перегрузки по напряжению**

**Настройка защиты от перегрузки по току**

**Связывание защиты выходов**

**Настройка защиты от превышения мощности**

**Запрашивание запаса до уставки защиты от перегрева**

**Настройка защиты от колебаний**

**Защита со сторожевым таймером**

**Сброс защиты выходов**

### Функции защиты

Каждый выход имеет независимые функции защиты. Когда задействована какая-либо функция защиты, индикатор состояния на передней панели будет включен. Данные функции фиксируются в состоянии защиты, то есть после задействования потребуется выполнить их сброс. Как описано в разделе «Связывание защиты выходов», прибор может быть настроен таким образом, чтобы при срабатывании защиты на одном выходе выполнялось отключение ВСЕХ выходов. Из перечисленных ниже функций защиты только OV, OV-, OC, OSC, PROT и INH допускают программирование пользователем.

**OV** — защита от перегрузки по напряжению, представляющая собой аппаратную защиту от перегрузки по напряжению с уровнем срабатывания, задаваемым программируемым значением. Защита от перегрузки по напряжению всегда включена.

**OV-** — защита от отрицательного напряжения, представляющая собой аппаратную защиту от перегрузки по напряжению. Доступна только у моделей Keysight N6784A и N6783A.

**OC** — защита от перегрузки по току, представляющая собой программируемую функцию с возможностью включения и выключения. Если данная функция задействована, выход будет отключен, когда выходной ток достигнет настройки ограничения тока.

**OT** — функция защиты от перегрева, контролирующая температуру каждого выхода и отключающая выход, если какая-либо температура превысит максимальные предельные уровни, заданные на заводе-изготовителе (см. OUTPUT:PROTECTION:TEMPERATURE:MARGIN? в руководстве по эксплуатации и обслуживанию).

**OSC** — защита от колебаний, отключающая выход, если на нем будут обнаружены колебания. Доступна только у моделей Keysight N678xA SMU.

**PF** — защита PF служит для индикации того, что выход был отключен вследствие сбоя питания в сети переменного тока.

**CP+** — защита CP+ служит для индикации того, что выход был отключен вследствие достижения ограничения положительной мощности. Эта функция защиты доступна не у всех модулей питания. Дальнейшая информация содержится в разделе «Работа с ограничением мощности».

**CP-** — защита CP- служит для индикации того, что выход был отключен вследствие достижения ограничения отрицательной мощности. Эта функция защиты доступна не у всех модулей питания. Дальнейшая информация содержится в разделе «Работа с ограничением мощности».

**PROT** — защита Prot служит для индикации того, что выход был отключен вследствие либо поступления сигнала связанной защиты другого выхода, либо истечения запрограммированного времени сторожевого таймера.

**INH** — вход сигнала блокировки (контакт 3) цифрового разъема на задней панели может быть запрограммирован на действие в качестве внешнего сигнала выключения. Дальнейшая информация содержится в разделе «Вход сигнала блокировки».

## Настройка защиты от перегрузки по напряжению

Защита от перенапряжения выключает выход, если напряжение на выходе достигнет запрограммированного уровня OVP. Цепь OVP контролирует напряжение на выходных клеммах «+» и «-».

У моделей N678xA SMU контроль напряжения осуществляет замеры у измерительных клемм «+» и «-», а не у выходных клемм. Этим обеспечивается более точный контроль перегрузки по напряжению непосредственно у нагрузки. Более подробная информация содержится в разделе «Сведения по защите от перегрузки по напряжению». В качестве резерва эти модели также имеют функцию локальной защиты от перегрузки по напряжению. Полное описание этой функции приведено в разделе «Локальная защита от перегрузки по напряжению». Кроме того, у модели N6784A может быть также запрограммировано значение отрицательного перенапряжения. Введите значение в поле -OVP.

У моделей N678xA SMU и N6783A может быть задана задержка во избежание срабатывания защиты от перегрузки по напряжению в результате мгновенных отклонений с перенапряжением. Введите значение в поле over-voltage Delay (Задержка реагирования на перенапряжение). Указанные модели также оснащены защитой от отрицательного напряжения, которая отключает выход при обнаружении отрицательного напряжения. Для информирования о срабатывании защиты от отрицательного напряжения служит устройство сигнализации OV-.

У моделей с опцией J01 контроль напряжения также осуществляется на измерительных клеммах «+» и «-». В дополнение к стандартной защите от перегрузки по напряжению данная опция также включает отслеживание защиты от перегрузки по напряжению. Она позволяет задать предел защиты от перегрузки по напряжению, смещенный относительно запрограммированного напряжения. Предел отслеживания защиты от перегрузки по напряжению автоматически отслеживает настройки, программируемые в режиме реального времени.

У моделей N69xA уровень защиты от перегрузки по напряжению не программируется и задан на фиксированном значении, равном 110 % номинального входного напряжения.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Protect\OVP</b></p> <p>Введите значение в поле OVP level (Уровень защиты от перегрузки по напряжению) и нажмите Select (Выбрать).</p> <p>При использовании устройств с опцией J01 введите значение в поле Tracking OVP Offset (Смещение отслеживания защиты от перегрузки по напряжению) и поставьте флажок в поле Enable (Включить). Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	<p>Для настройки защиты от перегрузки по напряжению на уровне 10 В для выхода 1: VOLT:PROT 10, (@1)</p> <p>Для моделей N678xA SMU: VOLT:PROT:REM 10, (@1)</p> <p>Для включения отслеживания защиты от перегрузки по напряжению для выхода 1: VOLT:PROT:TRAC ON, (@1)</p> <p>Для настройки смещения отслеживания на 2 В: VOLT:PROT:TRAC:OFFS 2, (@1)</p>

## Настройка защиты от перегрузки по току

При включенной защите от перегрузки по току система питания отключает выход при достижении силой тока на выходе настройки ограничения тока, в результате чего выполняется переход с режима стабилизации напряжения в режим стабилизации тока.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Protect\OCP</b></p> <p>Поставьте флажок в поле Enable, чтобы включить защиту от перегрузки по току. Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	<p>Для включения защиты от перегрузки по току: CURR:PROT:STAT ON, (@1)</p>

Вы также можете задать задержку защиты от перегрузки по току, чтобы избежать срабатывания защиты от перегрузки по току при мгновенных изменениях настроек выходов, нагрузки и состояния. В большинстве случаев такие кратковременные условия не считаются причиной для срабатывания защиты от перегрузки по току, и отключение выхода по состоянию перегрузки по току при возникновении этих условий создавало бы ненужные помехи в работе. При заданной задержке защиты от перегрузки по току цепь защиты от перегрузки по току будет игнорировать эти мгновенные изменения в течение заданного периода задержки. Если по истечении времени задержки условия для срабатывания защиты от перегрузки по току сохранятся, выход будет отключен.

