

**Keysight Technologies**

**Источник питания постоянного тока  
Серия N5700**



Руководство  
по эксплуатации



## Сервис и техническая поддержка от Keysight Technologies в России

Компания Keysight предлагает широкий спектр услуг по обслуживанию измерительного оборудования:

- Ремонт (гарантийный и после гарантии)
- Расширение гарантии (на 3 и 5 лет)
- Договор на сервисное обслуживание
- Калибровка
- Поверка
- Инсталляция
- Модернизация

Эти услуги могут быть приобретены как вместе с заказом прибора, так и отдельно после его покупки (за исключением

Расширения Гарантии, которая может быть приобретена только вместе с прибором).

### Сервисный центр Keysight

Официальное открытие Сервисного Центра Keysight в Москве состоялось в 2007 году. Он является составной частью мировой системы Keysight по техническому обслуживанию контрольно-измерительного оборудования.

**Квалификация и компетентность персонала и техническое оснащение** сервисного центра Keysight являются решающим фактором успеха компании на мировом рынке и в России.

**Тесное взаимодействие с мировой системой сервиса Keysight** позволяет проводить регулярное обучение инженеров на заводах и сервисных центрах компании по всему миру, напрямую получать необходимую техническую консультацию от разработчиков приборов.

**Сервисный центр Keysight в Москве оснащен самым современным оборудованием** для проведения разных видов технического обслуживания, в том числе ремонта, калибровки и поверки оборудования, с возможностью выдачи детальных отчетов.

Для ремонта оборудования **используются только оригинальные запасные части и комплектующие**. Имеется локальный склад запасных частей.

Высокий уровень качества услуг позволил компании Keysight получить **лицензию на ПОВЕРКУ систем измерения до 40 ГГц**, которая будет расширяться по частоте и модельному ряду оборудования Keysight, продаваемого в России.

**Наиболее востребованные сервисные услуги от Keysight:**

### Расширение гарантии

Включается как сервисная опция при покупке вместе с оборудованием. Ее цена фиксируется на весь срок действия (3 или 5 лет), что существенно экономит бюджет и сокращает время на процедуры согласования при каждом сервисном случае. Работы проводятся быстро благодаря наличию локального склада запасных частей и всех необходимых средств для проведения калибровки и поверки оборудования. Это позволяет сократить время простоя оборудования пользователя до минимума.

### **Договор на сервисное обслуживание**

Предлагается для сервисного обслуживания различного типа оборудования в любом количестве, гарантийные сроки которого закончились, или Заказчику требуются дополнительные сервисные услуги и/или условия их предоставления, не вошедшие в стандартную гарантию. В договор могут быть включены любые услуги, предоставляемые сервисным центром.

Заключение договора на сервисное обслуживание позволяет планировать необходимый запас запчастей на складе и составлять

календарные планы проведения работ (по поверке и калибровке), что существенно сокращает время простоя оборудования. Предмет и условия договора определяются индивидуально, исходя из потребностей каждого Заказчика.

### **Поверка**

Предлагаются услуги по проведению **первичной** и **периодической** поверки.

#### **Преимуществами Поверки от Keysight являются:**

- Первичная поверка вместе с покупкой нового оборудования или после ремонта
- Периодическая поверка
- Составление графиков поверки (при покупке Планов Поверки на 3 и 5 лет)
- Информирование заказчика о приближении срока окончания действия поверки
- Согласование новых сроков проведения поверок
- Скорость проведения поверки (в среднем 5 рабочих дней)

Поверка приборов проводится в строгом соответствии с установленными методиками поверки.

Для приборов, прошедших успешно процедуру поверки, выписывается **сертификат установленного образца**.

### **Калибровка**

Оборудование Keysight обладает высокоточными и стабильными характеристиками. Для поддержания стабильных показателей измерений завод-производитель рекомендует с определенной регулярностью проводить калибровку оборудования согласно типу прибора. Интервалы между калибровками могут увеличиваться, если статистика измерений за длительный промежуток времени показывает стабильные измерения прибора.

Калибровка в Сервисном центре Keysight проводится согласно требованиям технической документации завода-изготовителя. В случае отклонения измерений от нормы при проведении калибровки сервисная служба Keysight проводит их настройку бесплатно

(за исключением случаев, требующих проведения ремонта).

По результатам калибровки выдается сертификат стандарта Keysight и полный протокол результатов измерений.

Сервисный центр Keysight предлагает следующие виды калибровок:

- Стандартная заводская калибровка Keysight – полная калибровка прибора согласно спецификации и стандартам качества Keysight
- Калибровка по специальным требованиям заказчика

### **Пункты «Приема и Выдачи» оборудования Keysight**

Для удобства проведения сервисных услуг в удаленных регионах России компания Keysight разработала программу «Приемных пунктов» оборудования торговой марки Keysight для заказчиков, чьи офисы расположены за пределами Москвы и Московской области. В такие «пункты» заказчики могут сдать оборудование, требующее сервисного обслуживания, и там же получить обратно уже обслуженное оборудование.

Адреса таких пунктов можно узнать на официальном сайте компании Keysight или в Сервисном Центре Keysight в Москве.

### **Доступность к информации по интернет 24x7 “Infoline”**

### Информационная система INFOLINE

Компания Keysight предоставляет своим заказчикам широкий спектр информации и сервисов через информационную систему "Infoline", которая успешно прошла полную локализацию на русский язык в 2011 году (<http://www.keysight.com/find/service>).

Вы можете легко и удобно:

- Проверить гарантийные условия и сроки для вашего оборудования
- Скачать сертификаты по калибровке
- Узнать дату окончания технической поддержки (end of support)
- И многое другое ...

### «Запрос-заявка» на сервисное обслуживание

Для сервисного обслуживания приборов в Сервисном Центре Keysight в Москве необходимо подать заявку:

- Либо по телефону +7 (495) 797-39-30 (с 09:00 до 18:00, кроме субботы и воскресенья);
- Либо по электронной почте: [tmo-russia@keysight.com](mailto:tmo-russia@keysight.com).

### Контактная информация Сервисного Центра Keysight в России

**Адрес:** Космодамианская наб. 52, строение 1 г. Москва, 115054, Россия

**Телефон:** +7 (495) 797-39-30

**Эл.адрес:** [tmo\\_russia@keysight.com](mailto:tmo_russia@keysight.com)

Часы работы: с 09:00 до 18:00 (кроме субботы, воскресенья и праздничных дней)

## Юридические замечания

© Keysight Technologies, Inc. 2004

Никакая часть настоящего документа не может быть фотокопирована, воспроизведена или переведена на другой язык без предварительного соглашения и письменного согласия компании Keysight Technologies, Inc., как того требуют международные и действующие в США законы об авторском праве.

### Гарантия

Материал содержащийся в настоящем документе, предоставляется на условиях «как есть», и может быть изменен в последующих изданиях без предварительного уведомления. Более того, в максимально возможной степени, допустимой действующим законодательством, компания Keysight отрицает все явные и подразумеваемые гарантии в отношении настоящего руководства и любой содержащейся в нем информации, включая, помимо прочего, подразумеваемые гарантии товарного состояния и пригодности для определенной цели. Компания Keysight не несет ответственности за ошибки, а равно за косвенные или сопутствующие убытки, понесенные в связи с предоставлением, использованием, или качеством настоящего документа или любой содержащейся в нем информации. В случае, если между компанией Keysight и пользователем заключено дополнительное письменное соглашение, содержащее положения о гарантиях относительно материала настоящего документа, противоречащие изложенным выше положениям, то приоритет имеют положения отдельного соглашения.

### Издания руководства

Номер документа: 5969-2917RURU Издание 4, январь 2006 г. Отпечатано в Малайзии. Перепечатки настоящего руководства с незначительными исправлениями и обновлениями, могут иметь ту же дату печати. Для исправленных изданий указывается новая дата печати.

### Директива 2002/96/ЕС по отработанному электрическому и электронному оборудованию

Настоящее изделие соответствует требованию директивы 2002/96/ЕС к маркетинговому обеспечению. Прикрепленная к изделию этикетка (см. ниже) указывает на запрет утилизации данного электрического или электронного оборудования в

качестве бытового мусора. **Категория изделия:** по отношению к типам оборудования, перечисленным в приложении 1 к директиве 2002/96/ЕС, настоящее изделие классифицируется как «Аппаратура управления и контроля».

Запрещается утилизировать в качестве бытового мусора.

Для возврата ненужных изделий обратитесь в местное представительство компании Keysight или посетите веб-узел [www.keysight.com/environment/product](http://www.keysight.com/environment/product) для получения дополнительных сведений. Сертификация Компания Keysight Technologies удостоверяет, что настоящие изделие отвечало опубликованным для него техническим характеристикам на момент отправки с завода-изготовителя. Компания Keysight Technologies также удостоверяет, что ее поверочные измерения контролепригодны в соответствии с требованиями Национального института стандартов и технологий США в той степени, в какой это обеспечивается поверочным оборудованием института, а также других членов Международной организации по стандартизации.



### Ограничение средств защиты

**Доступные покупателю средства защиты ограничиваются теми, которые предусмотрены настоящей гарантией. Компания keysight technologies не несет ответственности за какие-либо прямые, косвенные, особые, побочные или сопутствующие убытки, будь то вследствие нарушения контракта, гражданского правонарушения или любой другой правовой теории.**

### Содействие

На настоящее изделие дается стандартная гарантия. Кроме того, возможно приобретение гарантийных опций и заключение расширенных контрактов на поддержку, соглашений об обслуживании изделий и соглашений о содействии покупателю. Для получения более подробной информации об ассортименте программ поддержки, предлагаемом компанией Keysight Technologies, обратитесь в ближайший офис продаж и обслуживания.

### Лицензии на технологии

Оборудование и программное обеспечение, описанные в настоящем документе, предоставляются по лицензии и могут использоваться или копироваться только в соответствии с условиями такой лицензии.

### Права, предоставляемые правительству США

Права на программное обеспечение и технические данные, предоставляемые федеральному правительству, включают только те права, которые обычно предоставляются конечным потребителям. Компания Keysight предоставляет эту обычную коммерческую лицензию на программное обеспечение и технические данные в соответствии с действующими в США нормами FAR 12.211 («Технические данные») и 12.212 («Программное обеспечение для компьютеров»), а для Министерства обороны США — в соответствии с нормами DFARS 252.227-7015 («Технические данные: коммерческие товары») и DFARS 227.7202-3 («Права на коммерческое программное обеспечение для компьютеров или документацию к такому программному обеспечению»).

### Товарные знаки

Microsoft и Windows являются зарегистрированными в США товарными знаками корпорации Майкрософт (Microsoft Corporation).

## Замечания по технике безопасности

Приведенные ниже общие правила техники безопасности обязательны к соблюдению на всех этапах эксплуатации прибора. Несоблюдение этих правил, а равно конкретных предупреждений или инструкций, приведенных в любом другом месте настоящего руководства, является нарушением стандартов безопасности в части проектирования, изготовления и использования данного прибора по прямому назначению. Компания Keysight Technologies не несет ответственности за несоблюдение покупателем этих требований.

### Общие замечания

Запрещается использовать настоящее изделие способами, не предусмотренными производителем. Защитные свойства изделия могут быть нарушены при его использовании способами, не предусмотренными в инструкциях по работе с ним.

### Перед включением

Убедитесь, что соблюдены все правила техники безопасности. Выполните все необходимые соединения, прежде чем включать устройство. Обратите внимание на внешнюю маркировку прибора, описанную в разделе «Символы безопасности».

### Заземление прибора

Настоящее изделие представляет собой прибор 1 класса безопасности (снабженный клеммой защитного заземления). Чтобы свести к минимуму опасность поражения электрическим током, шасси и крышка прибора должны быть соединены с электрической «землей». Прибор должен подключаться к сети переменного тока заземленным сетевым шнуром, жила заземления которого надежно соединена с электрической «землей» (защитным заземлением) посредством соответствующего контакта сетевой розетки. Обрыв защитного (заземляющего) провода или отсоединение клеммы защитного заземления влечет за собой риск опасного для здоровья поражения электрическим током.

### Предохранители

Прибор оборудован внутренним предохранителем, недоступным для пользователя.

### Запрет на работу во взрывоопасной атмосфере

Запрещается работать с прибором в присутствии огнеопасных газов или паров.

### Запрет на снятие крышки прибора

Только квалифицированному, специально обученному обслуживающему персоналу, имеющему представление о связанных с этим опасностях, разрешается снимать крышку прибора. Прежде чем снимать крышку, необходимо всегда отсоединять сетевой шнур и любые внешние цепи.

### Запрет на модификацию прибора

Запрещается заменять части изделия и производить какие-либо самовольные его модификации. Для обслуживания и ремонта изделия необходимо вернуть его в офис продаж и обслуживания компании Keysight, чтобы обеспечить сохранение его защитных свойств.

### В случае повреждений

Приборы с признаками повреждений или дефектов надлежит вывести из эксплуатации и принять меры против их случайного использования, пока они не будут отремонтированы квалифицированным сервисным персоналом.

### ВНИМАНИЕ

Врезка «ВНИМАНИЕ» указывает на опасность. Она привлекает внимание к рабочей процедуре, правилу или иному указанию, неправильное выполнение или несоблюдение которых может привести к повреждению изделия или потере важных данных. Запрещается приступать к выполнению инструкций, следующих за врезкой «ВНИМАНИЕ», прежде чем указанные условия будут полностью уяснены и соблюдены.

## ОСТОРОЖНО!

Врезка «ОСТОРОЖНО» указывает на опасность. Она привлекает внимание к рабочей процедуре, правилу или иному указанию, неправильное выполнение или несоблюдение которых может причинить вред здоровью или смерть. Запрещается приступать к выполнению инструкций, следующих за врезкой «ОСТОРОЖНО», прежде чем указанные условия будут полностью уяснены и соблюдены.

## Символы безопасности

	Постоянный ток
	Переменный ток
	Постоянный и переменный ток
	Трёхфазный переменный ток
	Клемма заземления
	Клемма защитного заземления
	Клемма корпуса или шасси
	Клемма имеет потенциал «земли»
	Нулевой провод на стационарном оборудовании
	Фазовый провод на стационарном оборудовании
	Устройство включено
	Устройство выключено
	Режим ожидания. Устройство не полностью отсоединено от сети переменного тока, когда выключатель разомкнут
	Нажатое положение двухпозиционного выключателя
	Отжатое положение двухпозиционного выключателя
	Осторожно, риск поражения электрическим током
	Осторожно, горячая поверхность
	Внимание, см. сопутствующие документы.

## Об этом документе

В настоящем руководстве по эксплуатации приведены инструкции по установке прибора и работе с ним, а также технические характеристики источников питания постоянного тока серии N5700 на номинальную мощность 750 и 1500 Вт. Главы руководства содержат следующую информацию:

- «Краткое руководство»: глава 1 представляет собой краткое руководство, которое поможет быстро ознакомиться с источником питания Keysight N5700.
- «Установка»: в главе 2 описывается порядок установки источника питания. В ней обсуждаются подсоединение к выходу различных нагрузок, дистанционные измерения и работа в режиме параллельного и последовательного соединения.
- «Работа с источником питания в режиме местного управления»: в главе 3 описывается порядок управления источником питания с передней панели и через аналоговый разъем на задней панели, а также процедура проверки работоспособности прибора при включении.
- «Работа с источником питания в режиме дистанционного управления»: в главе 4 описывается настройка дистанционных интерфейсов. Кроме того в ней дается краткий обзор структуры команд SCPI и основы программирования.
- «Справочник по языку программирования»: в главе 5 дается описание всех команд языка программирования SCPI.
- «Примеры программ»: в главе 6 приводятся примеры программ на языке Visual BASIC, иллюстрирующие некоторые распространенные способы применения данных источников питания.
- «Технические характеристики»: в приложении А приводятся основные и дополнительные технические характеристики.
- «Процедуры поверки и калибровки»: в приложении Б описываются процедуры проверки и калибровки.
- «Обслуживание»: в приложении В излагается порядок действий в случае, если прибор требует обслуживания.
- «Совместимость»: в приложении Г описываются совместимые команды источников питания Keysight 603xA, поддерживаемые источником питания Keysight N5700.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Обратиться в компанию Keysight Technologies за информацией о гарантии, обслуживании и технической поддержке можно по одному из следующих телефонов.

В США: (800) 829-4444  
В Европе: 31 20 547 2111  
В Японии: 0120-421-345

Можно также посетить наш веб-узел, где приводится контактная информация Keysight в конкретных странах и географических точках: [www.keysight.com/find/assist](http://www.keysight.com/find/assist)

Кроме того, вы можете обратиться к своему представителю компании Keysight Technologies.

Самая последняя версия настоящего руководства находится в Интернете по адресу <http://www.keysight.com/find/N5700>.

## Содержание

<b>1. КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО</b>	<b>13</b>
<b>Краткие сведения об источниках питания постоянного тока KEYSIGHT N5700</b>	11
Возможности выходов	11
Возможности системы	11
Программируемые функции	12
Номинальные параметры моделей	12
<b>Общий вид передней панели</b>	13
<b>Общий вид задней панели</b>	15
Измерительный разъем J2	16
Переключатель конфигурации SW1	16
Разъем аналогового программирования J1	17
<b>2. УСТАНОВКА</b>	<b>20</b>
<b>Общая информация</b>	19
Модели	19
Позиции, входящие в комплект поставки	19
Принадлежности	19
<b>Осмотр устройства</b>	20
<b>Установка устройства</b>	20
Техника безопасности	20
Условия окружающей среды	20
Поток воздуха	20
Монтаж в стойке	20
Чистка	21
<b>Подсоединение сетевого шнура</b>	21
Подключение к сети переменного тока приборов номинальной мощностью 750 Вт	21
Подключение к сети переменного тока приборов номинальной мощностью 1500 Вт	21
<b>Подсоединение нагрузки</b>	22
Размер провода	23
Подсоединение нагрузки для моделей на номинальное напряжение 6–60 в	23
Подсоединение нагрузки для моделей на номинальное напряжение 80–600 в	24
<b>Измерение выходного напряжения</b>	25
Местное измерение	26
Дистанционное измерение	26
<b>Соображения касательно нагрузки</b>	27
Случай с несколькими нагрузками	27
Выходной шум и импеданс, вносимый проводами нагрузки	28
Индуктивные нагрузки	28
Заземление выхода	28
<b>Параллельное соединение</b>	29
Подготовка ведущего источника	30
Подготовка ведомых источников	30
Установка защиты от перегрузки по напряжению	30
Установка защиты от перегрузки по току	30
<b>Последовательное соединение</b>	30
Соединения разъема J1	31
<b>3. МЕСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОМ ПИТАНИЯ</b>	<b>34</b>
<b>Проверка при включении</b>	34
Перед проверкой	34
Проверка режима стабилизации напряжения	34
Проверка защиты от перегрузок по напряжению	34
Проверка нижнего предела выходного напряжения	34
Проверка режима стабилизации тока	35
Проверка защиты от перегрузок по току	35
<b>Нормальная работа</b>	35
Режим стабилизации напряжения	35
Режим стабилизации тока	36
Переход между режимами стабилизации тока и напряжения	36

Сигнал стабилизации напряжения/тока	36
<b>Функции защиты</b>	37
Защита от перегрузки по напряжению	37
Нижний предел напряжения	37
Защита от перегрузки по току	38
Защита от перегрева	38
Защита от сбоя электропитания	38
Блокировка передней панели	39
<b>Включение и выключение выхода</b>	39
Кнопка OUT ON	39
Безопасный и автоматический перезапуск	39
Контакты запирающего выхода	40
Контакты разрешения и запрета	41
Сигнал работоспособности источника питания	41
Отключение выходов по цепочке	41
<b>Аналоговое программирование выходных напряжения и тока</b>	42
Контакты аналогового программирования	42
Программирование выходного напряжения и тока напряжением	43
Программирование выходных напряжения и тока сопротивлением	43
Внешний контроль выходных напряжения и тока	44
<b>4. ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОМ ПИТАНИЯ</b>	<b>44</b>
<b>Подключение по дистанционным интерфейсам</b>	46
Интерфейс GPIB	46
Интерфейс USB	46
Интерфейс LAN	47
Обмен данными по интерфейсу LAN	49
Настройка параметров интерфейса LAN	51
Использование программы N5700 Setup Utility	53
<b>Введение в команды SCPI</b>	55
Синтаксис	55
Несколько команд в одном сообщении	56
Команды из различных подсистем	56
Элементарное сообщение	56
Запросы	57
Общие команды	57
Символы окончания команды	57
Типы параметров	57
Типы данных отклика	58
Завершение выполнения команд SCPI	58
<b>5. СПРАВОЧНИК ПО ЯЗЫКУ</b>	<b>57</b>
<b>Сводка команд scpi</b>	61
Команды подсистем	61
Общие команды	63
<b>Команды калибровки</b>	63
CALibrate:CURRent[:LEVel]	63
CALibrate:DATA <value>	63
CALibrate:DATE <"date">	63
CALibrate:DATE?	63
CALibrate:LEVel P1 P2	63
CALibrate:PASSword <password>	64
CALibrate:STATe ON OFF [,<password>]	64
CALibrate:STATe?	64
CALibrate:VOLTage[:LEVel]	64
<b>Команды измерения</b>	64
MEASure[:SCALar]:CURRent[:DC]?	64
MEASure[:SCALar]:VOLTage[:DC]?	64
<b>Команды управления выходом</b>	64
OUTPut[:STATe] ON OFF	64
OUTPut[:STATe]?	64
OUTPut:PON:STATe RST AUTO	64