Задержка может быть запрограммирована в интервале от 0 до 0,255 секунды. Вы можете указать, чем будет запускаться таймер задержки защиты от перегрузки по току — любым переходом выхода в режим стабилизации тока или только окончанием изменения настроек для напряжения, тока или состояния выхода.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Protect\OCP</b></p> <p>Введите значение задержки защиты от перегрузки по току. Затем нажмите <b>Select</b>.</p> <p>В блоке Delay Start (Пуск таймера задержки) выберите CC Transition (Переход в режим стабилизации тока), чтобы пуск таймера задержки выполнялся ЛЮБЫМ переходом выхода в режим стабилизации тока. В противном случае таймер задержки будет запускаться при изменении настроек для напряжения, тока или состояния выхода.</p>	<p>Для настройки задержки 10 миллисекунд: CURR:PROT:DEL 0.01, (@1)</p> <p>Для пуска таймера задержки по ЛЮБОМУ переходу выхода в режим стабилизации тока: CURR:PROT:DEL:STAR CCTR, (@1)</p> <p>Для пуска таймера задержки по любому изменению настроек для напряжения, тока или состояния выхода: CURR:PROT:DEL:STAR SCH, (@1)</p>

Факторы, способные оказывать влияние на то, сколько времени может продолжаться изменение настроек или изменение нагрузки на выходе, включают разность между предыдущим значением на выходе и новым значением, настройку ограничения тока и емкость нагрузки при работе в режиме стабилизации напряжения или индуктивность нагрузки при работе в режиме стабилизации тока. Требуемая задержка должна определяться эмпирическим путем; в качестве помощи могут использоваться характеристики программирования выходных параметров и времени отклика.

Обратите внимание, что время, которое требуется выходу для перехода в режим стабилизации тока, может быть разным в зависимости от величины перегрузки по току в сравнении с настройкой ограничения тока. Например, если перегрузка по току лишь ненамного превышает настройку ограничения тока, для установки бита статуса для режима стабилизации тока выходу может потребоваться несколько десятков миллисекунд. Если перегрузка по току значительно превышает настройку ограничения тока, для установки бита статуса для режима стабилизации тока выходу может потребоваться лишь несколько сотен микросекунд или меньшее время. Чтобы определить, когда выход будет отключен, необходимо прибавить время, которое требуется для задания бита статуса режима стабилизации тока, к времени задержки включения защиты от перегрузки по току. Если состояние перегрузки по току продлится больше суммы этих двух временных интервалов, выход будет отключен.

Модели N679xA имеют дополнительную фиксированную защиту от перегрузки по току, которая постоянно включена. Данная защита обеспечивает отключение выхода всякий раз, когда входной ток превышает 105 % от высокого диапазона значений и приблизительно 110 % от низкого диапазона значений тока.

### Настройка защиты от превышения мощности

Только для моделей N679xA : защита от превышения мощности обеспечивает отключение выхода в случае, если входная мощность превысит 110 % номинальной мощности модуля. Вы можете запрограммировать задержку срабатывания защиты от превышения мощности, чтобы не допустить

включения данной функции в течение этого времени задержки. Это позволит предотвратить срабатывание защиты от превышения мощности в случае кратковременных всплесков входной мощности. Задержка может быть запрограммирована в интервале от 0 до 0,255 секунды.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Protect\OPP</b></p> <p>Поставьте флажок в поле Enable, чтобы включить защиту от превышения мощности. Введите значение задержки. Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	<p>Для включения защиты от превышения мощности: POW:PROT:STAT ON, (@1)</p> <p>Для настройки задержки 10 миллисекунд: POW:PROT:DEL 0.01, (@1)</p>

### Связывание защиты выходов

Связывание защиты позволяет отключать все выходные каналы при возникновении условий срабатывания на каком-либо одном выходном канале. Для связывания защиты выходов выполните следующие действия:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Protect\Coupling</b></p> <p>Поставьте флажок для Enable Coupling (Включить связывание). Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	<p>Для включения связывания защиты выходов: OUTP:PROT:COUP ON</p>

### Запрашивание запаса до уставки защиты от перегрева

Пользователь может запрашивать запас, остающийся до срабатывания защиты от перегрева и отключения выхода. Запас по температуре представляет собой минимальную разность между показаниями внутренних температурных датчиков и фиксированным уровнем срабатывания защиты от перегрева. Результат запроса запаса выдается в градусах Цельсия.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Protect\OT</b></p> <p>На экране будет показан запас до уставки защиты от перегрева. Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	<p>Для запроса запаса до уставки защиты от перегрева: OUTP:PROT:TEMP:MARG? (@1)</p>

### Настройка защиты от колебаний

**ПРИМЕЧАНИЕ** Эта информация относится только к моделям Keysight N678xA SMU.

В случае если разрывы измерительной цепи или емкостные нагрузки, выходящие за допустимый диапазон, вызывают колебания на выходе, функция защиты от колебаний обнаружит колебания и зафиксирует выход в выключенном состоянии. Для индикации этих условий на передней панели служит устройство сигнализации статуса OSC.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Protect\OSC</b></p> <p>Поставьте флажок в поле OSC. Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	<p>Для включения защиты от колебаний для выходов 1 и 2: OUTP:PROT:OSC ON, (@1,2)</p>

## Защита со сторожевым таймером

Будучи включенным, сторожевой таймер вызывает переход всех выходов в режим защиты, если на интерфейсах удаленного управления (USB, LAN, GPIB) в течение заданного пользователем периода времени будет отсутствовать активность ввода/вывода SCPI. Обратите внимание, что функция сторожевого таймера НЕ сбрасывается при совершении действий на передней панели или с использованием веб-сервера: по истечении заданного периода времени выходы будут все также оставаться выключенными.

По истечении заданного периода времени выходы будут отключены, однако запрограммированное состояние выходов не изменится. При этом будет установлен бит PROT в реестре стоящего под вопросом статуса и включен индикатор PROT на передней панели.

Задержка сторожевого таймера может быть запрограммирована в диапазоне от 1 до 3600 секунд с шагом 1 секунда. В состоянии на момент поставки с завода-изготовителя сторожевой таймер настроен на выключение выходов по истечении 60 секунд после того, как завершится вся активность ввода/вывода.