OUTPut:POn:StAtE?	64
OUTPut:PROTection:CLear	65
<b>Команды управления источником</b>	65
[SOURce:]CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <value> MIN MAX	65
[SOURce:]CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN MAX]	65
[SOURce:]CURRent[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude] <value> MIN MAX	65
[SOURce:]CURRent[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude]? [MIN MAX]	65
[SOURce:]CURRent:PROTection:StAtE ON OFF	65
[SOURce:]CURRent:PROTection:StAtE?	65
[SOURce:]VOLTagE[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <value> MIN MAX	65
[SOURce:]VOLTagE[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN MAX]	65
[SOURce:]VOLTagE[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude] <value> MIN MAX	65
[SOURce:]VOLTagE[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude]? [MIN MAX]	65
[SOURce:]VOLTagE:LIMit:LOW <value> MIN MAX	66
[SOURce:]VOLTagE:LIMit:LOW? [MIN MAX]	66
[SOURce:]VOLTagE:PROTection:LEVel <value> MIN MAX	66
[SOURce:]VOLTagE:PROTection:LEVel? [MIN MAX]	66
<b>Команды статуса</b>	67
STATus:PRESet	67
STATus:OPERation[:EVENT]?	68
STATus:OPERation:CONDition?	68
STATus:OPERation:ENABle <value>	68
STATus:OPERation:ENABle?	68
STATus:OPERation:NTR <value>	68
STATus:OPERation:PTR <value>	68
STATus:OPERation:NTR?	68
STATus:OPERation:PTR?	68
STATus:QUEStionable[:EVENT]?	69
STATus:QUEStionable:CONDition?	69
STATus:QUEStionable:ENABle <value>	69
STATus:QUEStionable:ENABle?	69
STATus:QUEStionable:NTR <value>	69
STATus:QUEStionable:PTR <value>	69
STATus:QUEStionable:NTR?	69
STATus:QUEStionable:PTR?	69
*CLS	70
*ESE	70
*ESE?	70
*ESR?	70
*OPC	70
*OPC?	70
*SRE	71
*SRE?	71
*STB?	71
*WAI	72
<b>Системные команды</b>	72
SYSTem:COMMunicate:RLStAtE LOCal REMOte RWLock	72
SYSTem:COMMunicate:RLStAtE?	72
SYSTem:COMMunicate:TCPip:CONTRol?	72
SYSTem:ERRor?	72
SYSTem:VERSiOn?	72
*IDN?	72
*OPT?	73
*RCL <state>	73
*RST	73
*SAV <state>	73
*TST?	73
<b>Команды запуска</b>	73
ABORt	73
INITiate[:IMMediate][:TRANsient]	73
INITiate:CONtinuous[:TRANsient] ON OFF	73
INITiate:CONtinuous[:TRANsient]?	73

TRIGger[:TRANsient][:IMMediate]	74
TRIGger:SOURce BUS	74
TRIGger:SOURce?	74
*TRG	74
<b>6. ПРИМЕРЫ ПРОГРАММ</b>	<b>68</b>
Пример программирования выходов	76
Пример программирования запуска	78
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>	<b>71</b>
Основные характеристики	81
Модели Keysight N5741A–N5752A и N5761A–N5772A	81
Дополнительные характеристики	82
Модели Keysight N5741A–N5752A и N5761A–N5772A	82
Модели Keysight N5741A–N5752A и N5761A–N5772A	84
Габаритный чертеж	86
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ПРОВЕРКА И КАЛИБРОВКА</b>	<b>76</b>
Проверка	88
Необходимое оборудование	88
Методики измерения	89
Испытания в режиме стабилизации напряжения	90
Испытания в режиме стабилизации тока	93
Бланк протокола испытаний – KEYSIGHT N5741A И N5761A	95
Бланк протокола испытаний – KEYSIGHT N5742A И N5762A	96
Бланк протокола испытаний – KEYSIGHT N5743A И N5763A	97
Бланк протокола испытаний – KEYSIGHT N5744A И N5764A	98
Бланк протокола испытаний – KEYSIGHT N5745A И N5765A	99
Бланк протокола испытаний – KEYSIGHT N5746A И N5766A	100
Бланк протокола испытаний – KEYSIGHT N5747A И N5767A	101
Бланк протокола испытаний – KEYSIGHT N5748A И N5768A	102
Бланк протокола испытаний – KEYSIGHT N5749A И N5769A	103
Бланк протокола испытаний – KEYSIGHT N5750A И N5770A	104
Бланк протокола испытаний – KEYSIGHT N5751A И N5771A	105
Бланк протокола испытаний – KEYSIGHT N5752A И N5772A	106
Калибровка	107
Процедура калибровки	107
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В. ОБСЛУЖИВАНИЕ</b>	<b>97</b>
Предлагаемые типы обслуживания	110
Упаковка для транспортировки	110
Диагностический контрольный список	110
Процедура проверки при включении	110
Руководство по устранению неполадок	110
Сообщения об ошибках	113
Отображение очереди ошибок scpi	113
Список сообщений об ошибках	113
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г. СОВМЕСТИМОСТЬ</b>	<b>102</b>
Общие сведения о различиях	119
Сводка совместимых команд	120
Декларация соответствия	123
Обновления руководства	125

## 1. Краткое руководство

В настоящей главе кратко описывается работа с источниками питания Keysight Technologies серии N5700.

Здесь не дается подробного описания всех функций и возможностей прибора — данная глава представляет собой просто краткий справочник, позволяющий быстро ознакомиться с основными компонентами источника питания. Эта глава может также служить «шпаргалкой» для опытных пользователей, позволяющей быстро находить нужные функции передней и задней панели.

В начале главы 5 приведена сводная таблица команд программирования.

## Краткие сведения об источниках питания постоянного тока Keysight N5700

Источники питания постоянного тока Keysight Technologies серии N5700 представляют собой импульсные источники питания общего назначения с форм-фактором 1U и предлагаются в широком ассортименте номиналов выходного напряжения и тока.

Эти источники питания имеют компенсацию коэффициента мощности и работают во всем диапазоне напряжений сети переменного тока, принятых в различных странах мира. Выходные напряжение и ток непрерывно отображаются на передней панели, а светодиодные индикаторы показывают все аспекты состояния источника питания.

Органы управления передней панели позволяют пользователю устанавливать выходные параметры, пороги защиты от перегрузок по напряжению и току и нижний предел выходного напряжения, а также просматривать текущие настройки.

На задней панели имеются разъемы, позволяющие управлять источником питания и контролировать его состояние с использованием аналоговых сигналов или встроенных дистанционных интерфейсов.

### Возможности выходов

- Режимы стабилизации напряжения и тока с автоматическим переходом между ними.
- Установка тока и напряжения с передней панели с малой дискретностью.
- Точное считывание напряжения и тока.
- Независимое внешнее запирающее устройство по перепаду управляющего сигнала и внешний запрет/разрешение по уровню управляющего сигнала.
- Работа в режиме параллельного соединения в конфигурации «ведущий/ведомый» с активным перераспределением тока.
- Дистанционное измерение для компенсации падения напряжения в проводах нагрузки.
- Аналоговое программирование и контроль выходных параметров.

### Возможности системы

- Встроенный интерфейс GBIB/LAN/USB.
- Встроенный веб-сервер, который позволяет напрямую управлять прибором через браузер, установленный на компьютере пользователя.
- Вертикальный монтаж с нулевым зазором — нет вентиляционных отверстий на верхней и нижней панелях.
- Работа от сети переменного тока любого напряжения с активной компенсацией коэффициента мощности.
- Регулировка частоты вращения вентилятора для снижения шума и продления срока службы вентилятора.

### Программируемые функции

- Установка выходного напряжения и тока
- Измерение выходного напряжения и тока
- Изменение выходного напряжения и тока по сигналу запуска
- Включение и выключение выходов
- Установка порога защиты от перегрузки по току
- Установка и считывание порога защиты от перегрузки по напряжению
- Установка и считывание нижнего предела выходного напряжения
- Задание режима перезапуска (последние настройки или режим после сброса)
- Установка и чтение регистра байта статуса
- Запуск по шине
- Калибровка

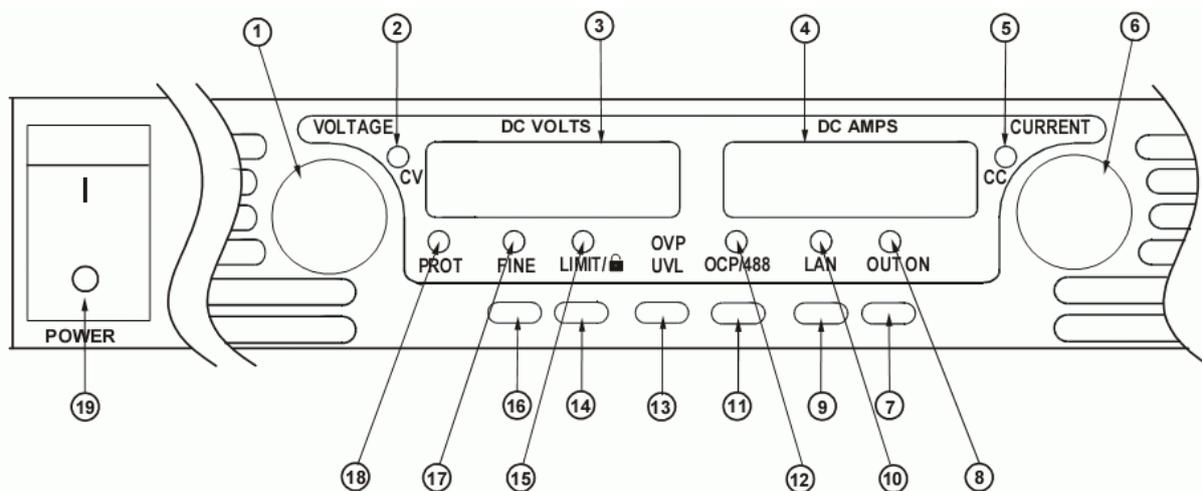
### Номинальные параметры моделей

Модель	Диапазон напряжений	Диапазон токов	Модель	Диапазон напряжений	Диапазон токов
N5741A	0 – 6 В	0 – 100 А	N5761A	0 – 6 В	0 – 180 А
N5742A	0 – 8 В	0 – 90 А	N5762A	0 – 8 В	0 – 165 А
N5743A	0 – 12,5 В	0 – 60 А	N5763A	0 – 12,5 В	0 – 120 А
N5744A	0 – 20 В	0 – 38 А	N5764A	0 – 20 В	0 – 76 А
N5745A	0 – 30 В	0 – 25 А	N5765A	0 – 30 В	0 – 50 А
N5746A	0 – 40 В	0 – 19 А	N5766A	0 – 40 В	0 – 38 А
N5747A	0 – 60 В	0 – 12,5 А	N5767A	0 – 60 В	0 – 25 А
N5748A	0 – 80 В	0 – 9,5 А	N5768A	0 – 80 В	0 – 19 А
N5749A	0 – 100 В	0 – 7,5 А	N5769A	0 – 100 В	0 – 15 А
N5750A	0 – 150 В	0 – 5 А	N5770A	0 – 150 В	0 – 10 А
N5751A	0 – 300 В	0 – 2,5 А	N5771A	0 – 300 В	0 – 5 А
N5752A	0 – 600 В	0 – 1,3 А	N5772A	0 – 600 В	0 – 2,5 А

Минимальное выходное напряжение меньше или равно 0,2% от номинального.

Минимальный выходной ток меньше или равен 0,4% от номинального.

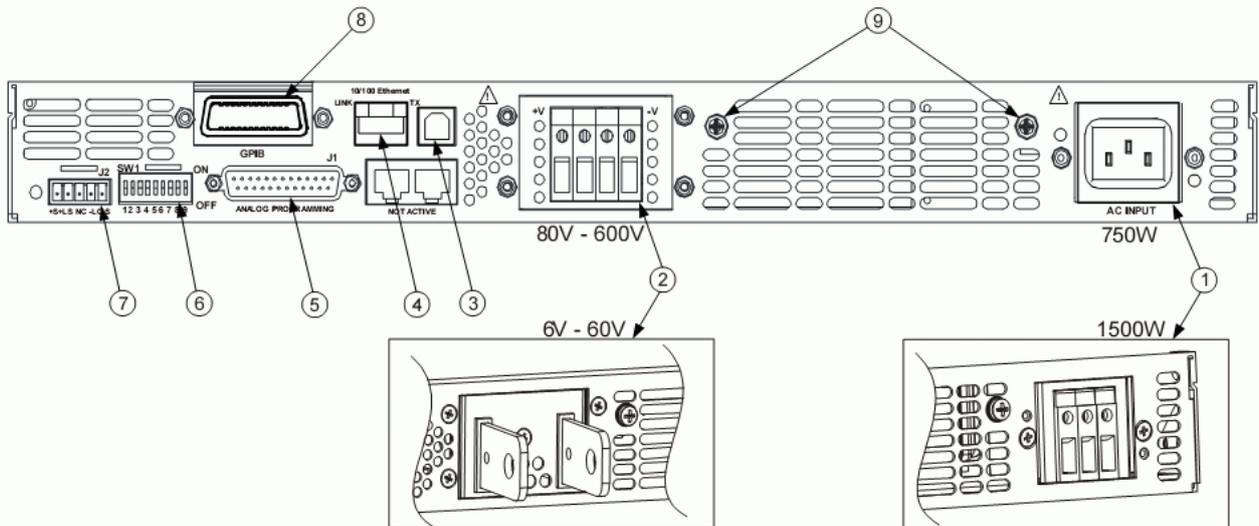
## Общий вид передней панели



- 1 – ручка VOLTAGE** **Напряжение:** установка выходного напряжения, порога защиты от перегрузки по напряжению и нижнего предела выходного напряжения. Если установлены порог защиты от перегрузки по напряжению или нижний предел выходного напряжения, то программная установка напряжения, выходящего за эти пределы, невозможна.  
**Адрес GPIB:** установка адреса GPIB при нажатии и удержании клавиши OCP/488.
- 2 – индикатор CV** Свечение этого индикатора означает, что устройство работает в режиме стабилизации напряжения, при котором выходное напряжение удерживается постоянным.
- 3 – индикатор DC VOLTS** Цифровой индикатор, на котором обычно отображается измеренное значение напряжения на измерительных клеммах. При нажатии клавиши LIMIT на индикаторе отображается установленное значение выходного напряжения. При нажатии кнопки OVP/UVL на индикаторе отображается установленный порог защиты от перегрузки по напряжению или нижний предел выходного напряжения. При нажатии кнопки OCP/488 на индикаторе отображается адрес GPIB. При нажатии и удержании кнопки LAN на индикаторе отображаются IP-адрес и адрес Ethernet.
- 4 – индикатор DC AMPS** Цифровой индикатор, на котором обычно отображается измеренное значение тока, протекающего через выходные клеммы. При нажатии клавиши LIMIT на индикаторе отображается установленное значение выходного тока. При нажатии и удержании кнопки LAN на индикаторе отображаются IP-адрес и адрес Ethernet.
- 5 – индикатор CC** Свечение этого индикатора означает, что устройство работает в режиме стабилизации тока, при котором выходной ток удерживается постоянным.
- 6 – ручка CURRENT** Установка выходного тока.
- 7 – кнопка OUT ON** **Выход:** нажатием кнопки OUT ON производится включение и выключение выхода, а также сброс и включение выхода после срабатывания защиты от перегрузки по напряжению или току.  
**Перезапуск:** выбор одного из двух режимов — безопасного перезапуска (Safe-Start) или автоматического перезапуска (Auto-Restart). Для переключения между режимами нажмите и удерживайте кнопку OUT ON. На индикаторе будут попеременно отображаться надписи «SAF» и «AU7». Если отпустить кнопку OUT ON в момент, когда на индикаторе будет отображаться надпись одного из режимов, соответствующий режим будет выбран.
- 8 – индикатор OUT ON** Свечение этого индикатора означает, что выход разрешен, или включен.
- 9 – кнопка LAN** **Просмотр адресов:** нажмите кнопку LAN, чтобы просмотреть IP-адрес и адрес Ethernet. Сначала на дисплее прокручиваются четыре сегмента IP-адреса, а затем — шесть сегментов адреса Ethernet (EA). Чтобы выйти из режима просмотра адресов, нажмите любую кнопку.  
**Сброс адреса:** нажмите кнопку LAN и удерживайте ее нажатой в течение трех секунд. Повторное нажатие кнопки LAN в момент, когда на цифровом индикаторе отображается сообщение «LAN gES», вызовет сброс параметров интерфейса LAN к заводским установкам (значения параметров приведены в гл. 4). Если больше не нажимать эту кнопку, индикатор вернется в обычный режим работы, и параметры не будут изменены.

- 10 – индикатор LAN** Свечение этого индикатора означает, что интерфейс LAN настроен и работает нормально. Если индикатор мигает, это означает, что для данного прибора с его домашней страницы был включен режим мигания индикатора LAN.
- 11 – кнопка OCP/488** Включение защиты от перегрузки по току: нажмите кнопку OCP/488, чтобы включить защиту от перегрузки по току. Повторное нажатие кнопки OCP/488 отключает защиту от перегрузки по току. Сброс защиты от перегрузки по току: после срабатывания защиты от перегрузки по току нажмите кнопку OUP ON, чтобы включить выход и сбросить защиту. Адрес GPIB: нажмите кнопку OCP/488 и удерживайте ее нажатой в течение трех секунд. После этого вы сможете установить адрес GPIB при помощи ручки VOLTAGE.
- 12 – индикатор OCP** Свечение этого индикатора означает, что защиты от перегрузки по току разрешена или включена.
- 13 – кнопка OVP/UVL** Защита от перегрузки по напряжению: нажмите кнопку OVP/UVL один раз, чтобы установить порог защиты от перегрузки по напряжению при помощи ручки VOLTAGE (на цифровом индикаторе высветится надпись «OUP»). Прибор не позволяет устанавливать порог защиты от перегрузки по напряжению ниже установленного значения выходного напряжения плюс примерно 5%.  
Нижний предел выходного напряжения: нажмите кнопку OVP/UVL два раза, чтобы установить нижний предел выходного напряжения при помощи ручки VOLTAGE (на цифровом индикаторе высветится надпись «UUP»). Прибор не позволяет устанавливать нижний предел выходного напряжения выше установленного значения выходного напряжения минус примерно 5%.
- 14 – кнопка LIMIT** Пределы: нажмите кнопку LIMIT, чтобы отобразить предельные значения напряжения и тока. Эти значения будут отображаться на индикаторе в течение пяти секунд, после чего на нем вновь появятся фактические значения выходного напряжения и тока.  
Блокировка: нажмите и удерживайте кнопку LIMIT для включения и отключения блокировки передней панели. На цифровом индикаторе будут попеременно отображаться надписи «LFP» (передняя панель заблокирована) и «UFP» (передняя панель разблокирована). Если отпустить кнопку LIMIT в момент, когда на индикаторе будет отображаться надпись одного из режимов, соответствующий режим будет выбран. Если на индикаторе отображается «rLFP», это означает, что передняя панель была заблокирована дистанционно.
- 15 – индикатор LIMIT** Свечение этого индикатора означает, что нажата кнопка LIMIT.
- 16 – кнопка FINE** Выбор точной (Fine) или грубой (Coarse) регулировки. В режиме точной регулировки ручки VOLTAGE и CURRENT функционируют с высоким разрешением, а в режиме грубой регулировки — с низким (приблизительно шесть оборотов).
- 17 – индикатор FINE** Свечение этого индикатора означает, что прибор находится в режиме точной регулировки.
- 18 – индикатор PROT** Мигание этого индикатора означает, что произошла ошибка защиты. Мигание индикатора PROT вызывается срабатыванием защиты от перегрузки по току/напряжению или перегрева, отсутствием разрешающего сигнала и сбоем электропитания. В течение нескольких секунд после выключения прибора может наблюдаться мигание индикатора PROT с отображением на цифровом индикаторе надписи «AC» — это обусловлено остаточной энергией внутри прибора.
- 19 – выключатель питания** Служит для включения и выключения источника питания.