Хотя настройки состояния и задержки сторожевого таймера не сохраняются в энергонезависимой памяти, они могут быть сохранены и вызваны в составе данных о состоянии прибора. Сброс защиты со сторожевым таймером может быть выполнен, как описано в разделе «Сброс защиты выходов».

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Protect\Wdog</b></p> <p>Поставьте флажок в поле Enable Watchdog (Включить сторожевой таймер), чтобы включить сторожевой таймер. Введите значение в поле Watchdog Delay (Задержка сторожевого таймера). Затем нажмите <b>Select</b>.</p>	<p>Для включения сторожевого таймера: OUTP:PROT:WDOG ON</p> <p>Для установки сторожевого таймера на 600 секунд: OUTP:PROT:WDOG:DEL 600</p>

## Сброс защиты выходов

При возникновении условий перегрузки по напряжению, перегрузки по току, перегрева, сбоя питания, ограничения мощности, срабатывания защиты или формирования сигнала блокировки соответствующий выходной канал будет выключен системой питания. На передней панели загорится соответствующий индикатор рабочего состояния. Чтобы сбросить функцию защиты и вернуться к нормальной работе, необходимо сначала устранить условия, приведшие к срабатыванию защиты. Затем следует выполнить сброс функции защиты, как описано ниже:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>Protect\Clear</b></p> <p>Выберите Clear (Сброс).</p>	<p>Для сброса сработавшей защиты: OUTP:PROT:CLE (@1)</p>

## Операции, связанные с системой

### Самодиагностика

### Идентификационные данные прибора

### Хранение данных о состоянии прибора

### Группы выходов

### Экран на передней панели

### Клавиши на передней панели

### Защита паролем

## Самодиагностика

Самодиагностика при включении выполняется автоматически, когда вы включаете свою систему питания. Она служит для подтверждения исправности вашего прибора. Если самодиагностика была успешной, система питания продолжит нормальную работу. В случае неудовлетворительной самодиагностики на передней панели загорается индикатор Err. Нажмите клавишу Error, чтобы отобразить на дисплее на передней панели список ошибок. Более подробная информация содержится в разделе «Предварительная проверка» в руководстве по эксплуатации и обслуживанию.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выключите и включите питание переменным током.	*TST?

## Идентификационные данные прибора

Базовые блоки МСП Keysight N6700C идентифицируются с помощью серийного номера, нанесенного на крышку отсека интерфейсов. У модулей питания серийный номер указан на их верхней крышке.

Серийный номер представляет собой 10-значное число (например, MY24D00013), нанесенное на шильдике в верхней части интерфейсной платы. Первые два символа указывают на страну происхождения, а последние пять символов представляют собой порядковый номер, который присваивается каждому базовому блоку.

Базовые блоки МСП допускают применение программных средств для запроса данных о номере модели, серийном номере, версии микропрограммного обеспечения, резервном и активном микропрограммном обеспечении. Модули питания допускают применение программных средств для запроса данных о номере модели, серийном номере, установленных опциях, номинальном напряжении, номинальном токе и номинальной мощности.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>System&gt;About\Frame</b>	Для получения информации о базовом блоке: *IDN?
или	Для получения информации о модуле питания на канале 1:
Выберите <b>System&gt;About\Module</b>	SYST:CHAN:MOD? (@1) SYST:CHAN:OPT? (@1) SYST:CHAN:SER? (@1)

## 4 Работа с системой питания

Обратите внимание на возможность изменения идентификационных данных базового блока. Это предусмотрено исключительно в целях совместимости с базовыми блоками предыдущих серий «А» и «В».

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>System\Preferences\IDN</b>	SYST:PERS:MAN «<Производитель>» SYST:PERS:MOD «<Номер модели>»
Поставьте флажок в поле, чтобы идентифицировать прибор как изделие Agilent.	

Команды IDN change и PERSONa оказывают воздействие на следующие пункты идентификационных данных:

- Команда \*IDN? для сведений о поставщике и модели.
- Доступ программными средствами VISA к интерфейсам API для сведений о поставщике и модели.
- Веб-страницы прибора LXI.
- LXI XML.
- Оповещения LXI mDNS.

### Хранение данных о состоянии прибора

Для хранения данных о состоянии прибора система питания имеет 10 ячеек энергонезависимой памяти. Ячейки пронумерованы с 0 до 9. Все данные о состоянии, ранее хранившиеся в той же ячейке памяти, куда производится сохранение, будут перезаписаны.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>States\SaveRecall</b> .	Для сохранения данных о состоянии в ячейке 1: *SAV 1
В поле SaveRecall введите номер ячейки памяти от 0 до 9. Затем нажмите <b>Select</b> . Выберите Save, чтобы сохранить данные о состоянии, или Recall, чтобы восстановить состояние.	Для вызова данных о состоянии из ячейки 1: *RCL 1

### Настройка состояния при включении питания

В состоянии на момент поставки с завода-изготовителя система питания настроена на автоматическое восстановление (\*RST) настроек при включении питания. Тем не менее система питания может быть настроена так, чтобы при ее включении восстанавливались настройки, сохраненные в ячейке памяти 0 (RCL0).

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>States\PowerOn</b> .	OUTP:PON:STAT RCL0
Выберите Recall State 0 (Восстановить состояние 0). Затем нажмите <b>Select</b> .	

### Группы выходов

**ПРИМЕЧАНИЕ** Группировка выходов не применяется к моделям Keysight N678xA SMU.

Выходные каналы могут быть настроены или сгруппированы для создания одного выхода, который может работать с более высокими значениями тока и мощности. Со сгруппированными каналами поддерживаются практически все функциональные возможности прибора, включая программирование напряжения и тока, измерения, контроль состояния, ступенчатые переходы и списки выходных параметров. При этом применяются следующие условия:

- В каждом базовом блоке может быть сгруппировано до четырех выходных каналов.
- Группируемые выходные каналы также должны быть подключены параллельно, как описано в разделе «**Параллельное подключение**».
- Группируемые каналы не обязательно должны соседствовать друг с другом, однако их оборудование должно иметь идентичный номер модели и одинаковые установленные опции.
- Максимальный ток на выходе определяется как сумма максимальных значений для каждого канала в группе.
- Со сгруппированными каналами не должны использоваться низкие диапазоны измерения тока, в противном случае возможна ошибка по перегрузке измерений. Вместе с тем допускается использование низких диапазонов значений тока на выходе.
- По сравнению с каналами без группировки задержка защиты от перегрузки по току характеризуется несколько меньшими значениями времени отклика (около 10 мс) и разрешения.
- После группировки выходные каналы адресуются по номеру младшего канала в группе.
- При группировке модулей питания Keysight N673xB, N674xB и N677xA не должно применяться ограничение мощности. См. раздел «**Распределение мощности**».

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>System\Groups</b>.</p> <p>В появившейся матрице выберите каналы, которые требуется сгруппировать. Каждая строка определяет отдельную группу.</p>	<p>Для настройки группы каналов: SYST:GRO:DEF 2,3,4</p> <p>В результате данной команды будут сгруппированы каналы с 2-го по 4-й. Для адресации этой группы используйте канал 2.</p>

Чтобы вернуть сгруппированные каналы в исходное состояние без группировки, сначала уберите параллельное подключение между каналами и затем выполните следующие действия:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>System\Groups</b>.</p> <p>В матрице поместите каждый выходной канал в собственную отдельную группу.</p>	<p>Для разгруппировки всех каналов: SYST:GRO:DEL:ALL</p>

Перезагрузите прибор, чтобы изменения вступили в силу.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выключите и включите питание переменным током.</p>	<p>SYST:REB</p>

## Экран на передней панели

### Представление

Вы можете настроить представление выходных каналов при включении прибора.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>System\Preferences\Display\View</b>	Для отображения одного канала: DISP:VIEW METER1
Поставьте флажок в поле Voltage, Current (Напряжение, ток) для отображения одного канала.	Для отображения напряжения, тока и мощности в одноканальном представлении: DISP:VIEW METER_VIP
Поставьте флажок в поле Volt, Curr, Power (Напряжение, ток, мощность) для отображения напряжения, тока и мощности в одноканальном представлении.	
Поставьте флажок в поле 4-channel (4-канальное) для отображения всех каналов.	Для отображения всех каналов: DISP:VIEW METER4

### Контрастность

Вы можете настроить контрастность экрана на передней панели с учетом условий освещения на рабочем месте. Контрастность может быть настроена в диапазоне от 0 до 100 % с шагом 1 %. На момент поставки с завода-изготовителя контрастность установлена на 80 %.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>System\Preferences\Display\Contrast</b>	Отсутствует
В поле Contrast (Контрастность) введите значение контрастности. Затем нажмите <b>Select</b> .	

### Хранитель экрана

Система питания имеет функцию хранителя экрана передней панели, которая позволяет значительно продлить срок службы экрана со светодиодной подсветкой за счет его выключения в периоды бездействия. Задержка может быть установлена в диапазоне от 30 до 999 минут с шагом 1 минута. На момент поставки с завода-изготовителя хранитель экрана имеет задержку включения один час с момента прекращения действий на передней панели или активности интерфейсов.

Когда хранитель экрана активируется, экран на передней панели выключается и светодиодный индикатор у выключателя питания от сети меняет цвет с зеленого на желтый. Чтобы обратно включить экран на передней панели, просто нажмите одну из клавиш на передней панели. Первым действием клавиши будет включение экрана. Затем клавише будет возвращена ее обычная функция.

Если выбрана функция Wake on I/O (Выход из сна при активности ввода/вывода), экран будет включаться при возникновении активности на интерфейсе удаленного управления. При этом также произойдет сброс таймера хранителя экрана. На момент поставки с завода-изготовителя функция Wake on I/O активна.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>System\Preferences\Display\Saver</b></p> <p>Включите или выключите хранитель экрана, поставив или сняв флажок в поле Screen Saver (Хранитель экрана). Затем нажмите <b>Select</b>.</p> <p>В поле Saver Delay (Задержка хранителя экрана) введите значение в минутах, чтобы задать время, по истечении которого будет включаться хранитель экрана.</p> <p>Поставьте флажок в поле Wake on I/O (Выход из сна при активности ввода/вывода), чтобы экран включался при возникновении активности на интерфейсе удаленного управления.</p>	Отсутствует

## Клавиши на передней панели

### Блокировка

Вы можете заблокировать клавиши на передней панели, чтобы не допустить нежелательного перехвата управления прибором с передней панели. Это наиболее защищенный способ блокирования клавиш на передней панели, так как для разблокирования передней панели потребуется ввести пароль. Настройка блокировки сохраняется в энергонезависимой памяти, поэтому передняя панель останется заблокированной даже после выключения и включения питания от сети постоянного тока.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>System\Preferences\Lock</b></p> <p>Чтобы разблокировать переднюю панель, введите пароль. Затем выберите Lock (Блокировка).</p> <p>Меню разблокирования передней панели появляется при каждом нажатии клавиши. Чтобы разблокировать переднюю панель, введите пароль.</p>	Отсутствует

**ПРИМЕЧАНИЕ** Если пароль утерян, воспользуйтесь командой `SYSTem:PASSword:FPANel:RESet`, чтобы сбросить пароль блокировки передней панели.

Также для блокирования и разблокирования передней панели может использоваться команда `SYSTem:COMMunicate:RLState RWLock`. Эта команда совершенно не зависит от функции блокирования передней панели. Если вы воспользуетесь этой командой, чтобы заблокировать переднюю панель, после выключения и включения питания от сети переменного тока передняя панель будет разблокирована.

### Клавиши

Вы можете включить или выключить звук щелчка при нажатии клавиш на передней панели.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>System\Preferences\Keys</b></p> <p>Поставьте флажок в поле Enable key clicks, чтобы включить звук щелчка при нажатии клавиш. Нажмите <b>Select</b>.</p> <p>Снимите флажок, чтобы выключить звук щелчка при нажатии клавиш.</p>	Отсутствует

Вы можете настроить клавишу On/Off, чтобы использовать ее для включения или выключения ВСЕХ выходов.

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>System\Preferences\Keys</b></p> <p>Поставьте флажок в поле On/Off key affects all channels (Действие клавиши On/Off применяется ко всем каналам). Нажмите <b>Select</b>. Теперь действие клавиши ON/Off будет применяться ко ВСЕМ каналам.</p>	Отсутствует

## Защита паролем

Вы можете защитить паролем все функции, доступные через меню Admin (Администратор). Они включают калибровку прибора, доступ к интерфейсам, сброс энергонезависимой памяти, обновление микропрограммного обеспечения и обновление паролей.