Общий вид задней панели

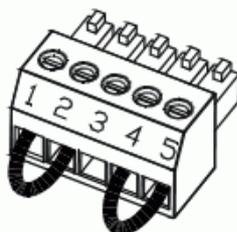


- 1 — разъем питания от сети переменного тока** Для моделей с номинальной выходной мощностью 1500 Вт — разъем с зажимами для проводов. Для моделей с номинальной выходной мощностью 750 Вт — разъем IEC.
- 2 — выходной разъем постоянного тока** Для моделей с номинальным выходным напряжением от 80 до 600 В — разъем с зажимами для проводов. Для моделей с номинальным выходным напряжением от 6 до 60 В — шины.
- 3 — разъем USB** Разъем для подключения по интерфейсу USB. Настройка интерфейса описывается в гл. 4.
- 4 — разъем LAN** Разъем для подключения по интерфейсу LAN. Светодиод LINK показывает целостность канала. Светодиод TX сигнализирует об обмене данными по интерфейсу LAN. Настройка интерфейса LAN описывается в гл. 4.
- 5 — разъем аналогового программирования** Разъем аналогового интерфейса. На этот разъем выведены сигналы установки и контроля выходного напряжения и предельного тока, управления запирианием (электрический сигнал), управление разрешением и запретом (сухой контакт), сигнал работоспособности источника питания и сигнал режима стабилизации (стабилизация напряжения/стабилизация тока). (Подробные сведения см. на следующей странице.)
- 6 — переключатель конфигурации SW1** Блок из девяти переключателей для выбора режима дистанционного программирования и контроля выходного напряжения, предельного тока и других функций управления. (Подробные сведения см. на следующей странице.)
- 7 — разъем дистанционного измерения** Разъем для дистанционных измерений с целью стабилизации напряжения на нагрузке и компенсации падения напряжения в проводах нагрузки. (Подробные сведения см. на следующей странице.)
- 8 — разъем GPIB** Разъем для подключения по интерфейсу GPIB. Настройка интерфейса описывается в гл. 4.
- 9 — винт заземления** Винты M4x8 для заземления шасси.

**ОСТОРОЖНО!** ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ! Заземление шасси обеспечивается третьей жилой сетевого шнура. Убедитесь, что используемая розетка имеет три контакта, и надлежащий ее контакт соединен с «землей».

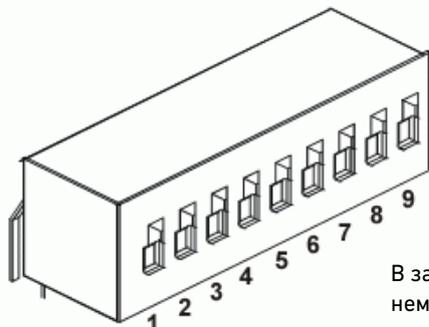
### Измерительный разъем J2

- 1 – дистанционное измерение (+)
- 2 – местное измерение (+)
- 3 – не используется
- 4 – местное измерение (-)
- 5 – дистанционное измерение (-)



Заводская конфигурация показана на рисунке.

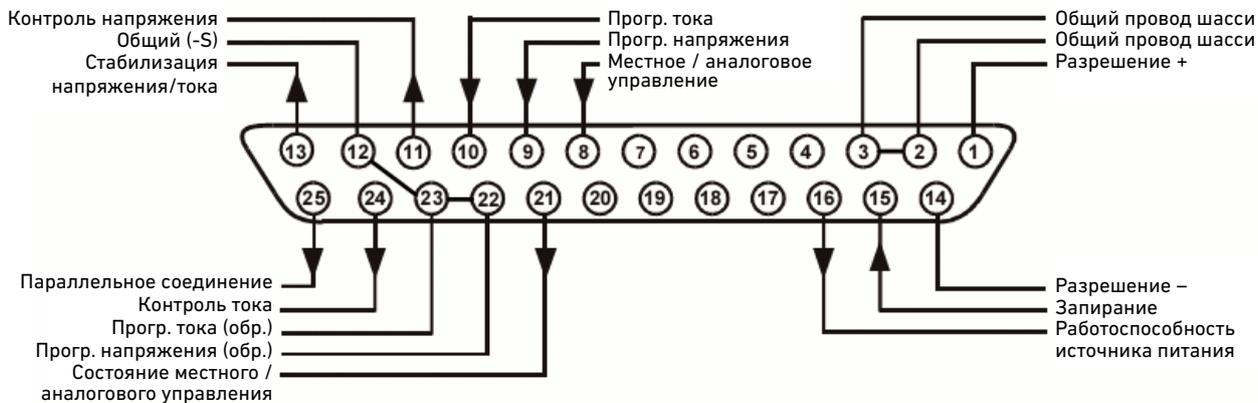
### Переключатель конфигурации SW1



В заводской поставке все переключатели находятся в нижнем положении.

- |   |  |
|---|--|
| <b>1 — выходное напряжение, программирование напряжением</b>    | Вниз: выходное напряжение устанавливается с передней панели. Вверх: выходное напряжение программируется напряжением внешнего сигнала.  |
| <b>2 — выходной ток, программирование напряжением</b>           | Вниз: выходной ток устанавливается с передней панели. Вверх: выходной ток программируется напряжением внешнего сигнала.  |
| <b>3 — диапазон программирования (напряжение/сопротивление)</b> | Вниз: диапазон изменения задающих параметров — 0–5 В / 0–5 кОм. Вверх: диапазон изменения задающих параметров — 0–10 В / 0–10 кОм.   |
| <b>4 — диапазон контроля напряжения и тока</b>                  | Вниз: диапазон дистанционного контроля — 0–5 В. Вверх: диапазон дистанционного контроля — 0–10 В.  |
| <b>5 — выбор логики запирания</b>                               | Вниз: выключение выхода = низкий уровень (0–0,6 В) или короткое замыкание; выключение выхода = высокий уровень (2–15 В) или разомкнутая цепь. Вверх: выключение выхода = высокий уровень (2–15 В) или разомкнутая цепь; выключение выхода = низкий уровень (0–0,6 В) или короткое замыкание. |
| <b>6 — не используется</b>                                      |  |
| <b>7 — выходное напряжение, программирование сопротивлением</b> | Вниз: выходное напряжение устанавливается с передней панели. Вверх: выходное напряжение программируется внешним резистором.  |
| <b>8 — выходной ток, программирование сопротивлением</b>        | Вниз: выходной ток устанавливается с передней панели. Вверх: выходной ток программируется внешним резистором.  |
| <b>9 — управление разрешением и запретом</b>                    | Вниз: контакты «Разрешение+»/«Разрешение –» разъема J1 неактивны. Вверх: контакты «Разрешение+»/«Разрешение –» разъема J1 активны.   |

### Разъем аналогового программирования J1



В заводской поставке прибор по умолчанию находится в режиме местного управления и не требует подключения разъема J1.

<b>Контакт 1:</b>	<b>Разрешение +</b>	Соедините контакты 1 и 14, чтобы разрешить выход. Чтобы запретить выход, разъедините эти контакты.
<b>Контакты 2, 3:</b>	<b>Общий провод шасси</b>	Общие провода сигнала для контактов 15 и 16. Соединены с шасси.
<b>Контакты 4–7:</b>	<b>Не используются</b>	Нет соединения
<b>Контакт 8:</b>	<b>Местное/аналоговое управление</b>	Вход для выбора режима управления выходом — с передней панели или посредством аналогового программирования.
<b>Контакт 9:</b>	<b>Программирование напряжения</b>	Вход для программирования выходного напряжения внешним напряжением или сопротивлением.
<b>Контакт 10:</b>	<b>Программирование тока</b>	Вход для программирования выходного тока внешним напряжением или сопротивлением.
<b>Контакт 11:</b>	<b>Контроль напряжения</b>	Выход для контроля выходного напряжения.
<b>Контакт 12:</b>	<b>Общий</b>	Общий провод для контактов 8, 11, 13 и 24. Имеет внутреннее соединение с клеммой «-S».
<b>Контакт 13:</b>	<b>Стабилизация напряжения/тока</b>	Выход для индикации режима стабилизации (стабилизация напряжения или тока).
<b>Контакт 14:</b>	<b>Разрешение –</b>	Соедините контакты 14 и 1, чтобы разрешить выход. Чтобы запретить выход, разъедините эти контакты.
<b>Контакт 15:</b>	<b>Запирание</b>	Вход для управления запирающим выходом. (Напряжение сигнала отсчитывается от общего провода шасси.)
<b>Контакт 16:</b>	<b>Работоспособность источника питания</b>	Выход для индикации состояния источника питания. (Напряжение сигнала отсчитывается от общего провода шасси.)
<b>Контакты 17–20:</b>	<b>Не используются</b>	Нет соединения
<b>Контакт 21:</b>	<b>Состояние местного / аналогового управления</b>	Выход для индикации режимов местного или аналогового управления.
<b>Контакт 22:</b>	<b>Программирование напряжения (обратный провод)</b>	Обратный провод сигнала для контакта 9. Имеет внутреннее соединение с клеммой «-S».
<b>Контакт 23:</b>	<b>Программирование тока (обратный провод)</b>	Обратный провод сигнала для контакта 10. Имеет внутреннее соединение с клеммой «-S».
<b>Контакт 24:</b>	<b>Контроль тока</b>	Выход для контроля выходного тока.
<b>Контакт 25:</b>	<b>Параллельное соединение</b>	Выход для балансировки тока в режиме параллельного соединения.

## 2. Установка

В этой главе описывается порядок установки источника питания. В частности, обсуждается монтаж прибора в стойке и подсоединение сетевого шнура. Кроме того, здесь рассматривается подсоединение нагрузки к выходным клеммам, приводятся необходимые сведения о размерах проводов и компенсации падения напряжения в проводах нагрузки, а также описываются различные конфигурации нагрузки и способы последовательного и параллельного соединения выходных клемм.

Прежде чем устанавливать прибор, ознакомьтесь со списком, приведенным в разделе «Позиции, входящие в комплект поставки», и убедитесь, что все перечисленные позиции поставлены вам в комплекте с прибором. Если что-либо отсутствует, обратитесь в ближайший офис продаж и обслуживания компании Keysight.

## Общая информация

### Модели

Модели на номинальную мощность 750 Вт	Модели на номинальную мощность 1500 Вт
N5741A – N5749A	N5761A – N5769A
N5750A – N5752A	N5770A – N5772A

### Позиции, входящие в комплект поставки

Позиция	Описание
Сетевой шнур	Сетевой шнур, соответствующий месту нахождения покупателя Модели на номинальную мощность 750 Вт комплектуются сетевыми шнурами с вилкой Модели на номинальную мощность 1500 Вт комплектуются сетевыми шнурами без вилки
Усиливающая втулка шнура в сборе	Усиливающая втулка для сетевых шнуров без вилки (используется только с моделями на номинальную мощность 1500 Вт)
Крышка разъема питания	Крышка разъема питания, на которой монтируется усиливающая втулка в сборе (используется только с моделями на номинальную мощность 1500 Вт)
Аналоговый разъем	Субминиатюрный разъем типа DB25 для аналогового управления
Экран в сборе	Защитный экран для выходных клемм Крепеж Гайки, шайбы и болты для подключения проводов нагрузки к выходным шинам (используется только с моделями на номинальное выходное напряжение от 6 до 60 В)
Комплект документации	Содержит руководство пользователя и компакт-диск со справочной информацией об изделии (Product Reference CD-ROM)
Сертификат калибровки	Калибровочный сертификат, действующий для конкретного серийного номера
Компакт диск с программным обеспечением для автоматизации (Automation-Ready CD)	E2094N — содержит пакет библиотек ввода-вывода Keysight IO Libraries Suite.

### Принадлежности

Позиция	Описание
N5740A	Набор стоечных салазок для установки в шкафы типа System II

### Осмотр устройства

При получении источника питания осмотрите его на предмет явных повреждений, которые могли произойти в ходе транспортировки. Если таковые имеются, уведомите об этом компанию-перевозчика и ближайший офис продаж и обслуживания компании Keysight. Дополнительную информацию см. в приложении В.

До списания источника питания храните упаковочную коробку и материалы на случай, если устройство придется возвращать.

### Установка устройства

#### Техника безопасности

Данный источник питания представляет собой прибор 1 класса безопасности; это значит, что у него имеется клемма защитного заземления. Эта клемма должна быть соединена с «землей» через источник питания, оборудованный заземленной розеткой. Общую информацию о технике безопасности см. на странице «Замечания по технике безопасности» в начале настоящего руководства. Прежде чем приступить к установке или эксплуатации источника питания, проверьте его и ознакомьтесь с предупреждениями и инструкциями по технике безопасности, приведенными в настоящем руководстве. Предупреждения по технике безопасности выполнения конкретных процедур даны в соответствующих местах руководства.

## Условия окружающей среды

**ОСТОРОЖНО!** Запрещается работать с прибором в присутствии огнеопасных газов или паров.

Условия окружающей среды, на которые рассчитан прибор, его размеры и габаритный чертеж приведены в приложении А. Основное условие эксплуатации прибора — работа в помещении с регулируемой средой. Запрещается эксплуатация прибора при температуре окружающего воздуха выше 40° С.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Источники питания Keysight N5700 создают магнитные поля, которые могут повлиять на работу других приборов. Если используемое вами оборудование чувствительно к магнитным полям, не располагайте его вблизи источника питания.

## Поток воздуха

Охлаждение источника питания производится вентиляторами, которые всасывают воздух через переднюю панель и выталкивают его через заднюю. Прибор должен быть установлен так, чтобы спереди и позади прибора оставалось как минимум 10 см свободного пространства для обеспечения адекватной циркуляции воздуха.

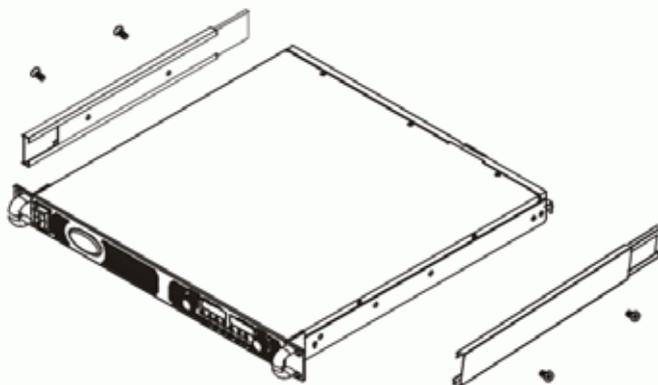
## Монтаж в стойке

**ВНИМАНИЕ** Проследите за тем, чтобы болты, используемые для крепления комплекта стоечных салазков, проникали в корпус прибора с боков не более чем на 6 мм.

Запрещается перекрывать впускные и отверстия на передней панели устройства и выпускные вентиляционные отверстия на задней панели.

Источники питания Keysight N5700 можно монтировать в стандартной 19-дюймовой стойке или шкафу. Конструктивно они занимают один стоечный модуль (1U). Порядок установки источника питания в стойку следующий:

1. Смонтируйте источник питания в стойке при помощи кронштейнов на передней панели.
2. Для адекватной поддержки задней части источника питания используйте опорный кронштейн.
3. Если необходимо, установите прибор в стандартную 19-дюймовую приборную стойку при помощи комплекта стоечных салазков Keysight N5740A, как показано на приведенном ниже рисунке. Крепление салазков осуществляется двумя винтами 10-32 × 3/8 дюйма (макс.) с каждой стороны. Во избежание повреждения внутренних компонентов прибора используйте только винты указанной длины.



## Чистка

**ОСТОРОЖНО! ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ!**

Во избежание поражения током выньте вилку устройства из розетки электрической сети перед чисткой. Для чистки корпуса снаружи используйте сухую или увлажненную чистой водой тряпку. Не пытайтесь чистить устройство изнутри.

### Подсоединение сетевого шнура

#### **ОСТОРОЖНО! ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ!**

Заземление шасси обеспечивается третьей жилой сетевого шнура. Убедитесь, что используемая розетка имеет три контакта, и надлежащий ее контакт соединен с «землей».

#### **ОПАСНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРА!**

Используйте только сетевой шнур, поставленный в комплекте с прибором. Использование сетевого шнура другого типа может привести к его перегреву с последующим возгоранием.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Отсоединяемый сетевой шнур может использоваться в качестве устройства аварийного размыкания цепи. Отсоединение сетевого шнура приведет к прекращению подачи напряжения сети на устройство.

Разъем питания от сети переменного тока на задней стенке устройства является универсальным. Он обеспечивает работу от электрической сети с номинальным напряжением 100–240 В в диапазоне частот от 47 до 63 Гц.

Потребляемый ток для приборов номинальной мощностью 750 Вт составляет 10,5 А при номинальном напряжении сети 100 В и 5 А при номинальном напряжении сети 200 В. Потребляемый ток для прибора в номинальной мощностью 1500 Вт составляет 21 А при номинальном напряжении сети 100 В и 11 А при номинальном напряжении сети 200 В.

#### **Подключение к сети переменного тока приборов номинальной мощностью 750 Вт**

Подсоедините сетевой шнур к разъему IEC 320 на задней стенке устройства. Разъем IEC обеспечивает защитное заземление в случае, если сетевой шнур включен в заземленную электрическую розетку. Если в комплекте с устройством был поставлен сетевой шнур неподходящего типа, обратитесь в ближайший офис продаж и технической поддержки компании Keysight.

#### **Подключение к сети переменного тока приборов номинальной мощностью 1500 Вт**

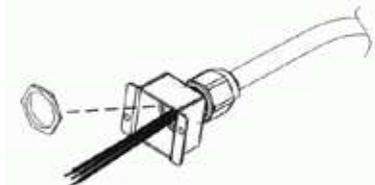
**ВНИМАНИЕ** Подключение этого источника питания к сети переменного тока должно выполняться квалифицированным электриком или другим персоналом надлежащей квалификации.

Разъем питания от сети переменного тока расположен на задней панели и представляет собой 3-контактный зажим для проводов. Используйте провода подходящего типоразмера и надлежащий крутящий момент затяжки:

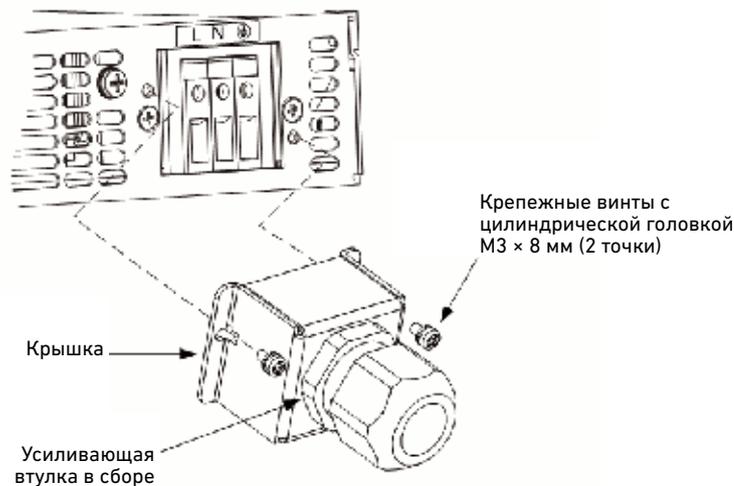
- Диаметр провода: 12 AWG или 10 AWG
- Крутящий момент затяжки: 0,73–0,79 Н·м.

Порядок подсоединения сетевого шнура к разъему питания от сети переменного тока следующий:

- Снимите внешнюю оболочку сетевого шнура примерно на 10 см. Обрежьте провода так, чтобы провод заземления был на 10 мм длиннее остальных проводов. Зачистите конец каждого из проводов примерно на 14 мм.
- Отверните стяжную гайку от основания усиливающей втулки. Поместите контргайку внутрь крышки разъема питания таким образом, чтобы плоская сторона гайки была обращена к крышке. Вставьте основание через внешнее отверстие крышки разъема питания. Плотно наверните основание на контргайку снаружи (1,9 Н·м).
- Наденьте стяжную гайку на сетевой шнур. Проденьте зачищенные провода через основание усиливающей втулки, пока внешняя оболочка сетевого шнура не зайдет за внутренний край основания. Придержите основание гаечным ключом, чтобы оно не вращалось. Теперь плотно наверните стяжную гайку на основание (1,6–1,8 Н·м), удерживая кабель на месте. Теперь кабель надежно зафиксирован в усиливающей втулке. См. приведенный ниже рисунок.



- Проведите необходимым образом провода сетевого шнура к клеммам входного разъема. Для подсоединения провода ослабьте винт клеммы, вставьте зачищенный провод в отверстие клеммы и плотно затяните винт, применяя крутящий момент 0,50–0,60 Н·м.
- Уложите провода внутри крышки так, чтобы избежать их пережатия. Прикрепите крышку к прибору крепежными винтами с цилиндрической головкой М3 × 8 мм (0,54 Н·м). См. приведенный ниже рисунок.



### Подсоединение нагрузки

#### **ОСТОРОЖНО! ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ!**

Выключите питание устройства, прежде чем выполнять соединения на задней панели. Все провода и шины должны быть надежно подсоединены, а винты — плотно завинчены.

Как разъясняется в этом разделе, при выборе провода для подсоединения к нагрузке к источнику питания необходимо принимать во внимание следующие факторы:

- Предельно допустимый ток провода
- Номинальное напряжение, на которое рассчитана изоляция провода, должно как минимум равняться максимальному выходному напряжению источника питания
- Максимальная длина провода и падение напряжения на нем
- Шумы и импеданс, вносимый проводами нагрузки

### Размер провода

#### **ОСТОРОЖНО! ОПАСНОСТЬ ВОЗГОРАНИЯ!**

Для удовлетворения требований безопасности провода нагрузки должны быть достаточно толстым и, чтобы не перегреваться при протекании номинального тока нагрузки или тока короткого замыкания проводов нагрузки, в зависимости от того, какое из этих значений больше.

Помимо температуры проводов, при выборе диаметра проводов необходимо также учитывать падение напряжения. В следующей таблице указано сопротивление проводов различного диаметра и максимальная их длина, при которой падение напряжения ограничено 1,0 В на провод для различных токов.

Хотя источник питания обеспечивает компенсацию падения напряжения до 5 В в каждом проводе нагрузки, рекомендуется выбирать провода так, чтобы она составляла менее 1 В, дабы избежать чрезмерного потребления мощности источником питания и ухудшения динамического отклика на изменение нагрузки.