В состоянии на момент поставки с завода-изготовителя для меню Admin установлен пароль «0» (ноль). Это означает, что вам не потребуется вводить пароль для доступа к меню Admin. Просто выберите **System\Admin>Login** и нажмите Enter. Для защиты паролем меню Admin:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
<p>Выберите <b>System\Admin&gt;Password</b></p> <p>Введите пароль. Он должен состоять из цифр и иметь длину до 15 символов. Затем нажмите <b>Select</b>.</p> <p>Для активации пароля выйдите из меню Admin. Теперь вы сможете войти в меню Admin только после ввода правильного пароля. Введите пароль в поле Password.</p>	<p>Вход в режим калибровки с использованием первоначального пароля: CAL:STAT ON, &lt;Пароль&gt;</p> <p>Для смены пароля: CAL:PASS &lt;Пароль&gt;</p> <p>Для выхода из режима калибровки и активации пароля: CAL:STAT OFF</p>

В случае утраты пароля доступ может быть восстановлен путем установки внутреннего переключателя для сброса пароля на 0. Если появится сообщение «Locked out by internal switch setting» (Заблокировано настройкой внутреннего переключателя) или «Calibration is inhibited by switch setting» (Калибровка заблокирована настройкой переключателя), это означает, что был установлен внутренний переключатель, препятствующий смене пароля. Более подробная информация содержится в разделе «Переключатели режима калибровки» в руководстве по эксплуатации и обслуживанию.

## Распределение мощности базовым блоком

### Номинальные значения мощности базового блока

#### Предельная мощность базового блока

#### Предельная мощность модулей питания

#### Распределение предельной мощности

### Номинальные значения мощности базового блока

В подавляющем большинстве конфигураций МСП Keysight N6700C полная мощность может быть задействована на всех установленных модулях питания. Вместе с тем возможны такие конфигурации системы питания, в которых совокупная номинальная мощность модулей питания превышает номинальную мощность базового блока. Нормальная работа системы питания будет продолжаться до тех пор, пока совокупная выходная мощность модулей не превышает номинальную мощность базового блока. Базовые блоки Keysight N6700C имеют следующую номинальную мощность:

Keysight N6700C: 400 Вт

Keysight N6701C: 600 Вт

Keysight N6702C при номинальном напряжении 100–120 В перем. тока: 600 Вт

Keysight N6702C при номинальном напряжении 200–240 В перем. тока: 1200 Вт

### Предельная мощность базового блока

В случае если совокупная мощность, отбираемая от всех модулей питания, превысит номинальную мощность базового блока, произойдет срабатывание защиты от превышения мощности. В результате ВСЕ выходы будут выключены и будут оставаться в выключенном состоянии до тех пор, пока не поступит команда на сброс защиты. Это более подробно описано в разделе **«Сброс защиты выходов»**. Для индикации срабатывания защиты от превышения мощности используется бит статуса (PF).

Функция распределения мощности позволяет программно ограничить мощность, которая может отбираться от индивидуальных модулей питания, чтобы не допустить превышения совокупной мощностью номинального значения выходной мощности базового блока и выключения всех выходов.

**ПРИМЕЧАНИЕ** У базовых блоков N6702C, работающих с номинальным напряжением 100–120 В перем. тока, сумма уставок предельной мощности каналов не должна превышать 600 Вт, что связано с ограничением по току в сети переменного тока. При работе с номинальным напряжением 200–240 В перем. тока такое ограничение отсутствует.

### Предельная мощность модулей питания

В случае если предельная мощность была установлена равной значению, меньшему максимального номинального уровня модуля питания, и либо напряжение на выходе, либо ток на выходе повышается до такой точки, где модуль выходит за уставку предельной мощности, у модуля питания произойдет срабатывание функции ограничения мощности. Если предельную мощность оставить равной максимальному номинальному значению, модуль питания не задействует свою функцию ограничения мощности.

**У модулей питания Keysight N673xB, N674xB и N677xA** функция ограничения мощности выключит выход после того, как условие ограничения мощности будет сохраняться в течение приблизительно 1 миллисекунды. Предусмотрен бит статуса (CP+), указывающий на то, что выход был выключен по условию ограничения мощности. Для восстановления работы выхода необходимо сначала отрегулировать нагрузку, чтобы она потребляла меньшую мощность. Затем необходимо сбросить функцию защиты, как описано в разделе «Сброс защиты выходов». Обратите внимание, что у этих моделей в ряде применений может быть более предпочтительным использовать настройки тока или напряжения для ограничения выходной мощности, чтобы не допустить выключения выходов.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Ограничение мощности не должно применяться при группировке модулей питания Keysight N673xB, N674xB и N677xA. При группировке этих модулей питания необходимо сбросить уставку ограничения мощности до ее максимального номинального значения.

**У модулей питания Keysight N675xA и N676xA** функция ограничения мощности будет ограничивать выходную мощность в соответствии со своей запрограммированной уставкой. Для индикации того, что выход находится в режиме ограничения мощности, предусмотрен бит статуса (CP+). Когда мощность, отбираемая нагрузкой, уменьшится до уровня ниже уставки ограничения мощности, выход автоматически вернется к нормальной работе — в режим стабилизации напряжения или режим стабилизации тока.

**У моделей Keysight N678xA SMU, N6783A-BAT/MFG и нагрузок N679xA** функция ограничения мощности отсутствует.

## Распределение предельной мощности

Для программирования функции назначения предельной мощности модулей питания используются следующие команды:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Output\Advanced\Power</b> .	Для настройки предельной мощности на выходе 1: POW:LIM 100, (@1)
Введите предельную мощность для каждого выхода. Нажмите <b>Select</b> .	

Чтобы запросить заданные значения предельной мощности, выполните следующие действия:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>Output\Advanced\Power</b> .	POW:LIM? (@1:4)
Распределение мощности среди всех выходных каналов отображается в диалоговых окнах.	

Чтобы вернуть все выходные каналы к их настройкам по умолчанию, вы можете либо выключить и затем вновь включить питание от сети переменного тока, либо подать следующие команды:

Справочная таблица по содержанию меню передней панели	Команда SCPI
Выберите <b>States\Reset</b> .	*RST или POW:LIM MAX, (@1:4)

**ПРИМЕЧАНИЕ** Когда выходной канал установлен на MAX, он возвращается к своему максимальному номинальному значению и активация функции ограничения мощности не выполняется.

## Справка по режимам работы

### Работа в одноквадрантном режиме

### Работа в многоквадрантном режиме

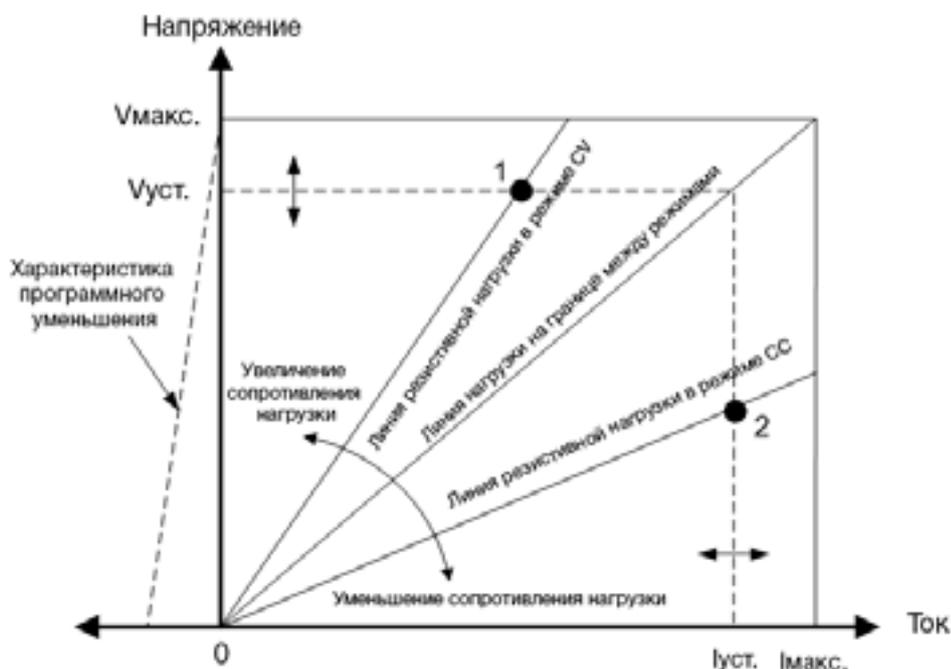
### Работа с модулями нагрузки Keysight N679xA

#### Работа в одноквадрантном режиме

Модульная система питания Keysight N6700C может работать в режиме стабилизации напряжения (CV) или режиме стабилизации тока (CC) во всем диапазоне номинальных значений напряжения и тока на выходе. Режим стабилизации напряжения определяется как рабочий режим, в котором источник постоянного тока поддерживает свое выходное напряжение на запрограммированном значении уставки напряжения, несмотря на изменения, происходящие с нагрузкой, сетью электроснабжения или температурой. Таким образом, при изменении сопротивления нагрузки напряжение на выходе остается постоянным, в то время как выходной ток изменяется, чтобы компенсировать изменение характеристик нагрузки.

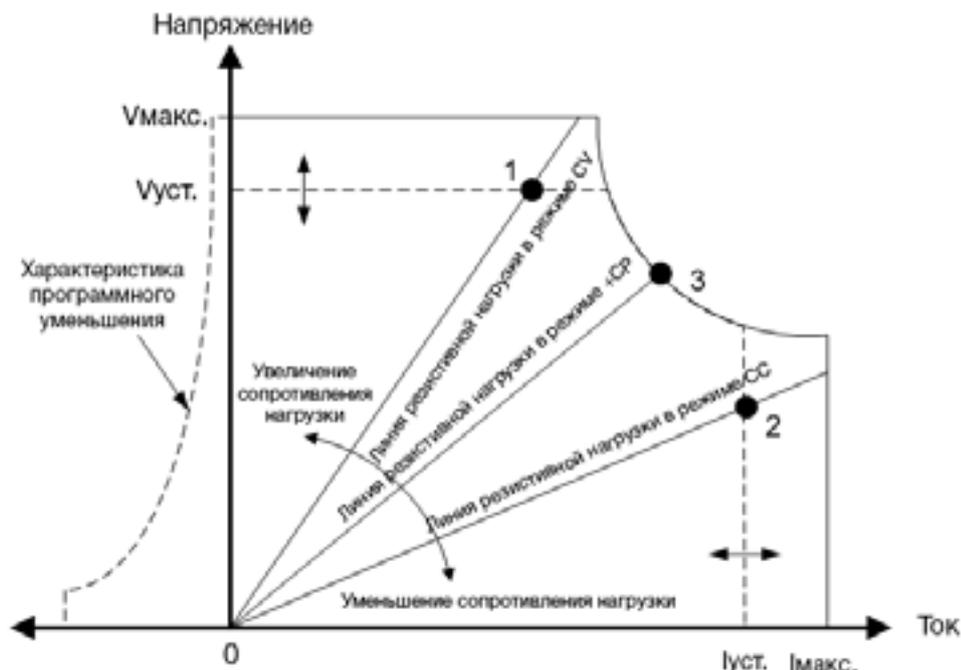
Режим стабилизации тока определяется как рабочий режим, в котором источник постоянного тока поддерживает свой выходной ток на запрограммированном значении уставки тока, несмотря на изменения, происходящие с нагрузкой, сетью электроснабжения или температурой. Таким образом, при изменении сопротивления нагрузки выходной ток остается постоянным, в то время как напряжение на выходе изменяется, чтобы компенсировать изменение характеристик нагрузки.

Все модули питания постоянного тока, за исключением моделей Keysight N678xA SMU, спроектированы как источники постоянного напряжения. Это означает, что их технические и рабочие характеристики оптимизированы для работы в режиме стабилизации напряжения. Обратите внимание, что эти модули питания не могут быть запрограммированы для работы в определенном режиме. При включении режим работы будет определяться уставкой напряжения, уставкой тока и сопротивлением нагрузки. На следующем рисунке рабочая точка 1 определяется линией фиксированной нагрузки, пересекающей положительный рабочий квадрант в области стабилизации напряжения. Рабочая точка 2 определяется линией фиксированной нагрузки, пересекающей положительный рабочий квадрант в области стабилизации тока.



## Автоматический выбор диапазона

На следующем рисунке показана выходная характеристика с автоматическим выбором диапазона модулей питания Keysight N675xA и N676xA. Точка 3 соответствует ситуации, когда уставки напряжения и тока таковы, что рабочая траектория ограничивается границами максимальной выходной мощности на выходе. В зависимости от модуля питания она может быть выше номинальной выходной мощности модуля. В этой ситуации нет гарантий, что выход будет соответствовать своим рабочим техническим характеристикам, так как он работает в области, находящейся вне его установленной номинальной мощности.