Размер провода AWG	Сопротивление, Ом/1000 футов	Максимальная длина в футах для ограничения падения напряжения значением 1 В				
		для 5 А	для 10 А	для 20 А	для 50 А	для 150 А
14	2,526	80	40	20	8	2
12	1,589	120	60	30	12	3,4
10	0,9994	200	100	50	20	6
8	0,6285	320	160	80	32	10
6	0,3953	500	250	125	50	16
4	0,2486	800	400	200	80	26
2	0,1564	1200	600	300	125	40
0	0,0983	2000	1000	500	200	68

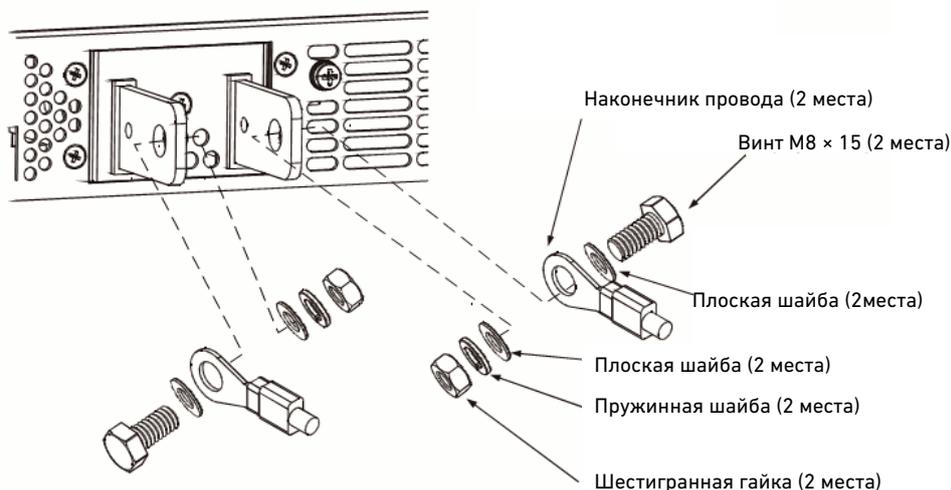
Сечение, мм <sup>2</sup>	Сопротивление, Ом/км	Максимальная длина в метрах для ограничения падения напряжения значением 1 В				
		для 5 А	для 10 А	для 20 А	для 50 А	для 150 А
2,5	8,21	24,0	12,0	6,0	2,4	0,8
4	5,09	39,2	18,6	9,8	4,0	1,4
6	3,39	59,0	29,4	14,8	5,8	2,0
10	1,95	102	51,2	25,6	10,2	3,4
16	1,24	160	80,0	40,0	16,0	5,4
25	0,795	250	125	62,0	25,2	8,4
35	0,565	354	177	88,0	35,4	11,8

#### Подсоединение нагрузки для моделей на номинальное напряжение 6 –60 В

##### **ОСТОРОЖНО! ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ!**

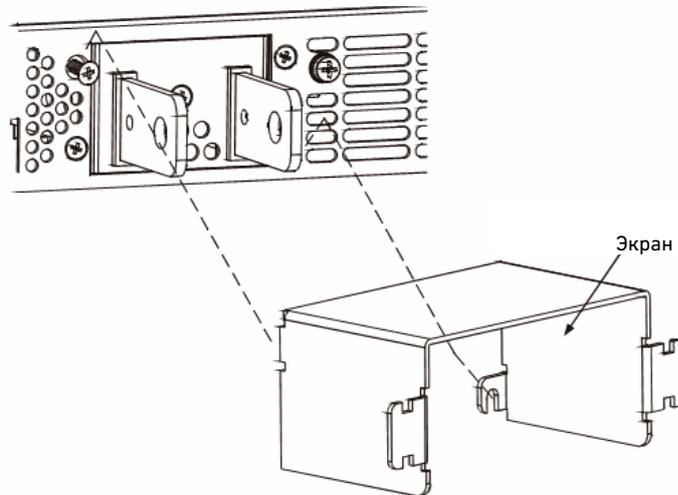
При использовании источника питания с номинальным выходным напряжением выше 40 В на выходах прибора и соединениях нагрузки могут присутствовать опасные для жизни напряжения. Чтобы оградить персонал от случайного воздействия опасных напряжений, позаботьтесь о том, чтобы находящиеся под напряжением части нагрузки и ее соединений были защищены от случайного прикосновения. Убедитесь, что номинальное напряжение, на которое рассчитана изоляция провода, равно как минимум максимальному выходному напряжению источника питания.

**ВНИМАНИЕ** Убедитесь, что выходные клеммы не замкнуты накоротко деталями крепежа проводов нагрузки. Толстые соединительные провода должны иметь усиливающие элементы, предотвращающие ослабление соединений или изгиб шин. Все провода нагрузки должны быть снабжены надежно прикрепленными наконечниками. Не используйте провода без наконечников для подсоединения нагрузки к клеммам источника питания. На следующих рисунках иллюстрируется порядок подсоединения проводов нагрузки к шинам источника питания и крепления экрана шин к шасси.



Крутящий момент затяжки винтов: 12 –13 Н·м.

Монтировать экран следует после того, как будут подсоединены провода нагрузки.



#### Подсоединение нагрузки для моделей на номинальное напряжение 80 –600 В

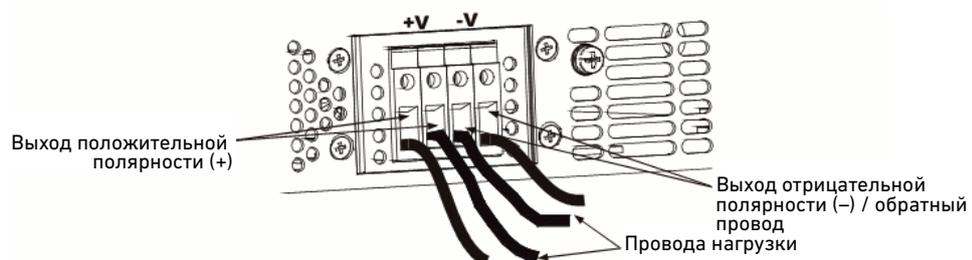
**ОСТОРОЖНО! ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ!** При использовании источника питания с номинальным выходным напряжением выше 40 В на выходах прибора и соединениях нагрузки могут присутствовать опасные для жизни напряжения. Чтобы оградить персонал от случайного воздействия опасных напряжений, позаботьтесь о том, чтобы находящиеся под напряжением части нагрузки и ее соединений были защищены от случайного прикосновения. Убедитесь, что номинальное напряжение, на которое рассчитана изоляция провода, равно как минимум максимальному выходному напряжению источника питания.

Модели на номинальное напряжение 80 –600 В имеют выходной разъем в виде четырехконтактного зажима для проводов. Левые две клеммы представляют собой выходы положительной полярности, правые две — выходы отрицательно полярности. Разъем имеет следующие характеристики:

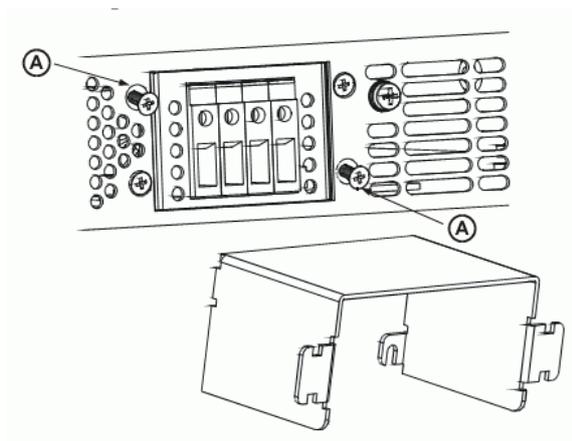
**Размер провода:** AWG 18–AWG 10  
**Длина зачистки:** 10 мм  
**Крутящий момент:** 0,73–0,79 Н·м.

Порядок подсоединения проводов нагрузки к источнику питания с ледующий:

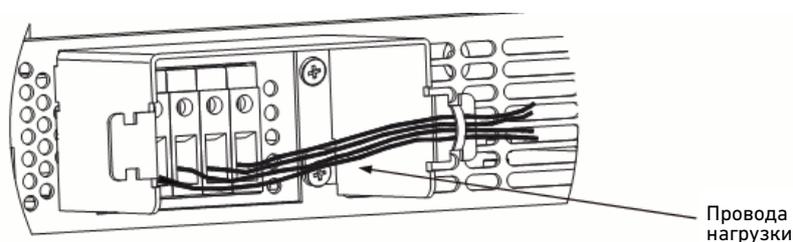
- Зачистите провода приблизительно на 10 мм.
- Ослабьте винты клемм и вставьте провода в отверстия клемм. Плотно затяните винты клемм.



- Отверните наполовину два винта шасси, обозначенные буквой А.
- Установите на шасси защитный экран и затяните винты, чтобы закрепить экран на шасси. Крутящий момент затяжки винтов — 0,54–0,60 Н·м.



- Прикрепите провода к одной из сторон экрана скобками или аналогичными приспособлениями. См. приведенный ниже рисунок.



- Убедитесь, что длина провода внутри экрана доста точна, чтобы предотвратить возникновение в проводе чрезмерных механических напряжений.

#### Измерение выходного напряжения

**ОСТОРОЖНО! ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ!** При использовании источника питания с номинальным выходным напряжением выше 40 В на измерительном разъеме могут присутствовать опасные для жизни напряжения. Убедитесь, что номинальное напряжение, на которое рассчитана изоляция проводов местного и дистанционного измерения, равно как минимум максимальному выходному напряжению источника питания. Позаботьтесь об экранировании соединений на стороне нагрузки, чтобы предотвратить случайное прикосновение к частям, находящимся под опасным напряжением.

Соединения для местных и дистанционных измерений выполняются на разъеме J2. Разъем имеет съемную вилку, позволяющую легко выполнять проводные соединения. Цоколевка разъема иллюстрируется на приведенном ниже рисунке.

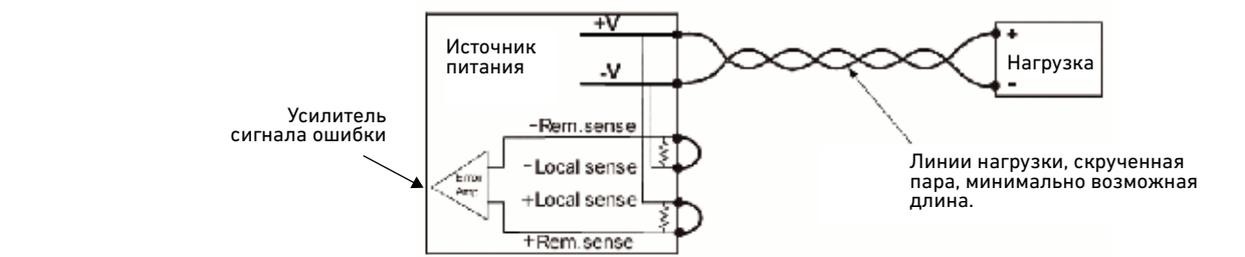
- 1 — дистанционное измерение (+)
- 2 — местное измерение (+)
- 3 — нет соединения
- 4 — местное измерение (-)
- 5 — дистанционное измерение (-)

Разъем J2 имеет следующие характеристики:

- Тип вилки:** MC 1.5/5-ST-3.81, Phoenix
- Размер провода:** AWG 28–AWG 16
- Длина зачистки:** 7 мм
- Крутящий момент:** 0,22–0,25 Н·м

### Местное измерение

На задней панели источника питания имеется измерительный разъем J2, позволяющий выполнять местное измерение выходного напряжения. При местном измерении стабилизируется напряжение на выходных клеммах. Этот метод не позволяет компенсировать падение напряжения на проводах нагрузки, поэтому он рекомендуется только при малых токах нагрузки или в случаях, когда стабилизация напряжения на нагрузке не так важна. На приведенном ниже рисунке изображены внутренние соединения разъема J2.



**ПРИМЕЧАНИЕ** Если снять перемычки местного измерения или не подключить линии дистанционного измерения, источник питания продолжит работать, но качество стабилизации выходного напряжения ухудшится. Кроме того, источник питания может отключиться в результате срабатывания цепи защиты от перегрузок по напряжению. Имейте в виду, что внутренняя проводка между положительной клеммой выхода и положительной клеммой местного измерения, а также между отрицательной клеммой выхода и отрицательной клеммой местного измерения не выдержит при протекании через нее тока нагрузки.

### Дистанционное измерение

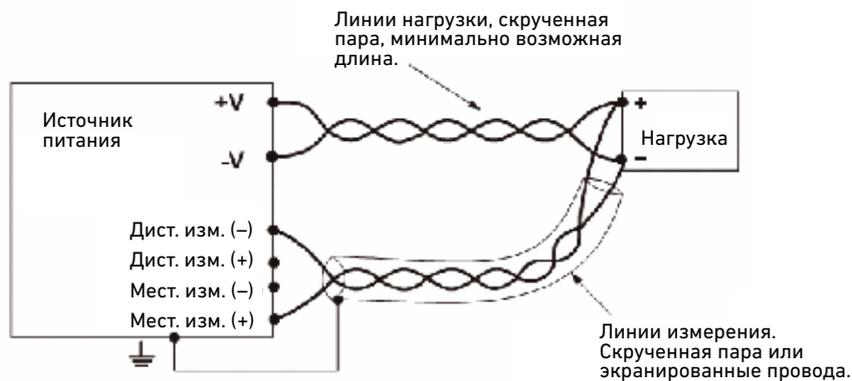
Дистанционное измерение целесообразно использовать в случаях, когда стабилизация напряжения на нагрузке имеет первостепенное значение. Дистанционное измерение позволяет источнику питания обеспечивать автоматическую компенсацию падения напряжения в проводах нагрузки. Сведения о максимально допустимом падении напряжения в проводах нагрузки приведены в приложении А.

Дистанционное измерение особенно полезно при работе в режиме стабилизации напряжения, когда импеданс нагрузки изменяется или провода нагрузки имеют значительное сопротивление. В режиме стабилизации тока оно не оказывает никакого влияния на работу. Поскольку дистанционное измерение осуществляется независимо от других функций источника питания, его можно использовать вне зависимости от способа программирования системы. При дистанционном измерении схема считывания напряжения контролирует напряжение на нагрузке в точках дистанционного измерения.

Для сведения к минимуму наводок следует использовать скрученные или экранированные провода. Если используются экранированные провода, экран должен соединяться с землей в одной точке — либо на шасси источника питания, либо в месте заземления нагрузки. Оптимальную точку заземления экрана следует определить опытным путем.

Порядок настройки источника питания для дистанционного измерения следующий:

- Выключите источник питания.
- Снимите перемычки местного измерения с разъема J2.
- Подсоедините отрицательный измерительный провод к контакту 5 («-S»), а положительный — к контакту 1 («+S»). Убедитесь, что вилка плотно вставлена в корпус разъема.
- Включите источник питания.



**ПРИМЕЧАНИЕ** Если источник питания работает в режиме дистанционного измерения, и какой-либо из проводов нагрузки (положительный или отрицательный) не подсоединен, произойдет срабатывание внутренней цепи защиты, которая отключит источник питания. Чтобы возобновить работу, выключите источник питания, подсоедините соответствующий провод нагрузки и включите источник.

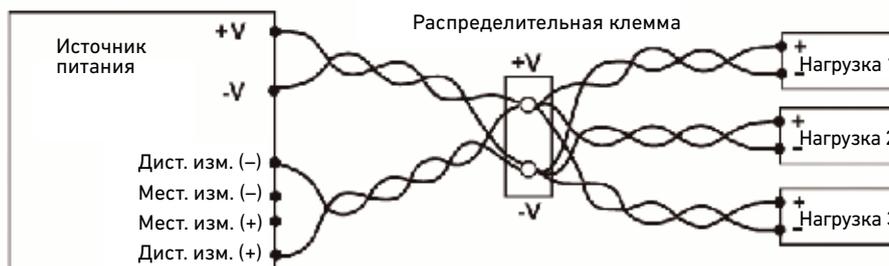
### Соображения касательно нагрузки

#### Случай с несколькими нагрузками

На следующем рисунке изображено несколько нагрузок, соединенных с одним источником питания. Каждая нагрузка должна подсоединяться к выходным клеммам источника питания отдельной парой проводов. Рекомендуется делать каждую пару проводов как можно более короткой и скручивать или экранировать провода, чтобы свести к минимуму воспринимаемые и излучаемые наводки. Измерительные провода следует подсоединять к выходным клеммам источника питания или к нагрузке с наиболее высокими требованиями к стабилизации.



Если используются удаленные распределительные клеммы, как показано на следующем рисунке, выходные клеммы источника питания следует соединить с распределительными клеммами парой скрученных и/или экранированных проводов. Каждую нагрузку следует подсоединять к распределительным клеммам отдельно. В этих условиях рекомендуется осуществлять дистанционное измерение — либо на удаленных распределительных клеммах, либо, если одна из нагрузок чувствительнее других, непосредственно на критичной нагрузке.



### Выходной шум и импеданс, вносимый проводами нагрузки

Чтобы свести к минимуму воспринимаемые и излучаемые наводки, провода нагрузки и дистанционного измерения следует скручивать парами и делать как можно более короткими. В условиях сильной зашумленности может потребоваться экранирование измерительных проводов. Когда используется экранирование, соединять экран с шасси следует через винт заземления на задней панели. Попарное скручивание проводов нагрузки и дистанционного измерения целесообразно даже в случае, если наводки не представляют проблемы — это позволяет уменьшить эффект связи, который может отразиться на стабильности источника питания. Измерительные провода должны быть отделены от силовых.

Скручивание проводов нагрузки уменьшает паразитную индуктивность кабеля, которая может привести к высокочастотным выбросам напряжения на нагрузке и выходе из-за колебаний тока в самой нагрузке. Импеданс, вносимый между источником питания и нагрузкой, может увеличить пульсации и шумы в нагрузке по сравнению с шумами непосредственно на выходе источника питания. Чтобы пустить в обход высокочастотный ток нагрузки, может потребоваться дополнительная фильтрация с использованием блокировочных конденсаторов.

### Индуктивные нагрузки

Индуктивные нагрузки могут создавать выбросы напряжения, представляющие потенциальную опасность для источника питания. Параллельно нагрузке на выходе следует установить диод. Номинальное напряжение и ток диода должны превышать максимальные номинальные выходные ток и напряжение источника питания. Катод диода следует соединить с положительной выходной клеммой, а анод — с отрицательной выходной клеммой источника питания. Если есть вероятность возникновения положительных переходных процессов на нагрузке (например, обратная ЭДС от электродвигателя), установите на выходе параллельно нагрузке ограничитель перенапряжения, чтобы защитить источник питания. Номинальное напряжение пробоя ограничителя перенапряжения должно примерно на 10% превышать максимальное выходное напряжение источника питания.

### Заземление выхода

Выход источника питания гальванически развязан с землей. На выходе можно получать как положительные, так и отрицательные напряжения, заземляя одну из выходных клемм (делая ее «общей»). Вне зависимости от того, где и как заземлена система, подсоединять нагрузку надлежит всегда двумя проводами.

Во избежание проблем с шумом из-за токов синфазного режима, текущих из нагрузки в землю, рекомендуется заземлять выходную клемму как можно ближе к шасси источника питания.

---

**ОСТОРОЖНО! ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ!** Для моделей на номинальное выходное напряжение до 60 В ни одна точка не должна иметь потенциал выше +60 В или ниже -60 В относительно шасси. Для моделей на номинальное выходное напряжение свыше 60 В ни одна точка не должна иметь потенциал выше +600 В или ниже -600 В относительно шасси.

---

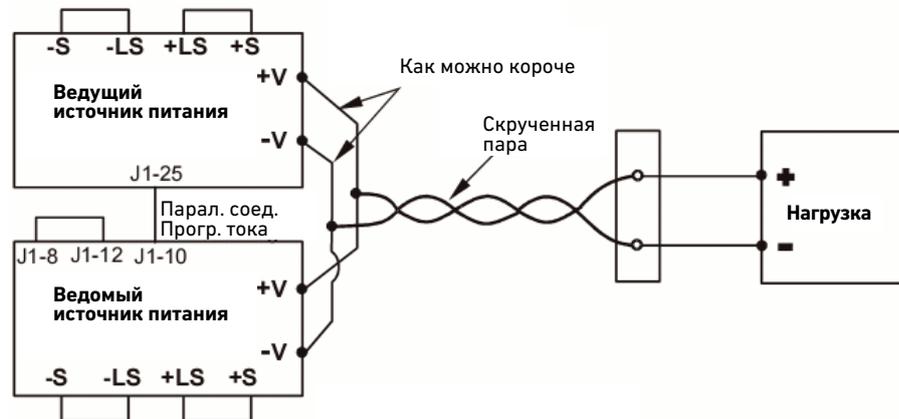
Существует также потенциальная опасность поражения электрическим током от разъемов IEEE/LAN/USB при использовании источников питания с номинальным выходным напряжением свыше 400 В постоянного тока (в том числе в сумме) с заземленной положительной клеммой. Запрещается заземлять положительную выходную клемму при использовании интерфейсов IEEE/LAN/USB в указанных выше обстоятельствах.

## Параллельное соединение

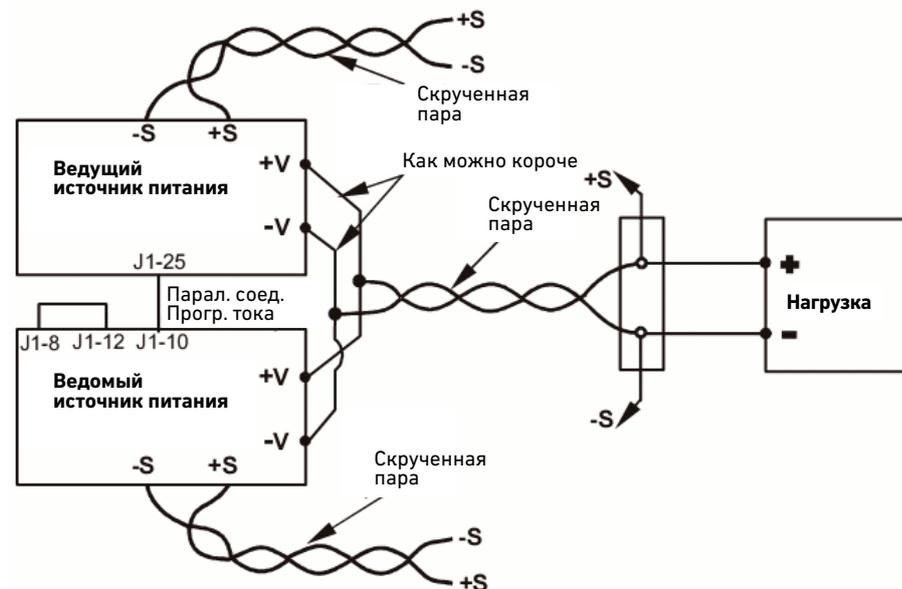
**ВНИМАНИЕ** Соединять параллельно можно только источники питания с одинаковыми номинальными напряжениями и токами.

Предусмотрено параллельное соединение до четырех источников с одинаковыми номинальными напряжениями и токами, что позволяет получать в четыре раза больший выходной ток по сравнению с одиночным источником. Типичные схемы параллельного соединения источников питания с местным и дистанционным измерением изображены ниже. На рисунках показаны два прибора, однако тот же метода соединения может использоваться и для большего числа приборов (максимум до четырех).

### Местное измерение



### Дистанционное измерение



Один из источников питания функционирует как ведущий, а остальные — как ведомые. Ведомые приборы работают в качестве источников тока, управляемых выходным током ведущего источника. При дистанционном управлении только ведущий прибор может программироваться с компьютера, а для ведомых приборов соединение с компьютером возможно только для считывания напряжения, тока и сигналов состояния.

Рекомендуется, чтобы каждый из источников выдавал не более чем 95% от номинального тока ввиду разбаланса, который может быть вызван падением напряжения в кабелях и на соединениях.

### Подготовка ведущего источника

Подсоедините измерительную цепь по схеме местного или дистанционного измерения, как показано на предыдущих рисунках. Установите на ведущем источнике выходное напряжение, соответствующее требуемому напряжению на нагрузке. Установите предельный ток равным требуемому предельному току нагрузки, деленному на число параллельно соединенных источников. При работе по данной схеме ведущий источник функционирует в режиме стабилизации напряжения, удерживая напряжение на нагрузке равным установленному значению выходного напряжения.

### Подготовка ведомых источников

Установите переключатель конфигурации SW1 №2 на задней панели в верхнее положение. Соедините контакт 10 («Программирование тока») разъема J1 ведомого источника с контактом 25 («Параллельное соединение») разъема J1 ведущего источника. Кроме того, замкните накоротко контакты 8 и 12 разъема J1. Выходное напряжение ведомых источников должно быть установлено большим, чем у ведущего источника, чтобы не создавать помехи управлению ведущим источником. Предельный ток каждого источника должен быть установлен равным требуемому предельному току нагрузки, деленному на число параллельно соединенных источников.

### Установка защиты от перегрузки по напряжению

Порог защиты от перегрузки по напряжению на ведущем источнике должен быть выставлен равным требуемому порогу. На ведомых источниках порог защиты от перегрузки по напряжению следует установить большим, чем на ведущем источнике. Когда ведущий источник отключается, он устанавливает нулевое выходное напряжение на ведомых источниках. При отключении ведомого источника, у которого порог защиты от перегрузки по напряжению меньше выходного напряжения ведущего источника, остальные ведомые источники не отключатся и будут поставлять все ток в нагрузку.

### Установка защиты от перегрузки по току

Защита от перегрузки по току, если она желательна, может использоваться только на ведущем источнике. Когда ведущий источник отключается, он устанавливает нулевое выходное напряжение на ведомых источниках.

### Последовательное соединение

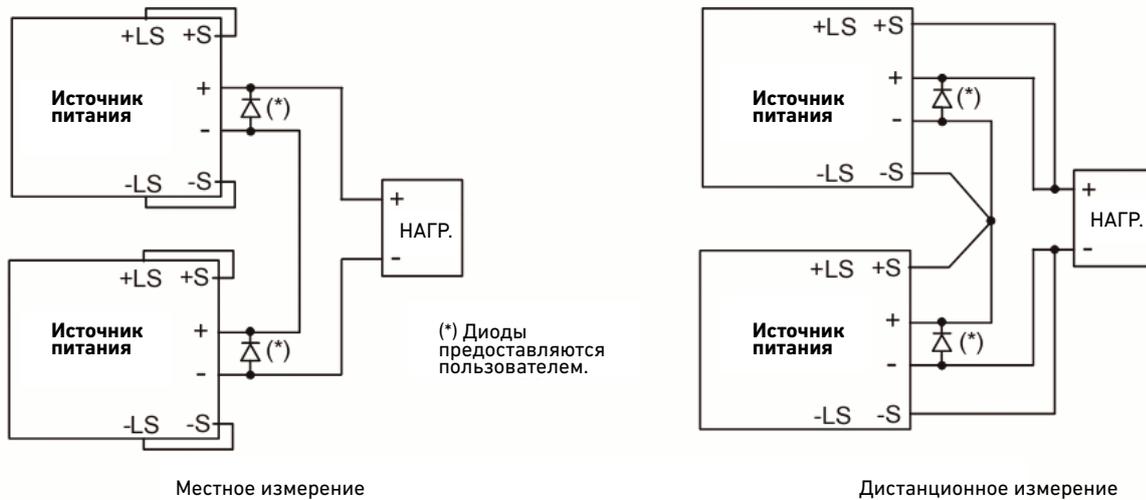
**ОСТОРОЖНО! ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ!** Для моделей на номинальное выходное напряжение до 60 В ни одна точка не должна иметь потенциал выше +60 В или ниже -60 В относительно шасси. Для моделей на номинальное выходное напряжение свыше 60 В ни одна точка не должна иметь потенциал выше +600 В или ниже -600 В относительно шасси.

Существует также потенциальная опасность поражения электрическим током от разъемов IEEE/LAN/USB при использовании источников питания с номинальным выходным напряжением свыше 400 В постоянного тока (в том числе в сумме) с заземленной положительной клеммой. Запрещается заземлять положительную выходную клемму при использовании интерфейсов IEEE/LAN/USB в указанных выше обстоятельствах.

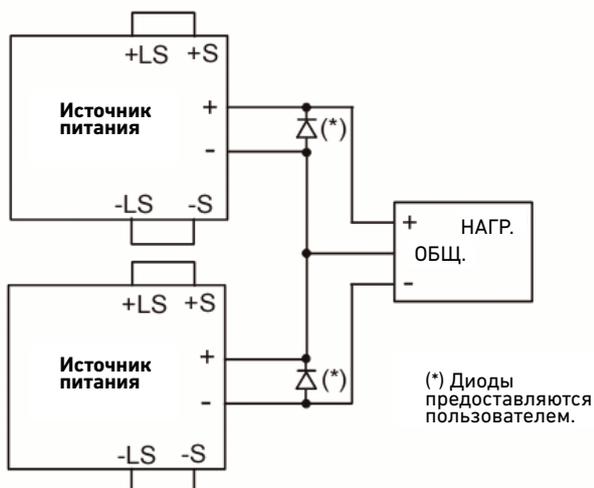
**ВНИМАНИЕ** Соединять последовательно можно только источники питания с одинаковыми номинальными напряжениями и токами.

Предусмотрено последовательное соединение двух источников с одинаковыми номинальными напряжениями и токами, что позволяет получать в два раза большее выходное напряжение по сравнению с одиночным источником. Поскольку ток, протекающий через каждый элемент последовательной цепи, одинаков, соединенные последовательно выходы должны иметь одинаковые номинальные токи. В противном случае выход с большим номинальным током может повредить выход с меньшим номинальным током, пропустив через него чрезмерно большой ток при некоторых состояниях нагрузки. Типичные схемы последовательного соединения источников питания с местным и дистанционным измерением изображены ниже.

Рекомендуется установить параллельно каждому выходу по диоду, чтобы избежать возникновения обратного напряжения в процессе запуска или при отключении одного из источников. Номинальное напряжение и ток диода должны быть как минимум равны номинальным выходному току и напряжению источника питания.



Ниже приведена типовая схема последовательного соединения источников питания, в которой один источник выдает положительное напряжение, а другой отрицательное.



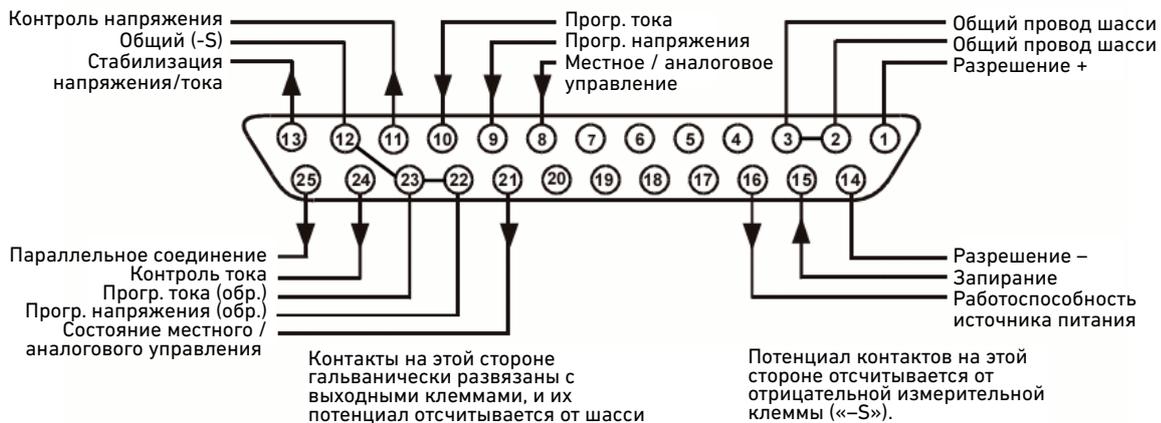
**ВНИМАНИЕ** Информация, приведенная в этой врезке, относится к аналоговому программированию напряжением последовательно соединенных источников питания. Напряжение в цепях аналогового программирования этих источников отсчитывается от потенциала отрицательной измерительной клеммы («-S»). Поэтому аналоговые цепи, напряжение которых используется для управления каждым из последовательно соединенных источников, должны быть разделены и «плавать» друг относительно друга.

#### Соединения разъема J1

**ОСТОРОЖНО! ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ!** При использовании источника питания с номинальным выходным напряжением выше 40 В на разъеме J1 могут присутствовать опасные для жизни напряжения. Убедитесь, что номинальное напряжение, на которое рассчитана изоляция провода, равно как минимум максимальному выходному напряжению источника питания.

Контакты для сигналов внешнего программирования и контроля расположены на разъеме J1. Источник питания комплектуется съемной вилкой, позволяющей легко выполнять проводные соединения. Использование этой вилки с пластиковым корпусом обязательно и обусловлено требованиями органов, отвечающих за безопасность. Если соединения выполняются экранированным проводом, экран следует соединять с винтом заземления на шасси источника питания.

Цоколевка разъема иллюстрируется на приведенном ниже рисунке. Описание контактов дано в гл. 1.



Вилка разъема J1 имеет следующие характеристики:

<b>Вилка:</b>	AMP, шифр компонента 745211-2
<b>Размер провода:</b>	AWG 26–AWG 22
<b>Инструмент для извлечения:</b>	AMP, шифр компонента 91232-1 (или эквивалент)
<b>Инструмент для захвата типа «пистолет»:</b>	Ручка: AMP, шифр компонента 58074 -1
<b>Головка:</b>	AMP, шифр компонента 58063-1

**ВНИМАНИЕ** Контакты 12, 22 и 23 разъема J1 имеет внутреннее соединение с отрицательной измерительной клеммой («-S») источника питания. Запрещается придавать какому-либо из этих контактов смещение относительно отрицательной выходной клеммы. Для аналогового программирования через разъем J1 следует использовать незаземленный источник с гальванической развязкой, чтобы предотвратить формирование контуров заземления и сохранить развязку с источником питания.

В главе 3 описываются способы подключения разъема J1 для программной установки выходного напряжения и тока.

## 3. Местное управление источником питания

Эта глава содержит примеры управления источником питания с передней панели. Материал главы включает описание процедуры проверки, которая позволяет убедиться, что источник питания функционирует надлежащим образом. Кроме того, приведены сведения об аналоговом программировании источника питания с использованием разъема J1.

Простые примеры, приведенные в этой главе, демонстрируют программирование следующих аспектов работы прибора:

- функции установки выходного напряжения и тока
- функции защиты
- функции включения и выключения выходов
- безопасный и автоматический перезапуск
- аналоговое программирование напряжения и тока
- блокировка передней панели

Информацию о программировании источника питания с использованием команд SCPI см. в гл. 4 и 5.

### Проверка при включении

#### Перед проверкой

Убедитесь, что источник питания подготовлен к работе следующим образом:

- Источник питания включен в сеть переменного тока, как описано в гл. 2.
- Выключатель питания (POWER) находится в положении «выключено» («Off»).
- Клеммы 1 и 2 измерительного разъема соединены перемычкой; клеммы 4 и 5 измерительного разъема соединены перемычкой.
- Все переключатели на разъеме J2 находятся в нижнем положении.

---

**ОСТОРОЖНО! ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ!** Имейте в виду, что на выходных клеммах может присутствовать опасное для жизни напряжение. Не устанавливайте выходное напряжение выше 40 В в ходе процедуры проверки при включении.

---

#### Проверка режима стабилизации напряжения

- Включите выключатель питания (POWER).
- Включите выход, нажав кнопку OUT ON. Должен загореться зеленый индикатор OUT ON.
- Кроме того, должен загореться зеленый индикатор CV. Если вместо этого горит индикатор CC, поверните ручку CURRENT, чтобы загорелся индикатор CV.
- Вращайте ручку VOLTAGE, наблюдая за индикатором DC VOLTS. При вращении ручки выходное напряжение должно изменяться. Диапазон изменения напряжения — от нуля до максимального номинального выходного напряжения для данной модели источника питания.

#### Проверка защиты от перегрузок по напряжению

- Поворотом ручки VOLTAGE установите выходное напряжение источника равным меньшему из двух значений — 50% от максимального выходного напряжения или 30 В.
- Нажмите один раз кнопку OVP/UVL, чтобы на индикаторе DC AMPS высветилась надпись «OUP». Индикатор DC VOLTS покажет значение порога защиты от перегрузки по напряжению.
- Поворотом ручки VOLTAGE установите порог защиты от перегрузки по напряжению равным меньшему из двух значений — 75% от максимального выходного напряжения или 40 В.
- Подождите несколько секунд, чтобы индикатор DC VOLTS вернулся к отображению выходного напряжения.
- Поворотом ручки VOLTAGE поднимите выходное напряжение до значения, равного установленному порогу защиты от перегрузки по напряжению. Убедитесь, что выходное напряжение не может быть установлено большим этого порога.
- Снова нажмите кнопку OVP/UVL. Поворотом ручки VOLTAGE установите максимальное значение порога защиты от перегрузки по напряжению.

### Проверка нижнего предела выходного напряжения

- Нажмите два раза кнопку OVP/UVL, чтобы на индикаторе DC AMPS высветилась надпись «UUL». Индикатор DC VOLTS покажет значение нижнего предела выходного напряжения.
- Поворотом ручки VOLTAGE установите нижний предел выходного напряжения равным меньшему из двух значений — 50% от максимального выходного напряжения или 30 В.
- Подождите несколько секунд, чтобы индикатор DC VOLTS вернулся к отображению выходного напряжения.
- Поворотом ручки VOLTAGE уменьшите выходное напряжение до значения, равного установленному нижнему пределу выходного напряжения. Убедитесь, что выходное напряжение не может быть установлено меньшим этого предела.
- Нажмите кнопку OVP/UVL два раза. Поворотом ручки VOLTAGE установите минимальное значение нижнего предела выходного напряжения.

### Проверка режима стабилизации тока

- Выключите выключатель питания (POWER). Подождите несколько секунд, чтобы погас индикатор сети (AC) на передней панели.
- Толстым проводом соедините накоротко выходные клеммы «+V» и «-V».
- Включите выключатель питания (POWER).
- Включите выход, нажав кнопку OUT ON. Должен загореться зеленый индикатор OUT ON. Кроме того, должен загореться зеленый индикатор CC.
- Вращайте ручку VOLTAGE, наблюдая за индикатором DC AMPS. При вращении ручки выходной ток должен изменяться. Диапазон изменения тока — от нуля до максимального номинального выходного тока для данной модели источника питания.

### Проверка защиты от перегрузок по току

- Поворотом ручки CURRENT установите предельный ток источника равным примерно 10% от максимального номинального тока.
- Нажмите кнопку OCP/488. В результате должна сработать защита от перегрузки по току. При этом должен загореться индикатор OCP, на индикаторе DC VOLTS должна высветиться надпись «OCP», а индикатор Alarm должен замигать.
- Повторно нажмите кнопку OCP/488, чтобы отключить защиту от перегрузки по току. На индикаторе DC VOLTS должна высветиться надпись «OFF», поскольку защита от перегрузки по току имеет фиксацию.
- Нажмите кнопку OUT ON, чтобы сбросить защиту от перегрузки по току. Выход должен вернуться к прежнему состоянию.
- Выключите выключатель питания (POWER).
- Снимите перемычку, замыкающую выходные клеммы «+V» и «-V».

## Нормальная работа

Источник питания имеет два основных режима работы: режим стабилизации напряжения и режим стабилизации тока. В режиме стабилизации напряжения источник питания стабилизирует выходное напряжение на установленном значении, а ток изменяется в зависимости от нагрузки. В режиме стабилизации тока источник питания стабилизирует выходной ток на установленном значении, а напряжение изменяется в зависимости от нагрузки. Режим, в котором источник питания работает в каждый конкретный момент времени, зависит от установленного напряжения, установленного предельного тока и сопротивления нагрузки.

### Режим стабилизации напряжения

Когда источник питания работает в режиме стабилизации напряжения, на передней панели светится индикатор CV.

Регулировка выходного напряжения может производиться как при включенном (On), так и при отключенном (Off) выходе. Когда выход включен, для установки выходного напряжения достаточно повернуть ручку VOLTAGE.

Когда выход отключен, необходимо нажать кнопку LIMIT, а затем повернуть ручку VOLTAGE. Установленное значение напряжения будет отображаться на индикаторе DC VOLTS в течение 5 секунд после завершения регулировки, после чего на индикаторе высветится надпись «OFF».

Для ручки VOLTAGE можно установить режим грубой или точной регулировки. Для точной регулировки нажмите кнопку FINE. При этом загорится индикатор FINE.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Если установить требуемое напряжение не удастся, это может означать, что достигнут предельный ток источника питания. Проверьте состояние нагрузки и установленное значение предельного тока. Кроме того значение напряжения нельзя установить меньшим, чем установленный нижний предел выходного напряжения плюс примерно 5% или порог защиты от перегрузки по напряжению минус примерно 5%.

---

#### Режим стабилизации тока

Когда источник питания работает в режиме стабилизации тока, на передней панели светится индикатор CC.

Регулировка выходного тока может производиться как при включенном (On), так и при отключенном (Off) выходе. Когда выход включен, и источник находится в режиме стабилизации тока, для установки предельного тока достаточно повернуть ручку CURRENT. Если источник находится в режиме стабилизации напряжения, необходимо нажать кнопку LIMIT, а затем повернуть ручку CURRENT. Установленное значение тока будет отображаться на индикаторе DC AMPS в течение 5 секунд после завершения регулировки, после чего на индикаторе высветится фактическое значение выходного тока.

Когда выход отключен, необходимо нажать кнопку LIMIT, а затем повернуть ручку CURRENT. Установленное значение тока будет отображаться на индикаторе DC AMPS в течение 5 секунд после завершения регулировки, после чего индикатор погаснет, поскольку выход выключен.

Для ручки CURRENT можно установить режим грубой или точной регулировки. Для точной регулировки нажмите кнопку FINE. При этом загорится индикатор FINE.

#### Переход между режимами стабилизации тока и напряжения

Если источник питания находится в режиме стабилизации напряжения, и ток нагрузки превышает установленное значение предельного тока, источник питания переключается в режим стабилизации тока. Когда ток нагрузки становится ниже установленного значения предельного тока, источник питания переключается обратно в режим стабилизации напряжения.