## Программное уменьшение

Как показывает пунктирная линия в левой части диаграммы, система питания может потреблять ток в диапазоне напряжения на выходе от нуля вольт до номинального напряжения. Благодаря такой возможности потребления отрицательного тока обеспечивается быстрое программное уменьшение параметров на выходе. Отрицательный ток не программируется.

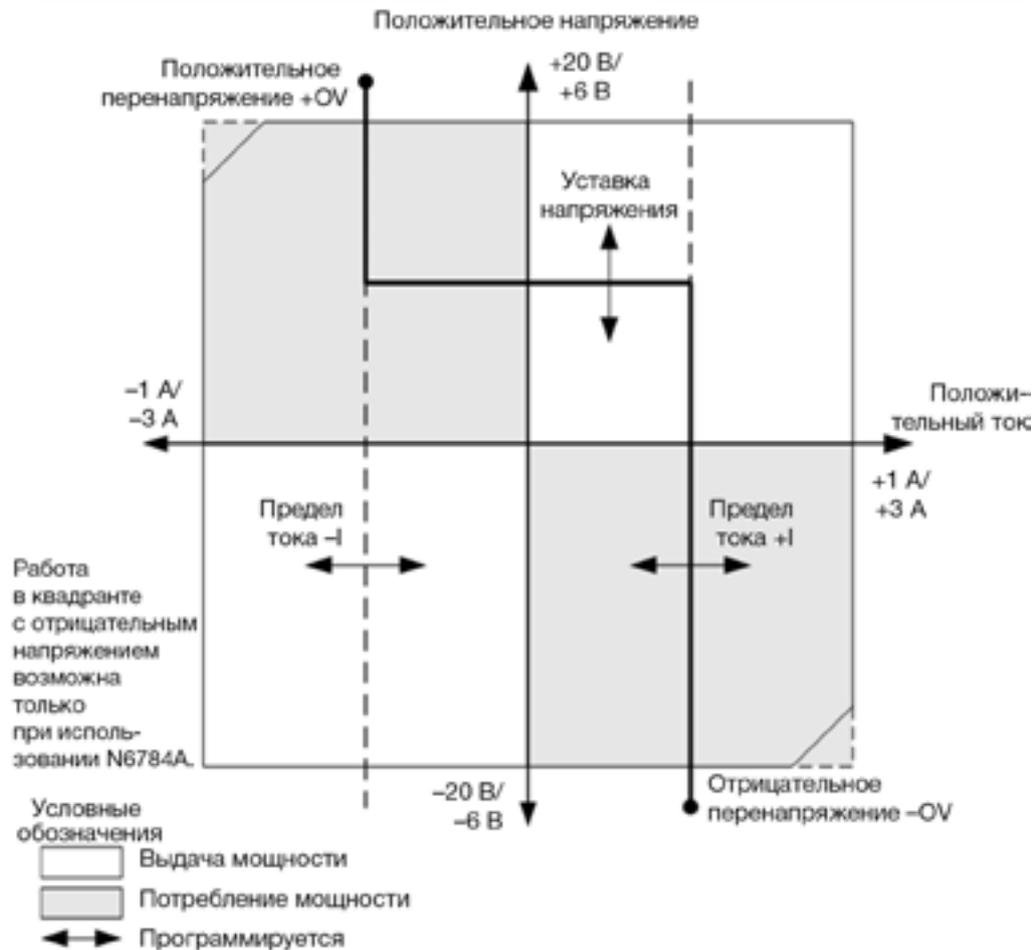
## Работа в многоквadrантном режиме

Модели Keysight N678xA SMU могут работать в режиме приоритета напряжения или режиме приоритета тока. Они могут выдавать выходную мощность, а также потреблять ее. Обратите внимание, что модели Keysight N6781A, N6782A, N6785A и N6786A работают только в квадрантах с положительным напряжением.

## Режим приоритета напряжения

В режиме приоритета напряжения напряжение на выходе должно быть запрограммировано в соответствии с требуемым положительным или отрицательным значением. Также должно быть задано значение положительного предела тока. Во всех случаях предел тока должен устанавливаться выше фактического выходного тока, требуемого внешней нагрузкой. При включенном отслеживании отрицательный предел тока будет следовать за уставкой положительного предела тока. При выключенном отслеживании вы можете задать разные значения для положительного и отрицательного пределов тока.

На следующем рисунке показана рабочая траектория модулей питания в режиме приоритета напряжения. Область в белых квадрантах соответствует работе выхода в качестве источника (источник мощности). Область в затененных квадрантах соответствует работе выхода в качестве нагрузки (потребитель мощности).



Жирная вертикальная линия показывает расположение возможных рабочих точек в зависимости от нагрузки на выходе. Как показано горизонтальной частью линии, напряжение на выходе остается регулируемым на уровне своей запрограммированной настройки до тех пор, пока ток на выходе остается в пределах настройки положительного или отрицательного предела тока. Флажок статуса CV (Стабилизация напряжения) указывает на то, что ток на выходе находится в пределах настройки ограничения.

После того как ток на выходе достигнет положительного или отрицательного предела тока, прибор выйдет из режима стабилизации напряжения и напряжение на выходе больше не будет поддерживаться на постоянном уровне. Вместо этого система питания будет регулировать ток на выходе, поддерживая его на уровне настройки ограничения тока. На экране появится флажок статуса LIM+ (Положительный предел тока) или LIM- (Отрицательный предел тока), указывающий на то, что был достигнут уровень ограничения тока.

Как показывают вертикальные участки линии нагрузки, когда устройство потребляет мощность, напряжение на выходе может продолжать повышаться в положительном или отрицательном направлении по мере подачи большего тока на устройство. Когда напряжение на выходе выйдет за уставку либо положительного, либо отрицательного перенапряжения, выход будет выключен, выходные реле будут разомкнуты и будет установлен бит статуса OV или OV- и PROT. Для включения защиты от перегрузки по напряжению может использоваться либо задаваемая пользователем уставка перенапряжения, либо локальная функция защиты от перегрузки по напряжению.



Как показывают горизонтальные участки линии нагрузки, когда устройство потребляет мощность, выходной ток может продолжать повышаться в положительном или отрицательном направлении по мере подачи большего тока на устройство. Когда ток превысит 112 % номинального тока в соответствующем диапазоне, выход будет выключен, выходные реле будут разомкнуты и будут установлены биты статуса ОС и PROT.