#### Сигнал стабилизации напряжения/тока

---

**ВНИМАНИЕ** Не подавайте сигнал стабилизации напряжения/тока на источник напряжения, превышающего 30 В постоянного тока. Всегда подавайте сигнал стабилизации напряжения/тока на источник напряжения через подключенный последовательно резистор, чтобы потребляемый ток был менее 10 мА.

---

Сигнал стабилизации напряжения/тока, выводимый на разъем J1, сообщает о режиме работы источника питания. Выход сигнала стабилизации напряжения/тока (контакт 13 разъема J1) представляет собой выход с открытым коллектором, параллельно которому включен стабилитрон на 30 В. Общим проводом служит контакт 12, имеющий внутреннее соединение с измерительной клеммой «-S». Когда источник питания работает в режиме стабилизации напряжения, выход сигнала стабилизации напряжения/тока разомкнут. Когда источник питания работает в режиме стабилизации напряжения, на выходе сигнала стабилизации напряжения/тока присутствует низкий уровень (0–0,6 В) с максимальным потребляемым током 10 мА.

## Функции защиты

### Защита от перегрузки по напряжению

Функция защиты от перегрузки по напряжению предохраняет от установления на выходе напряжений, превышающих заданный предел. Если в какой-то момент выходное напряжение превысит установленный предел в ответ на сигнал аналогового программирования или из-за сбоя источника питания, цепь защиты от перегрузки по напряжению защитит нагрузку, отключив выход. Контроль напряжения осуществляется на измерительных клеммах, обеспечивая защиту непосредственно на уровне нагрузки. После выявления перегрузки по напряжению выход отключается, на цифровом индикаторе высвечивается надпись «OVP», начинает мигать индикатор PROT, а в регистре условий сомнительного статуса устанавливается бит OV. Регулировка порога защиты от перегрузки по напряжению может производиться как при включенном (On), так и при отключенном (Off) выходе. Чтобы установить порог защиты от перегрузки по напряжению, нажмите кнопку OVP/UVL, чтобы на цифровом индикаторе высветилась надпись OUP. На индикаторе будет отображено текущее значение порога защиты от перегрузки по напряжению. Установите требуемое значение порога вращением ручки VOLTAGE. На цифровом индикаторе высветится надпись «OUP» и в течение 5 секунд будет отображаться установленное значение порога защиты от перегрузки по напряжению, после чего индикатор вернется в прежнее состояние.

Порог защиты от перегрузки по напряжению не может быть установлен меньшим, чем установленное значение выходного напряжения плюс примерно 5%. Попытка установить порог ниже этого значения не даст результатов. Максимальные значения порога защиты от перегрузки по напряжению см. в приложении А.

Сброс цепи защиты от перегрузки по напряжению после ее срабатывания производится одним из перечисленных ниже способов. Если ситуация, вызвавшая срабатывание защиты, по-прежнему имеет место, цепь защиты снова отключит выход.

- Нажмите кнопку OUT ON, чтобы включить выход.
- Выключите источник питания, подождите несколько секунд и снова включите его.
- Выключите и снова включите выход при помощи контакта «Запирание» разъема J1. Это относится только к режиму автоматического перезапуска.
- Если защита от перегрузки по напряжению продолжает срабатывать, попытайтесь установить выходное напряжение меньшим установленного порога или повысить порог.

### Нижний предел напряжения

Нижний предел напряжения предотвращает установление на выходе напряжения, меньшего заданного значения. Сочетание нижнего и верхнего пределов напряжения позволяет создать «окно защиты» для чувствительных цепей нагрузки. Регулировка нижнего предела выходного напряжения может производиться как при включенном (On), так и при отключенном (Off) выходе. Чтобы установить нижний предел выходного напряжения, нажмите кнопку OVP/UVL, чтобы на цифровом индикаторе высветилась надпись «UUL». На цифровом индикаторе высветится текущее значение нижнего предела выходного напряжения. Установите требуемое значение нижнего предела вращением ручки VOLTAGE. На цифровом индикаторе высветится надпись «UUL» и в течение 5 секунд будет отображаться установленное значение верхнего предела напряжения, после чего индикатор вернется в прежнее состояние.

Нижний предел напряжения не может быть установлен большим, чем установленное значение выходного напряжения плюс примерно 5%. Попытка установить нижний предел напряжения выше этого значения не даст результатов. Минимальное значение нижнего предела напряжения равняется нулю.

### Защита от перегрузки по току

Функция защиты от перегрузки по току отключает выход источника питания, если ток нагрузки превышает заданное предельное значение. Это полезно в случаях, когда нагрузка чувствительна к превышению тока.

Чтобы включить защиту от перегрузки по току, нажмите кнопку OCP/488, чтобы загорелся индикатор OCP. После этого переход из режима стабилизации напряжения в режим стабилизации тока будет вызывать срабатывание защиты от перегрузки по току. После выявления перегрузки по току выход отключается, на цифровом индикаторе высвечивается надпись «OCP», начинает мигать индикатор PROT, а в регистре условий сомнительного статуса устанавливается бит OC. Сброс цепи защиты от перегрузки по току после ее срабатывания производится одним из перечисленных ниже способов. Если ток нагрузки по-прежнему выше установленного предела, защита от перегрузки по току сработает снова.

- Нажмите кнопку OUT ON, чтобы включить выход.
- Выключите юьюьюьюьюисточник питания, подождите несколько секунд и снова включите его.
- Выключите и снова включите выход при помощи контакта «Запирание» разъема J1. Это относится только к режиму автоматического перезапуска.
- Повторно нажмите кнопку OCP/488, чтобы отключить защиту от перегрузки по току. На цифровом индикаторе будет отображаться надпись «OFF», поскольку произошло защита от перегрузки по току работает с фиксацией. Нажмите кнопку OUT ON, чтобы сбросить защиту от перегрузки по току. Если действовать этим методом, защита от перегрузки по току будет отключена. Если ток нагрузки по-прежнему выше установленного предельного тока, источник питания будет лишь стараться ограничить ток н агрузки данным значением.

### Защита от перегрева

Цель защиты от перегрева отключает источник питания, чтоб температура внутренних компонентов не превысила безопасную. Это может произойти в результате отказа вентилятора. При обнаружении перегрева выход отключается, на цифровом индикаторе высвечивается надпись «O7P», начинает мигать индикатор PROT, а в регистре условий сомнительного статуса устанавливается бит OT. Сброс защиты от перегрева может происходить автоматически (без фиксации) или вручную (с фиксацией) в зависимости то того, работает ли источник в режиме безопасного или автоматического перезапуска.

В режиме безопасного перезапуска цепь защиты от перегрева работает с фиксацией. На цифровом индикаторе продолжает отображаться надпись «O7P», а индикатор PROT продолжает мигать. Чтобы сбросить цепь защиты от перегрева, нажмите кнопку OUT ON.

В режиме автоматического перезапуска цепь защиты от перегрева работает без фиксации. Источник питания автоматически возвращается к предыдущим настройкам при устранении пере грева.

### Защита от сбоя электропитания

При кратковременном сбое электропитания, когда напряжение восстанавливается прежде, чем сбросится источник питания, срабатывает защита от сбоя электропитания, и в регистре условий сомнительного статуса устанавливается бит PF. Сброс защиты от сбоя электропитания может происходить автоматически (без фиксации) или вручную (с фиксацией) в зависимости то того, работает ли источник в режиме безопасного или автоматического перезапуска. В режиме безопасного перезапуска при восст ановлении напряжения сети выход источника питания — это задается состоянием после сброса. В режиме автоматического перезапуска источник питания при восстановлении напряжения сети возвращается к последним действовавшим настройкам.

### Блокировка передней панели

Органы управления передней панели могут быть заблокированы для защиты от случайного изменения параметров источника питания. Для включения и отключения блокировки передней панели нажмите и удерживайте кнопку LIMIT. На индикаторе будут попеременно отобража ться надписи «LFP» (передняя панель заблокирована) и «UFP» (передняя панель разблокирована). Если отпустить кнопку LIMIT в момент, когда на индикаторе будет отображаться символ одного из режимов, соответствующий режим будет выбран.

**Когда передняя панели разблокирована**, находящиеся на ней органы управления активны и позволяют устанавливать и просматривать параметры установки питания.

**Когда передняя панель заблокирована** ручки VOLTAGE и CURRENT, кнопка OCP/488 и кнопка OUT ON неактивны.

**Источник** питания не будет реагировать на попытки манипулировать этими органами управления. На цифровом индикаторе будет отображаться надпись «LFP», сигнализирующая о том, что передняя панель заблокирована. Кнопка OVP/UVL остается активной, позволяя просматривать установленные з начения верхнего и нижнего пределов напряжения. Кнопка LIMIT также остается активной, позволяя просматривать установленные значения выходного напряжения и тока, а также разблокировать переднюю панель.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Эта функция работает независимо от команды S CPI SYST:COMM:RLST. Если передняя панель была заблокирована с передней панели, она не может быть разблокирована командой SYST:COMM:RLST. И наоборот, если передняя панель была заблокирована командой SYST:COMM:RLST, она не может быть разблокирована с передней панели.

### Включение и выключение выхода

Включать и выключать выход источника питания можно при помощи кнопки OUT ON на передней панели или разъема J1 на задней панели. Когда выход выключен, можно изменять параметры источника питания или нагрузку без выключения источника питания.

### Кнопка OUT ON

Нажатием кнопки OUT ON можно в любой момент включать и выключать выход источника питания. Когда выход отключен, на выходе устанавливаются нулевые напряжение и ток, а на цифровом индикаторе отображается надпись «OFF».

### Безопасный и автоматический перезапуск

Источник питания может работать в режиме автоматического перезапуска (Auto - Restart), когда при включении восстанавливаются последние настройки, или в режиме безопасного перезапуска (Safe -Start), когда при включении устанавливаются настройки после сброса. Для переключения между режимами автоматического и безопасного перезапуска нажмите и удерживайте кнопку OUT ON. Каждые три секунды на цифровом индикаторе будут сменять друг друга надписи «SAF» (режим безопасного запуска) и «AUT» (режим автоматического перезапуска). Если отпустить кнопку OUT ON в момент, когда на индикаторе будет отображаться надпись одного из режимов, соответствующий режим будет выбран.

**В режиме безопасного перезапуска** источник питания включается с настройками, действующими после команды сброса (см. раздел «\*RST» главы 5). Выход отключен, а выходные напряжение и ток равны нулю. Это заводские настройки.

**В режиме автоматического перезапуска** источник питания включается с настройками, которые были сохранены при его выключении (см. ниже). При этом выход включен или отключен в зависимости от того, каким его было последнее установленное состояние.

Состояние выхода	Нижний предел напряжения
Выходное напряжение	Предельный ток
Выходной ток	Состояние блокировки передней панели
Порог защиты от перегрузки по напряжению	Режим запуска

### Контакты запираения выхода

На разъеме J1 имеются контакты запираения выхода, позволяющие включать и отключать выход источника питания. Эта функция срабатывает по перепаду напряжения. Запирающим входом является контакт 15 разъема J1, а контакты 2 и 3, имеющие внутреннее соединение, служат общим сигнальным проводом. Все контакты имеют оптическую развязку с выходом источника питания. Для включения и отключения выхода на запирающий вход можно посылать сигнал напряжением 2,5–15 В или замыкать и размыкать соединенный с ним контакт. Логика управления запираением выбирается с помощью переключателя конфигурации SW1 №5.

При переходе между состояниями «вкл.» и «откл.» на запирающем входе (контакт 15 разъема J1) функция запираения включает или отключает выход в соответствии с уровнем поданного на сигнала или состоянием соединенного с ним контакта. Если выход был отключен функцией запираения, на цифровом индикаторе отображается надпись «SO», сигнализирующая об отключении входа.

Чтобы включить вход после его отключения, необходимо сначала отключить запирающий сигнал. В режиме автоматического перезапуска нормальная работа будет возобновлена автоматически. В режиме безопасного перезапуска функция запираения работает с фиксацией. Для возобновления нормальной работы необходимо также нажать кнопку OUT ON или передать команду `OUTPut:PROTection:CLEar`.

Функция запираения может использоваться для отключения нескольких источников питания по цепочке, как описано далее в этой главе. Она также может использоваться для сброса защиты от перегрузки по напряжению и току, как описано выше.

Переключатель SW1 №5	Уровень запирающего сигнала	Выход	Индикатор
Вниз (по умолчанию)	2–15 В или разомкнутый контакт	Вкл.	Напряжение/ток
	0–0,4 В или замкнутый контакт	Откл.	SO
Вверх	2–15 В или разомкнутый контакт	Откл.	SO
	0–0,4 В или замкнутый контакт	Вкл.	Напряжение/ток

**ПРИМЕЧАНИЕ** Поскольку эта функция срабатывает по переходу, срабатывание может происходить не при каждом изменении состояния. Например, после включения источника питания выход не будет отключен функцией запираения, если запирающий вход находится в состоянии, соответствующем выключенному выходу. Это обусловлено тем, чем источник не зафиксировал переход из состояния «вкл.» в состояние «откл.».

### Контакты разрешения и запрета

**ВНИМАНИЕ** Во избежание повреждения прибора запрещается соединять контакты «Разрешение +» или «Разрешение -» с положительной или отрицательной выходными клеммами.

На разъеме J1 имеются контакты разрешения и запрета, позволяющие включать и отключать выход источника питания. **Эта функция срабатывает по уровню напряжения.** Для работы с ней достаточно включить переключатель или реле между контактами 1 и 14 разъема J1. Активация функции производится переключателем конфигурации SW1 №9.

При размыкании контактов выход отключается. Когда выход отключен, на передней панели мигает индикатор PROT. Чтобы включить выход после его отключения, необходимо соединить между собой контакты «Разрешение +» и «Разрешение -». В режиме автоматического перезапуска нормальная работа будет возобновлена автоматически. В режиме безопасного перезапуска функция разрешения/запрета работает с фиксацией. Для возобновления нормальной работы необходимо также нажать кнопку OUT ON или передать команду OUTPUT:PROTECTION:CLEAR.

Переключатель SW1 №9	Контакты «ЗАП+»/ «ЗАП-»	Выход	Цифровой индикатор	Индикатор PROT
Вниз (по умолчанию)	Не активны	Вкл.	Напряжение/ток	Выкл.
Вверх	Разомкнуты	Откл.	ENA	Мигание
	Закорочены	Вкл.	Напряжение/ток	Выкл.

### Сигнал работоспособности источника питания

Сигнал работоспособности источника питания на разъеме J1 сообщает состояние ошибки источника питания. Оно представляет собой TTL-сигнал и выводится на контакт 16 разъема J1. Контакты 2 и 3, имеющие внутреннее соединение, служат общим сигнальным проводом. Все контакты имеют оптическую развязку с выходом источника питания. Если ошибки нет, сигнал работоспособности источника питания имеет высокий уровень с максимальным током источника 2 мА. Когда возникает ошибка, сигнал работоспособности источника питания приобретает высокий уровень с максимальным потребляемым током 1 мА. Низкий уровень сигнала работоспособности источника питания появляется при следующих ошибках:

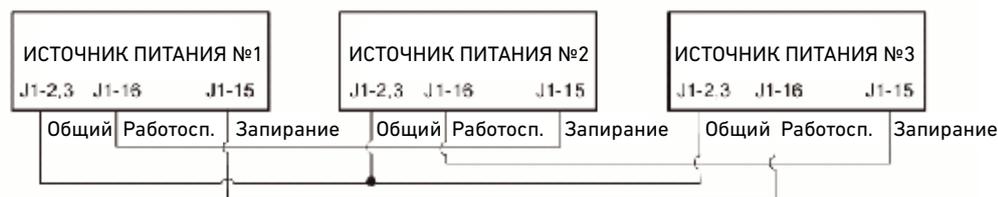
Защита от перегрузки по напряжению	Сигнал разрешения/запрета активен
Защита от перегрузки по току	Запирающий сигнал активен
Защита от перегрева	Ошибка дистанционного интерфейса
Сбой электропитания	Выход выключен

### Отключение выходов по цепочке

Систему из нескольких источников питания можно настроить так, чтобы при возникновении ошибки в одном из приборов отключались все приборы. Для отключения выходов по цепочке необходимо, чтобы переключатель конфигурации SW1 №5 находился в нижнем положении. Положение остальных переключателей не имеет значения.

Если в одном из приборов возникает ошибка, сигнал работоспособности соответствующего прибора приобретает низкий уровень, и на цифровом индикаторе данного прибора появляется сообщение об ошибке. После этого отключаются остальные приборы, и на их цифровых индикаторах появляется надпись «SO». После сброса состояния ошибки все приборы возобновляют работу в соответствии с тем, какой режим на них установлен — безопасного запуска или автоматического перезапуска.

На следующем рисунке показано три прибора, соединенных в цепочку; тот же метод соединения может использоваться и для большего количества приборов. Напряжение сигналов запираения и работоспособности источника питания отсчитывается от общего провода шасси (контакты 2 и 3 разъема J1).



### Аналоговое программирование выходных напряжения и тока

**ВНИМАНИЕ** Контакты 12, 22 и 23 разъема J1 имеют внутреннее соединение с отрицательной измерительной клеммой. Запрещается соединять эти контакты с какими-либо другими клеммами, кроме отрицательной измерительной клеммы — это может привести к повреждению источника питания.

В обычном режиме программирования выходные напряжение и ток устанавливаются при помощи ручек VOLTAGE и CURRENT на передней панели или по дистанционному интерфейсу. В аналоговом режиме программирования выходные напряжение и ток программируются внешним аналоговым напряжением или сопротивлением внешних резисторов, соединенных с разъемом J1 на задней панели.

На разъем J1 выведены также сигналы для контроля выходного напряжения и тока. Диапазон изменения задающего напряжения и сопротивления, а также диапазон изменения контрольного напряжения устанавливается переключателем конфигурации SW1.

**ПРИМЕЧАНИЕ** В аналоговом режиме программирования установка выходного напряжения с передней панели и по дистанционному интерфейсу невозможна. При этом остается возможность считывания выходного напряжения и тока с передней панели и по дистанционному интерфейсу.

### Контакты аналогового программирования

Выбор обычного или аналогового режима программирования выходного напряжения и тока производится подачей TTL-сигнала на контакт 8 разъема J1 или замыканием и размыканием соединенного с ним выключателя (общим проводом для него является контакт 12). Включение и отключение этой функции производится переключателями конфигурации SW1 №1 и 2.

Контакт 21 разъема J1 представляет собой выход с открытым коллектором, состояние которого сигнализирует о текущем режиме программирования источника питания (обычный или аналоговый). Для использования этого выхода подсоедините нагрузочный резистор к источнику постоянного напряжения (максимум 30 В). Номинал резистора следует выбрать таким, чтобы потребляемый ток при низком уровне на выходе составлял менее 5 мА.

Переключатели SW1 №1 и 2	Функция контакта 8 разъема J1	Сигнал на контакте 21 разъема J1	Режим программирования
Оба вниз (по умолчанию)	Не имеет значения	Разомкнуто	Обычный
Один или оба вверх	0 или замкнуто 1 или разомкнуто	0–0,6 В Разомкнуто	Аналоговый Обычный

### Программирование выходного напряжения и тока напряжением

**ВНИМАНИЕ** Чтобы сохранить гальваническую развязку источника питания и предотвратить возникновение контуров заземления, для аналогового программирования прибора следует использовать источник задающего напряжения с гальванической развязкой.

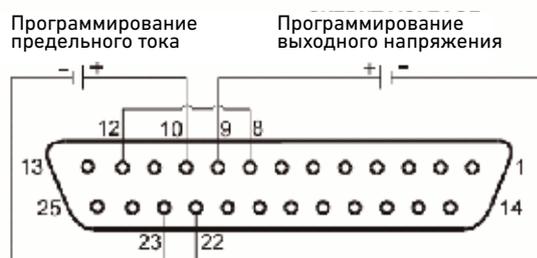
Программирование выходного напряжения и тока в диапазоне от 0 до максимальных значений может осуществляться при помощи источников задающего напряжения 0–5 В или 0–10 В. Порядок настройки источника питания для аналогового программирования следующий:

- Убедитесь, что источник питания выключен.
- Установите переключатели конфигурации SW1 №1 (для напряжения) и 2 (для тока) в верхнее положение.
- Установите переключатель конфигурации SW1 №3 в соответствии с приведенной ниже таблицей для выбора диапазона задающих напряжений.

- Убедитесь, что переключатели конфигурации SW1 №7 и 8 установлены в нижнее положение.
- Соедините между собой контакты 8 и 12 разъема J1 (см. рисунок).
- Подсоедините источники задающего напряжения к вилке разъема J1, как показано на следующем рисунке, соблюдая полярность.
- Установите требуемые величины задающих напряжений и включите источник питания. Изменение выходных напряжений и тока источника питания производится путем изменения соответствующих задающих напряжений.

Цепи аналогового управления позволяют устанавливать выходное напряжение и предельный ток на 5% выше номинального максимума для данной модели. При этом источник питания будет работать в расширенном диапазоне напряжений и токов. Тем не менее, превышать номинальные параметры источника питания не рекомендуется, и характеристики прибора в области превышения не гарантируются.

Переключатель SW1 №3	Программирование напряжения (контакт 9 разъема J1)	Программирование тока (контакт 10 разъема J1)
Вниз (по умолчанию)	0–5 В	0–5 В
Вверх	0–10 В	0–10 В



### Программирование выходных напряжений и тока сопротивлением

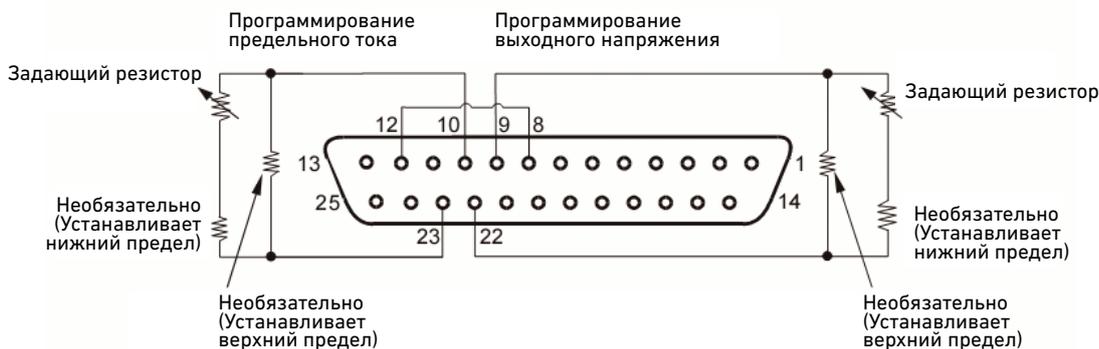
Программирование выходного напряжения и тока в диапазоне от 0 до максимального значения может осуществляться при помощи резисторов сопротивлением 0–5 кОм или 0–10 кОм. Внутренние источники тока пропускают через внешние резисторы ток, равный 1 мА. Падение напряжения на резисторах используется как задающее напряжение для источника питания. Для сохранения номинальной температурной стабильности источника питания следует использовать только высокостабильные малощумящие резисторы с температурным коэффициентом менее  $50 \cdot 10^{-6}$ .

Порядок настройки источника питания для программирования сопротивлением следующий:

- Убедитесь, что источник питания выключен.
- Установите переключатели конфигурации SW1 №1 (для напряжения) и 2 (для тока) в верхнее положение.
- Установите переключатель конфигурации SW1 №3 в соответствии с приведенной ниже таблицей для выбора диапазона задающих сопротивлений.
- Установите переключатели конфигурации SW1 №7 (для напряжения) и 8 (для тока) в верхнее положение, чтобы разрешить программирование сопротивлением.
- Соедините между собой контакты 8 и 12 разъема J1 (см. рисунок).
- Подсоедините задающие резисторы к вилке разъема J1, как показано на следующем рисунке. При помощи переменного резистора можно изменять выходное напряжение или ток во всем диапазоне, а сочетание переменного и постоянного резисторов позволяет варьировать соответствующий параметр в некоторой части диапазона.
- Установите требуемое сопротивление задающих резисторов и включите источник питания. Изменение выходных напряжений и тока источника питания производится путем изменения сопротивлений задающих резисторов.

Цепи аналогового управления позволяют устанавливать выходное напряжение и предельный ток на 5% выше номинального максимума для данной модели. При этом источник питания будет работать в расширенном диапазоне напряжений и токов. Тем не менее, превышать номинальные параметры источника питания не рекомендуется, и характеристики прибора в области превышения не гарантируются.

Переключатель SW1 №3	Программирование напряжения (контакт 9 разъема J1)	Программирование тока (контакт 10 разъема J1)
Вниз (по умолчанию)	0–5 кОм	0–5 кОм
Вверх	0–10 кОм	0–10 кОм



### Внешний контроль выходных напряжения и тока

На разъем J1 также выведены сигналы для контроля выходных напряжения и тока. Выбор диапазона напряжений контрольных сигналов (0–5 В или 0–10 В) производится переключателем конфигурации SW1 №4. Контрольные сигналы отслеживают изменение выходных напряжения и тока от 0 до 100% номинального значения. Последовательное сопротивление контрольных выходов равно 500 Ом. Убедитесь, что входное сопротивление измерительной цепи превышает 500 кОм — в противном случае снизится точность.

Переключатель SW1 №4	Диапазон напряжений	Контакт для снятия сигнала	Функция сигнала
Вниз (по умолчанию)	0–5 В Контакт 24 разъема J1	Контакт 11 разъема J1 Контроль тока	Контроль напряжения
Вверх	0–10 В Контакт 24 разъема J1	Контакт 11 разъема J1 Контроль тока	Контроль напряжения

Общим сигнальным проводом для контактов 11 и 24 разъема J1 является контакт 12 того же разъема.

## 4. Дистанционное управление источником питания

В этой главе содержатся сведения о настройке трех дистанционных интерфейсов, разъемы которых имеются на задней панели прибора. В большинстве случаев можно подключить источник питания по любому из этих интерфейсов и приступить к работе с минимальной затратой времени на настройку.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Подробные сведения о настройке дистанционных интерфейсов даны 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.

В настоящей главе дается также краткое введение в язык программирования SCPI. SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) — это язык программирования, предназначенный для управления функциями контрольно-измерительных приборов по интерфейсу GPIB. Язык SCPI реализован на базе аппаратной части IEEE 488.2. Одни и те же команды и параметры SCPI управляют одинаковыми функциями в разных классах приборов.

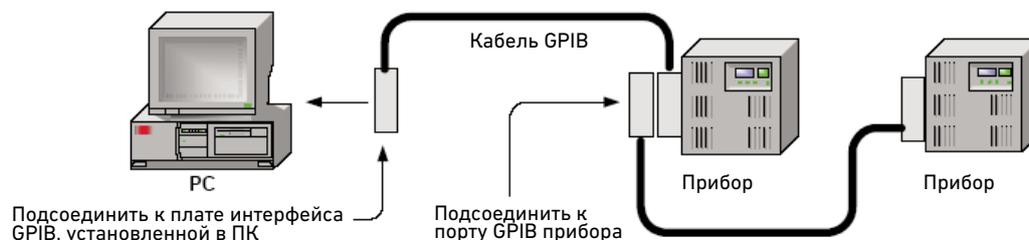
### Подключение по дистанционным интерфейсам

Источники питания Keysight N5700 поддерживают дистанционное управление по трем интерфейсам: GPIB, USB и LAN. Все три интерфейса являются активными при включении устройства.

### Интерфейс GPIB

**ПРИМЕЧАНИЕ** Подробную информацию о подключении по интерфейсу GPIB см. в руководстве по подключению прибора по интерфейсам 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.

Приведенная ниже процедура позволит быстро приступить к подключению прибора по шине GPIB. На следующем рисунке изображена типовая система с интерфейсом GPIB.

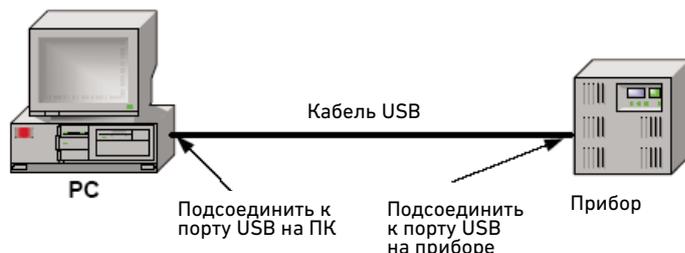


1. Если вы еще этого не сделали, установите пакет библиотек ввода-вывода Keysight IO Libraries Suite с компакт-диска с программным обеспечением для автоматизации, идущего в комплекте с изделием.
2. Если в вашем компьютере не установлена плата интерфейса GPIB, выключите компьютера и установите плату GPIB.
3. Подсоедините прибор к плате интерфейса GPIB при помощи кабеля GPIB.
4. Пользуясь служебной программой Connection Expert из пакета библиотек Keysight IO Libraries Suite, настройте параметры установленной платы интерфейса GPIB.
5. В заводской поставке адрес GPIB установлен равным 5. Если необходимо изменить адрес GPIB, воспользуйтесь меню передней панели.
  - Нажмите кнопку OCP/488 и удерживайте ее нажатой в течение трех секунд. На индикаторе DC VOLTS высветится текущий адрес GPIB.
  - Установите требуемый адрес GPIB вращением ручки VOLTAGE. Диапазон адресов GPIB — от 0 до 30.
6. Теперь можно использовать функцию интерактивного ввода-вывода в программе Connection Expert для связи с прибором или создавать программы для инструмента в различных средах программирования.

## Интерфейс USB

**ПРИМЕЧАНИЕ** Подробную информацию о подключении по интерфейсу USB см. в руководстве по подключению прибора по интерфейсам 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.

Приведенная ниже процедура позволит быстро приступить к подключению прибора по шине USB. На следующем рисунке изображена типовая система с интерфейсом USB.



1. Если вы еще этого не сделали, установите пакет библиотек ввода-вывода Keysight IO Libraries Suite с компакт-диска с программным обеспечением для автоматизации, идущего в комплекте с изделием.
2. Соедините прибор с портом USB на компьютере.
3. После запуска служебной программы Connection Expert с компакт-диска с пакетом библиотек ввода-вывода Keysight IO Libraries Suite компьютер автоматически распознает прибор. Это может занять несколько секунд. После распознавания прибора компьютер отобразит псевдоним VISA, строку IDN и адрес VISA. Эта информация находится в папке USB.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Адрес VISA имеет вид `USB0::2391::2055::serialnumber::0:INSTR`, где 2391 — это код Keysight, 2055 — код N5700, а serialnumber — 10-значный серийный номер, указанный на этикетке на боковой панели прибора.

4. Теперь можно использовать функцию интерактивного ввода-вывода в программе Connection Expert для связи с прибором или создавать программы для инструмента в различных средах программирования.

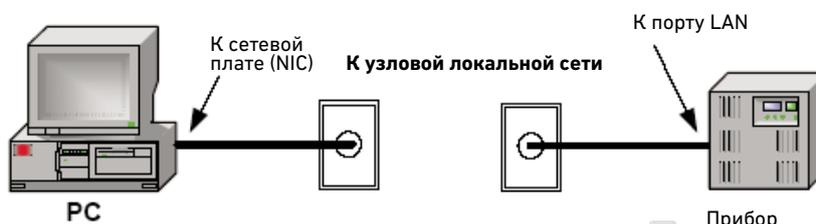
## Интерфейс LAN

**ПРИМЕЧАНИЕ** Подробную информацию о подключении по интерфейсу LAN см. в руководстве по подключению прибора по интерфейсам 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.

Приведенная ниже процедура позволит быстро приступить к подключению прибора к локальной сети и настройке сетевых параметров. В данном разделе рассматривается два типа локальных сетей: узловые сети и частные сети.

### Подключение к узловой локальной сети

Узловая локальная сеть — это локальная сеть, в которой приборы и компьютеры, поддерживающие интерфейс LAN, подключены к сети через маршрутизаторы, концентраторы и/или коммутаторы. Обычно это крупные сети с централизованным управлением, включающие такие службы, как DHCP и DNS.



1. Если вы еще этого не сделали, установите пакет библиотек ввода -вывода Keysight IO Libraries Suite с компакт-диска с программным обеспечением для автоматизации, идущего в комплекте с изделием.
2. Подключите прибор к узловой локальной сети. Если в вашей сети имеется DHCP-сервер и используется динамическая служба DNS, прибор автоматически получит IP-адрес из сети. Это может занять до одной минуты. Кроме того, на динамическом DNS -сервере будет зарегистрировано имя хоста для прибора. Это заданное по умолчанию имя хоста можно будет затем использовать для связи с прибором.
3. После настройки интерфейса LAN на передней панели загорится индикатор LAN. Если связаться с прибором не удастся, убедитесь, что введен действительный IP-адрес. Для просмотра IP-адреса нажмите кнопку LAN на передней панели.

**ПРИМЕЧАНИЕ** В заводской поставке каждому источнику питания Keysight N5700 присваивается имя хоста по умолчанию в формате А—<номер модели>-<серийный номер>, где <номер модели> — 6-символьный номер модели базового блока (например, N6700B), а <серийный номер> — последние пять символов 10-значного, указанного на этикетке на боковой панели устройства (например, для серийного номера US24H12345 это будет H1234). Пример имени хоста — A-N5741A-H1234.

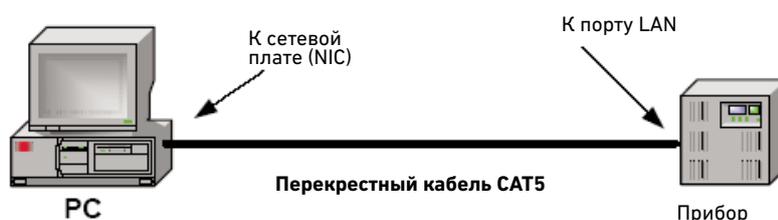
4. При помощи служебной программы Connection Expert из пакета библиотек ввода-вывода Keysight IO Libraries Suite добавьте источник питания N5700 в список доступных и проверьте работоспособность подключения. Для добавления прибора в список доступных можно запросить его распознавание в программе Connection Expert. Если найти прибор не удастся, добавьте его по имени хоста или IP-адресу.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Если это не дает результата, см. главу «Устранение неполадок» в руководстве по подключению прибора по интерфейсам USB/LAN/GPIB (USB/LAN/GPIB Interfaces Connectivity Guide).

5. Теперь можно использовать функцию интерактивного ввода -вывода в программе Connection Expert для связи с прибором или создавать программы для инструмента в различных средах программирования. Вы также можете связываться с прибором через установленный на компьютере веб -браузер, как описано в разделе «Использование веб -сервера» далее в этой главе.

#### Подключение к частной локальной сети

Частная локальная сеть — это такая сеть, в которой приборы, поддерживающие работу в сети, и компьютеры соединены между собой напрямую, а не посредством узловой локальной сети. Обычно это небольшие сети, не содержащие централизованно управляемых ресурсов.



1. Если вы еще этого не сделали, установите пакет библиотек ввода -вывода Keysight IO Libraries Suite с компакт-диска с программным обеспечением для автоматизации, идущего в комплекте с изделием.
2. Соедините прибор с компьютером при помощи перекрестного кабеля LAN. Вместо этого можно соединить компьютер с прибором через отдельно стоящий концентратор или коммутатор при помощи обычных кабелей LAN.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Убедитесь, что компьютер настроен для получения IP-адреса от службы DHCP, и что на нем включена поддержка протокола NetBIOS поверх TCP/IP. Имейте в виду, что если ранее компьютер был подключен к узловой локальной сети, то на нем могут все еще сохраняться предыдущие настройки. Отключив компьютер от частной сети, подождите одну минуту, прежде чем подключать его к частной сети. Это позволит Windows определить, что компьютер находится в другой сети, и перезапустить процесс настройки сети. При работе под управлением Windows 98 может потребоваться вручную отменить предыдущие настройки.

3. В заводской поставке параметры интерфейса LAN настроены для автоматического получения IP-адреса от DHCP-сервера в сети или с использованием протокола AutoIP, если DHCP-сервер отсутствует. Эти настройки можно оставить как есть. В большей части изделий Keysight и на большинстве компьютеров происходит автоматический выбор IP-адреса по протоколу AutoIP, если DHCP-сервер отсутствует. Каждое устройство присваивает себе IP-адрес из блока 169.254.nnn. Обратите внимание, что этот процесс может занимать до одной минуты. После настройки интерфейса LAN на передней панели загорится индикатор LAN. Если связаться с прибором не удастся, убедитесь, что введен действительный IP-адрес. Для просмотра IP-адреса нажмите кнопку LAN на передней панели.
4. При помощи служебной программы Connection Expert из пакета библиотек ввода-вывода Keysight IO Libraries Suite добавьте источник питания N5700 в список доступных и проверьте работоспособность подключения. Для добавления прибора в список доступных можно запросить его распознавание в программе Connection Expert. Если найти прибор не удастся, добавьте его по имени хоста или IP-адресу. Формат имени хоста, присваиваемого по умолчанию, описан в разделе «Подключение к узловой локальной сети».

---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Если это не дает результата, см. главу «Устранение неполадок» в руководстве по подключению прибора по интерфейсам USB/LAN/GPIB (USB/LAN/GPIB Interfaces Connectivity Guide).

---

5. Теперь можно использовать функцию интерактивного ввода-вывода в программе Connection Expert для связи с прибором или создавать программы для инструмента в различных средах программирования. Вы также можете связываться с прибором через установленный на компьютере веб-браузер, как описано в разделе «Использование веб-сервера» далее в этой главе.

### Обмен данными по интерфейсу LAN

Обмен данными с источником питания можно осуществлять при помощи пакета библиотек ввода-вывода Keysight IO Libraries Suite вместе с драйверами прибора для конкретных сред программирования. Кроме того, для этой цели можно использовать встроенный веб-сервер источника питания, программу Telnet или сокеты. Последние три метода удобны для обмена данными с источником питания без использования библиотек ввода-вывода или драйверов.

### Контроль соединения Ethernet

В источниках питания Keysight N5700 с аббревиатурой LXI на передней панели предусматривается возможность контроля соединения Ethernet, в рамках которого порт интерфейса LAN непрерывно контролируется и автоматически перенастраивается при отключении прибора от сети как минимум на 20 секунд с последующим его повторным подключением. После подключения и настройки интерфейса LAN на передней панели загорится индикатор LAN.

### Использование веб-сервера

Источник питания имеет встроенный веб-сервер, который позволяет напрямую управлять прибором из браузера, установленный на компьютере пользователя. При помощи веб-сервера можно управлять всеми функциями передней панели прибора, а также дополнительными функциями (в частности запуском и параметрами интерфейса LAN), недоступными с передней панели.

---

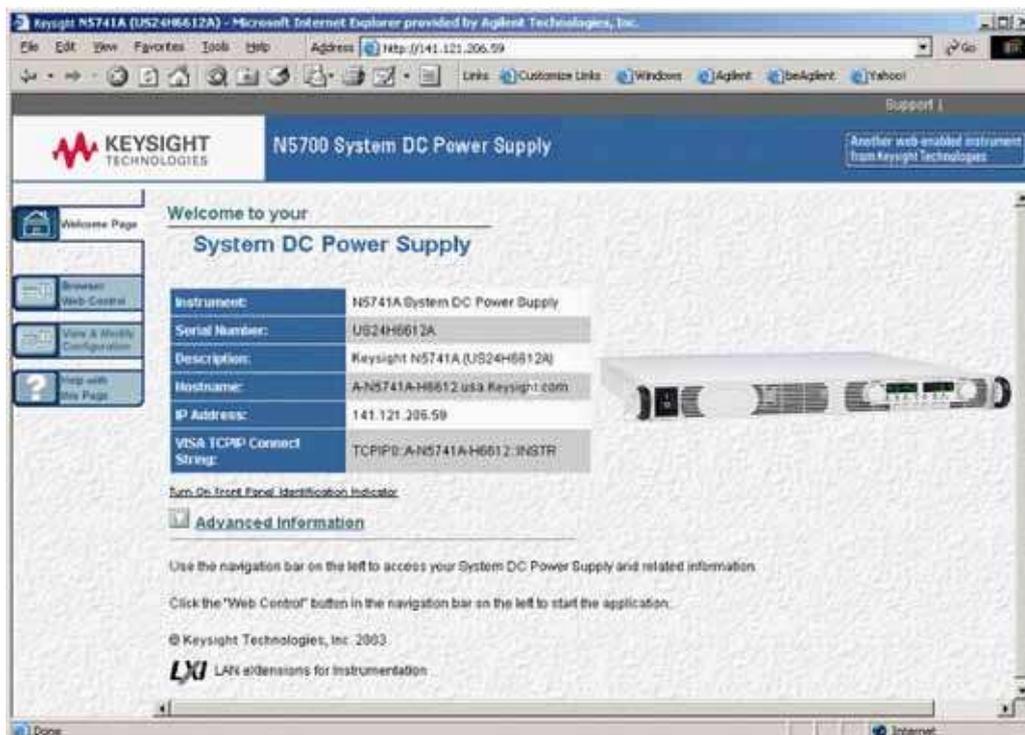
**ПРИМЕЧАНИЕ** Встроенный веб-сервер работает только с интерфейсом LAN. Для работы с ним необходим браузер Internet Explorer 5+ или Netscape 6.2+. Кроме того, необходим подключаемый модуль Java корпорации Sun, входящий состав среды Java Runtime Environment. См. веб-узел корпорации Sun Microsystems.

---

В заводской поставке веб-сервер включен. Порядок запуска веб-сервера следующий:

1. Откройте браузер на используемом компьютере.
2. В меню **Tools** (Сервис) в группе **Internet Options** (Свойства обозревателя) выберите вкладку **Connections** (Подключения) и нажмите на ней кнопку **LAN Settings** (Настройка LAN). Если флажок **Bypass proxy server for local addresses** (Не использовать прокси-сервер для локальных адресов) не установлен, установите его.
3. Введите имя хоста или IP-адрес прибора в поле **Address** (Адрес) браузера, чтобы запустить веб-сервер. Появится изображенная ниже домашняя страница.
4. Чтобы приступить к управлению прибором, нажмите кнопку **Browser Web Control** (Управление прибором через браузер) в расположенной слева полосе перемещения.
5. Дополнительные справочные сведения о любой из страниц можно получить, нажав кнопку **Help with this Page** (Справка по этой странице).