### Работа с модулями нагрузки Keysight N679xA

Модули нагрузки Keysight N6791xA имеют следующие рабочие режимы: приоритет тока, приоритет напряжения, приоритет мощности и приоритет сопротивления. Будучи запрограммированным на тот или иной режим, модуль остается в этом режиме до тех пор, пока не произойдет смена режима или не возникнет неисправность, например превышение мощности или перегрев.

#### Режим приоритета тока

В данном режиме модуль нагрузки будет потреблять ток в соответствии с запрограммированным значением независимо от входного напряжения.



Жирная вертикальная линия показывает расположение возможных рабочих точек в зависимости от тока нагрузки. Флажок статуса CC (Постоянный ток) указывает на то, что ток нагрузки соответствует заданному значению настройки. Предел напряжения не может быть запрограммирован в режиме приоритета тока. Кроме того, если испытуемое устройство создает напряжение, превышающее 110 % номинального входного напряжения, сработает защита от перенапряжения и выход будет отключен.

Ток может быть запрограммирован в одном из двух накладывающихся диапазонов — низком и высоком. Низкий диапазон обеспечивает более точное программирование и высокое разрешение измерений при малых настройках тока.

#### Режим приоритета напряжения

В этом режиме модуль нагрузки будет пытаться потреблять достаточный ток, чтобы поддерживать входное напряжение на запрограммированном значении.



Жирная линия показывает расположение возможных рабочих точек в зависимости от напряжения нагрузки.

Обратите внимание, что в режиме приоритета напряжения может быть наложено ограничение тока. Как показано горизонтальной частью линии, входное напряжение остается регулируемым на уровне своей запрограммированной настройки до тех пор, пока входной ток остается в пределах настройки ограничения тока. Флажок статуса CV (Постоянное напряжение) указывает на то, что входной ток находится в пределах настройки ограничения.

После того как ток на входе достигнет предела тока, прибор выйдет из режима стабилизации напряжения и напряжение на входе больше не будет поддерживаться на постоянном уровне. Вместо этого модуль нагрузки будет регулировать входной ток, поддерживая его на уровне настройки ограничения тока. На экране появится флажок статуса CL (Ограничение тока), указывающий на то, что был достигнут уровень ограничения тока. Если напряжение будет повышаться и достигнет 110 % номинального входного напряжения, сработает защита от перенапряжения и выход будет отключен.

### Режим приоритета мощности

В этом режиме модуль нагрузки будет регулировать мощность, отводимую от испытуемого устройства, в соответствии с запрограммированным значением постоянной мощности.



Модуль нагрузки регулирует входную мощность путем измерения входного напряжения и тока и подстройки входной мощности на основании потока данных с измерительных АЦП.

Мощность может быть запрограммирована в одном из двух накладывающихся диапазонов — низком и высоком. Низкий диапазон обеспечивает более точное программирование и высокое разрешение измерений при малых настройках мощности.

Модули нагрузки имеют встроенную функцию защиты, которая не допускает превышения уровня 110 % номинальной мощности модуля нагрузки (контур максимальной мощности).

### Режим приоритета сопротивления

В этом режиме модуль нагрузки будет потреблять ток пропорционально входному напряжению в соответствии с запрограммированным значением сопротивления.



Жирная линия показывает расположение возможных рабочих точек в зависимости от сопротивления.

Сопротивление может быть запрограммировано в одном из трех накладывающихся диапазонов — низком, среднем и высоком диапазонах сопротивления. Более низкие диапазоны обеспечивают более точное программирование и высокое разрешение измерений при малых настройках сопротивления. Модуль нагрузки автоматически выбирает диапазон сопротивления, который наиболее точно соответствует запрограммированному вами значению сопротивления. Если значение сопротивления попадает в область наложения диапазонов, модуль нагрузки выберет тот диапазон, который обеспечивает более высокое разрешение при данном значении сопротивления.

# Указатель

## A-Z

SCPI

Краткое справочное руководство 25

## Б

Базовый блок

Установка 50

Безопасность 49

## В

Внешняя регистрация данных 142

Вспомогательные измерения

разъем 70

Вход сигнала блокировки

Настройка конфигурации 149

Подключения 149

Выход сигнала неисправности

Настройка конфигурации 149

Подключения 149

Выход

Ток 79

Группировка 158

Список 111

Режим 96

Состояние 151

Задержка включения 106

Проводка 55

## З

Задняя панель 17

Защита от перегрузки по напряжению

Локальная 64

Защита системы

Подключения 150

## И

Идентификационные данные прибора 157

Интерфейс удаленного обмена данными 83

Интерфейс удаленного управления 83

## К

Кабель питания 54

Конденсатор нагрузки 61

Краткое справочное руководство по командам 25

## Л

Литература 25

Локальная сеть

Сброс настроек 84

## М

Меню 21

Меню передней панели 21

Модели 38

Модуль питания

Установка 50

## Н

Напряжение 79

Напряжение на выходе 79

Напряжение смещения постоянной составляющей 80

Настройка выходного тока 79

Настройка напряжения на выходе 79

Настройка напряжения смещения постоянной составляющей 80

## О

Обращение

в компанию Keysight 13

Опции 38

Оцифровывать

Измерения 132

## П

Пароль 162

Перегрев 152

Запас 155

Передняя панель 16, 18, 21

Перенапряжение 152

Подключение

Интерфейсы 71

Параллельное 65

Последовательное 65

Поток воздуха 45

Превышение мощности 152

Превышение тока 152

Прибор

Введение 14

Хранение данных о состоянии 158

Проведение измерений 129

Проверка 49

Произвольный список 114

## Р

Работа

В многоквadrантном режиме 166

В одноквadrантном режиме 165

Разрывы измерительной цепи 64

Распределение мощности 163

## С

Серия импульсов 112

Синхронизация

Несколько базовых блоков 109

Задержки включения 106

Смещение постоянной составляющей 80

Состояние при включении питания 158

Ступенчатое изменение выходных

параметров 102

Т

Ток 79

У

Указания по технике безопасности  
10

Условия окружающей среды 49

Установка 54

Установка в стойку 52

Ц

Цифровой ввод/вывод

Настройка конфигурации 147

Подключения 147

Цифровой вход

Настройка конфигурации 148

Подключения 148

Цифровой порт

Подключения 74

Назначение контактов 74

Ч

Чистка 11

Э

Проводные подключения

К нескольким нагрузкам 60

Для дистанционных  
измерений 63

Определение сечения 56

SMU 58

Я

Язык команд управления

Краткое справочное  
руководство 25