При желании доступ к веб-серверу можно ограничить, защитив его паролем. В заводской поставке пароль не установлен. Установка пароля описана в разделе «Настройка параметров интерфейса LAN».



### Использование Telnet

В командной строке MS-DOS введите `telnet <имя хоста> 5024`, где *<имя хоста>* — это имя хоста или IP-адрес прибора N5700, а *5024* — порт Telnet прибора. Должно открыться окно сеанса Telnet с заголовком, свидетельствующим о подключении к источнику питания. Вводите команды SCPI в ответ на приглашение системы.

### Использование сокетов

В приборах Keysight в качестве стандартного порта для служб сокетов SCPI принят порт 5025. **Сокет данных** на этом порте может использоваться для передачи и приема команд, запросов и откликов на запросы в формате ASCII/SCPI. Все команды должны заканчиваться символом перевода строки, чтобы прибор произвел синтаксический разбор сообщения. Все отклики на запросы также будут заканчиваться символом перевода строки. Источник питания позволяет создавать одновременно до трех сокетов данных и подключений Telnet в любом сочетании.

Программный интерфейс для работы с сокетом позволяет также устанавливать подключение к **сокету управления**. Сокет управления может использоваться клиентом для передачи сигнала сброса устройства и приема запросов на обслуживание. В отличие от сокета данных, использующего фиксированный номер порта, номер порта сокета управления изменяется, и его необходимо получать путем направления следующего SCPI-запроса в адрес сокета данных: `SYSTem:COMMunicate:TCPip:CONTRol?`

После получения номера порта для сокета управления можно установить к нему подключение. Как и в случае с сокетом данных, все команды, адресованные сокету управления, должны заканчиваться символом перевода строки. Все отклики на запросы также будут заканчиваться символом перевода строки.

Чтобы дать сигнал сброса устройства, передайте в адрес сокета управления строку «DCL». Когда источник питания закончит выполнение процедуры сброса устройства, он отправит строку «DCL» эхом на сокет управления. Передача запросов на обслуживание через сокет управления разрешается при помощи регистра маски запроса на обслуживание. После того как передача запросов на обслуживание разрешена, клиентская программа ожидает поступления команд по управляющему подключению. Когда устанавливается бит SRQ, прибор передает клиенту строку «SRQ +nn», где nn — это значение байта статуса, по которому клиент может определить источник запроса на обслуживание.

### Настройка параметров интерфейса LAN

Для настройки параметров интерфейса LAN с веб-сервера прибора запустите веб-сервер, как описано выше, и щелкните вкладку **View & Modify Configuration** (Просмотр и изменение параметров) в левой части страницы. После этого нажмите кнопку **Modify Configuration** (Изменить параметры) вверху страницы. Страница изменения параметров интерфейса LAN в ыглядит следующим образом:

	Current Setting	New Setting
Obtain IP Address *	Auto	<input type="radio"/> Manual <input checked="" type="radio"/> Auto
<b>Manual LAN Settings - Used when IP Address is obtained manually</b>		
IP Address *	169.254.57.0	<input type="text" value="169.254.57.0"/>
Subnet Mask *	255.255.0.0	<input type="text" value="255.255.0.0"/>
Default Gateway *	0.0.0.0	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
<b>DNS *</b>		
	Auto	<input type="radio"/> Manual <input checked="" type="radio"/> Auto
<b>DNS Server - Used when DNS is manual</b>		
DNS Server *	0.0.0.0	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
<b>Naming Service *</b>		
	NetBIOS, Dynamic DNS	<input checked="" type="checkbox"/> NetBIOS <input checked="" type="checkbox"/> Dynamic DNS
<b>Host Name - Used when a Naming Service is selected</b>		
Host Name *	A-N5741A-H6612	<input type="text" value="A-N5741A-H6612"/>
Domain *		<input type="text"/>
Description	Keysight N5741A (US24H6612A)	<input type="text" value="Keysight N5741A (US24H6612A)"/>
LAN Keepalive Timeout * (seconds)	1800, Enabled	<input type="text" value="1800"/> <input checked="" type="checkbox"/> Enable
GPIO Address	5	Front Panel Only Feature
Change Password	<input type="text"/> (Enter Old)	<input type="text"/> (Enter New)
		<input type="text"/> (Confirm New)

Настраивать можно следующие параметры интерфейса LAN:

**Obtain IP Address** Этот параметр задает способ адресации прибора. Значение **Auto** соответствует автоматической настройке адресации. Если выбрано данное значение, прибор сначала будет пытаться получить IP -адрес от DHCP-сервера. Если DHCP-сервер найден, он присвоит прибору IP-адрес (**IP Address**), маску подсети (**Subnet Mask**) и шлюз по умолчанию (**Default Gateway**). Если же DHCP-сервер 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. Значение **Manual** позволяет вручную настроить адресацию прибора, введя требуемые значения в перечисленные ниже три поля.

**IP-адрес** Это значение представляет собой IP -адрес прибора. 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.

**Маска подсети** Это значение, называемое маской подсети, позволяет прибору определить, находится ли IP-адрес клиента в той же локальной подсети. Если IP-адрес клиента относится к другой подсети, все пакеты необходимо передавать через шлюз по умолчанию.

**Шлюз по умолчанию** 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.

<b>DNS</b>	DNS — это Интернет-служба, преобразующая доменные имена в IP -адреса. Этот параметр указывает, следует ли получать IP-адрес DNS-сервера автоматически или вручную. Если выбрано значение <b>Auto</b> , прибор получает адрес DNS-сервера от DHCP-сервера. Если выбрано значение <b>Manual</b> , прибор использует адрес DNS-сервера, указанный в следующем поле.
<b>DNS Server</b>	Это значение представляет собой адрес DNS-сервера. Если служба DHCP отключена, то адрес DNS-сервера необходимо указать вручную, чтобы прибор смог найти и отобразить свое имя хоста.
<b>Naming Service</b>	Этот параметр задает службу выделения имен, которая будет использоваться для регистрации прибора (если таковая имеется). Значение <b>NetBIOS</b> указывает, что прибор будет регистрироваться с использованием протокола выделения имен RFC NetBIOS. Значение <b>Dynamic DNS</b> указывает, что прибор будет регистрироваться с использованием динамической системы DNS.
<b>Host Name</b>	Это поле обеспечивает регистрацию введенного имени в выбранной службе выделения имен. Если данное поле оставить пустым, никакого имени зарегистрировано не будет. Имя хоста может содержать буквы верхнего и нижнего регистра, цифры и дефисы (-). Максимальная длина имени хоста — 15 символов. Имя хоста задается в формате A-<номер модели>-<серийный номер>, где <номер модели> — 6-символьный номер модели базового блока (например, N6700B), а <серийный номер> — последние пять символов 10-значного, указанного на этикетке на боковой панели устройства.
<b>Domain</b>	Это поле обеспечивает регистрацию Интернет-домена для прибора. Доменное имя должно начинаться с буквы и может содержать буквы верхнего и нижнего регистров, цифры, дефисы (-) и точки (.).
<b>Description</b>	Это поле позволяет присваивать прибор удобное для пользования имя. Это имя используется в качестве заголовка домашней веб-страницы прибора.
<b>LAN Keepalive Timeout</b>	Это значение задает тайм-аут поддержания соединения по интерфейсу LAN в секундах. Прибор использует таймер поддержания соединения, чтобы определить, по-прежнему ли доступен клиент. Если соединение бездействует в течение заданного времени, прибор будет посылать пакеты поддержания соединения на клиент, чтобы определить, по-прежнему ли доступен последний. Если нет, соединение будет помечено как разорванное. При этом прибор освободит все ресурсы, выделенные данному клиенту. Рекомендуется устанавливать в этом поле максимальное значение, которое все еще позволит своевременно выявлять недоступность клиента. Меньшие значения тайм-аута поддержания соединения будут приводить к генерации большего количества пакетов поддержания соединения (сетевому трафику), а следовательно, в большей степени задействовать доступную полосу пропускания сети. Чтобы включить функцию поддержания соединения по интерфейсу LAN, установите флажок <b>Enable</b> (Включить). Диапазон допустимых значений — 720—99 999 секунд.
<b>GPIB Address</b>	В этом поле отображается адрес прибора на шине GPIB. Адрес GPIB можно устанавливать с передней панели.
<b>Change Password</b>	Это поле позволяет изменять пароль для доступа к веб-серверу. Для подтверждения доступа введите старый пароль. После этого введите новый пароль в поле <b>Enter New</b> (Новый пароль) и в поле <b>Confirm New</b> (Подтверждение нового пароля). Пароль может содержать до 12 алфавитно-цифровых символов (букв, цифр и символов подчеркивания); регистр символов безразличен. Первый символ пароля должен быть буквой. Если эти поля оставить пустыми, проверка пароля будет отключена.

### Заводские настройки интерфейса LAN

Заводские настройки интерфейса LAN, приведенные в следующей таблице, оптимизированы для подключения системы питания к узловой сети. Они должны также достаточно хорошо подходить и для других конфигураций сети.

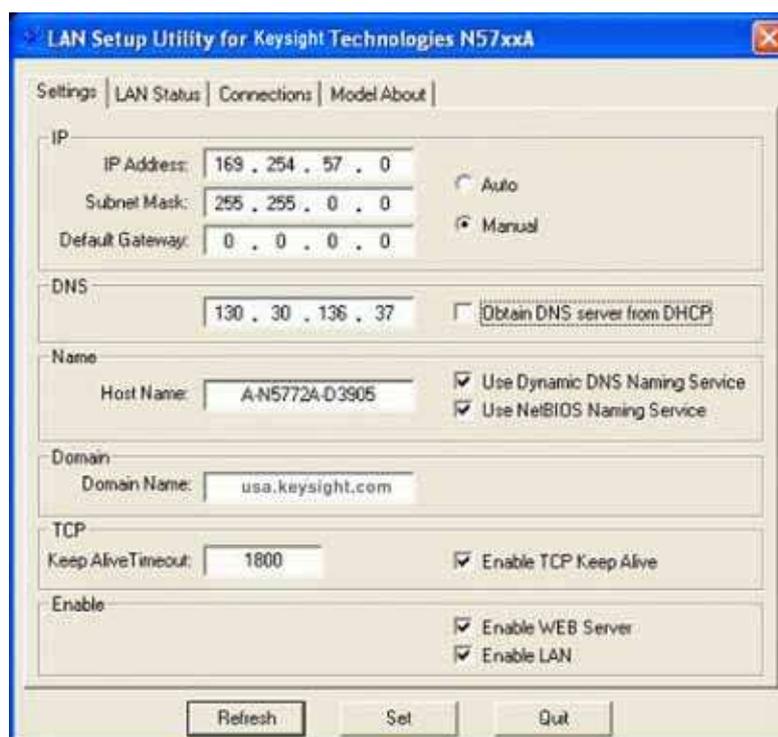
Восстановить заводские настройки можно, нажав клавишу LAN на передней панели и удерживая ее нажатой в течение трех секунд. Если повторно нажать кнопку LAN, когда на цифровом индикаторе будет отображаться сообщение «LAN rES», настройки интерфейса LAN будут сброшены.

Заводские настройки интерфейса LAN, хранящиеся в энергонезависимой памяти			
Получение IP-адреса	автоматическое	Использование динамической службы DNS	вкл.
IP-адрес	169.254.57.0	Использование службы NetBIOS	вкл.
Маска подсети	255.255.0.0	Доменное имя	пусто
Шлюз по умолчанию	0.0.0.0	Поддержание TCP-соединения	вкл.
Получение адреса DNS-сервера от службы DHCP	вкл.	Тайм-аут поддержания TCP-соединения	1800
DNS-сервер	пусто	Автоматическая настройка параметров работы Ethernet	вкл.
Имя хоста	A-N57xxA-xxxxx	Отсылка тестовых запросов на сервер	вкл.
		Пароль веб-сервера	пусто

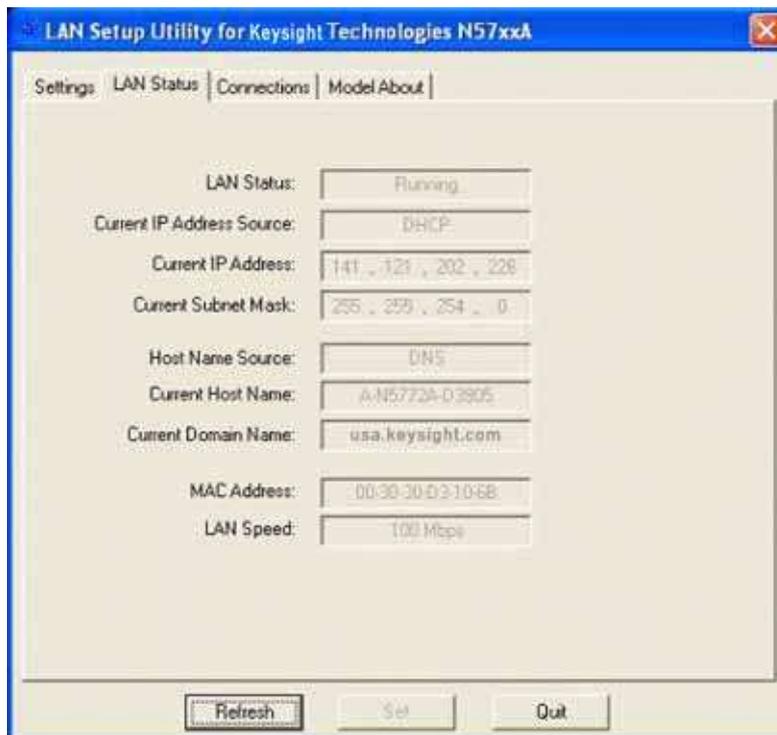
### Использование программы N5700 Setup Utility

На компакт-диске со справочной информацией об изделии (Product Reference CD-ROM), прилагаемом к настоящему руководству, имеется программа N5700 Setup Utility, позволяющая настраивать параметры интерфейса LAN источника питания. Этой программой можно воспользоваться в случае, если вы не можете настроить параметры интерфейса, как описано выше в этом разделе.

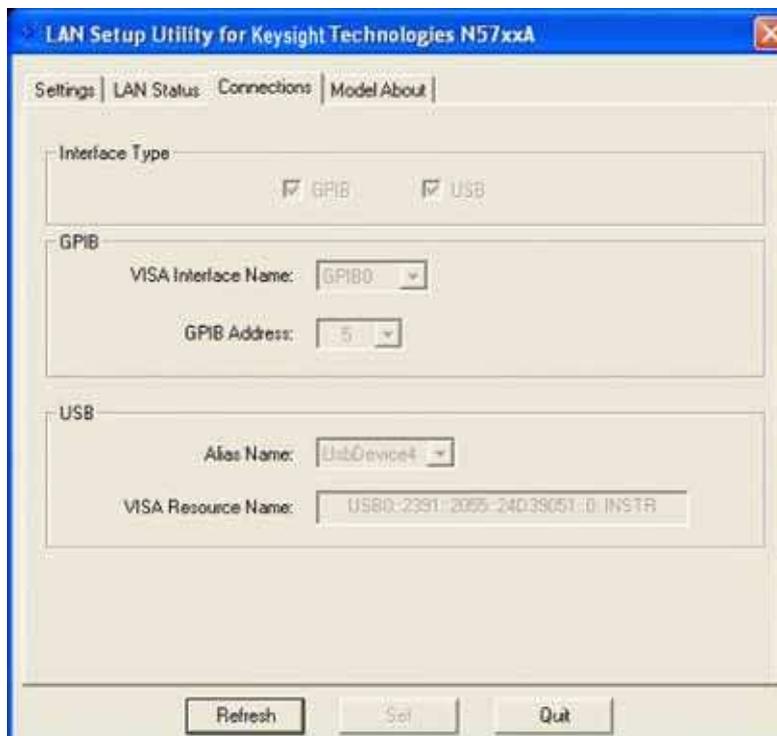
1. Подключите источник питания к компьютеру по интерфейсу USB или GPIB, как описано выше.
2. Установите программу N5700 Setup Utility на компьютер. Запустите программу N5700 Setup Utility, выбрав **Start** (Пуск) | **Programs** (Программы) | **Keysight** | **N5700 Setup Utility**.
3. Настройте параметры адресации интерфейса LAN на вкладке **Settings** (Параметры). Описание этих параметров см. в предыдущем разделе.



4. Включите интерфейс LAN и (при желании) встроенный веб-сервер, установив флажки **Enable LAN** (Включить интерфейс LAN) и **Enable WEB Server** (Включить веб-сервер).
5. Нажмите кнопку **Set** (Установить), чтобы сохранить установленные параметры.
6. Соедините прибор с компьютером сетевым кабелем. Перезагрузите прибор. Подождите, пока прибор установит новые параметры интерфейса LAN.
7. Просмотрите параметры интерфейса LAN, щелкнув вкладку **LAN Status** (Состояние интерфейса LAN). Нажмите кнопку **Refresh** (Обновить), чтобы на экране обновились значения IP-адреса и маски подсети.



8. Просмотреть информацию об интерфейсах GPIB и USB можно, перейдя на вкладку **Connections** (Подключения).



Программу N5700 Setup Utility можно также использовать для просмотра сведений о данной конкретной модели источника питания. На вкладке **Model About** (Сведения о модели) отображаются номер модели, серийный номер, версия действующего микропрограммного обеспечения, версия резервного микропрограммного обеспечения и номинальные параметры выхода.

## Введение в команды SCPI

SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments) — это язык программирования для управления контрольно-измерительной аппаратурой на базе формата ASCII. Система команд языка SCPI имеет иерархическую (древовидную) структуру. В этой системе связанные между собой команды сгруппированы под общим узлом или корнем, образуя тем самым подсистемы. Команды подсистем обеспечивают выполнение конкретных функций источника питания. Ниже для иллюстрации древовидной структуры показана часть подсистемы SOURce.

```
[SOURce:]
  CURRent
    [:LEVel]
      [:IMMediate] <NRf+>
      :TRIGGered <NRf+>
    :PROTection
      :STATe <Bool>
```

SOURce — корневое ключевое слово команды, CURRent — ключевое слово второго уровня, LEVel и PROTection — ключевые слова третьего уровня, а IMMediate, TRIGGered и STATe — ключевые слова четвертого уровня. Ключевые слова высших уровней отделяются от ключевых слов низших уровней двоеточиями (:).

## Синтаксис

В настоящем руководстве команды записываются с использованием следующего синтаксиса:

- Квадратные скобки [ ]** Элементы в квадратных скобках являются необязательными. Запись «[SOURce:]VOLTage» означает, что элемент «SOURce:» может быть опущен.
- Угловые скобки <>** Элементы в угловых скобках представляют собой описания параметров. Например, «<NR1>» обозначает конкретную форму числовых данных.
- Вертикальная черта |** Вертикальной чертой разделяются альтернативные параметры. Например, запись «VOLT | CURR» означает, что в качестве параметра можно использовать либо «VOLT», либо «CURR».

Символы записи синтаксиса не могут включаться в строку команды.

## Несколько команд в одном сообщении

В одном сообщении можно объединять и передавать несколько команд SCPI, завершая их одним символом конца сообщения. При передаче нескольких команд в одном сообщении следует учитывать два важных соображения:

- Команды в сообщении должны разделяться точкой с запятой (;).
- Существует неявно заданный путь интерпретации команд источником питания.

Путь интерпретации команд можно представить себе как строку, которая вставляется перед каждым ключевым словом в сообщении. Для первой команды в сообщении путем является пустая строка. Для каждой последующей команды путь определяется как символы, составляющие ключевые слова предыдущей команды в сообщении, включая последнее разделяющее двоеточие. Вот пример сообщения с двумя командами:

```
OUTPut:STATe ON;PROTection:CLEar
```

Он демонстрирует использование точки с запятой для разделения команд, а также иллюстрирует понятие пути интерпретации команд. Обратите внимание, что для второй команды ведущее ключевое слово OUTPut было опущено, поскольку после команды OUTPut:STATe ON путь стал определяться как OUTPut, и вторая команда была интерпретирована так:

```
OUTPut:PROTection:CLEar
```

На самом деле, было бы неверным включить ключевое слово OUTPut во вторую команду, поскольку результатом ее слияния с путем интерпретации команд стала бы следующая строка:

```
OUTPut:OUTPut:PROTection:CLEar
```

Такая команда привела бы к синтаксической ошибке.

### Команды из различных подсистем

Для объединения команд из различных подсистем необходим способ, который позволял бы очищать путь интерпретации команд внутри сообщения. Такой способ существует: для этого достаточно начать команду с двоеточия (:). Например, можно сбросить защиту выхода и проверить состояние регистра условий операционных событий в одном сообщении, используя корневой указатель следующим образом:

```
OUTPut:PROtection:CLear;:STATus:OPERation:CONDition?
```

Следующее сообщение показывает, как можно объединять команды различных подсистем с командами одной и той же подсистемы:

```
VOLTage:LEVel 7.5;PROtection 10;:CURRent:LEVel 0.25
```

Обратите внимание на использование необязательного ключевого слова LEVel для сохранения правильного пути внутри подсистем, а также использование корневого указателя (:) для перемещения между подсистемами.

### Элементарное сообщение

Простейшая команда SCPI представляет собой одно элементарное сообщение, состоящее из ключевого слова, за которым идет символ конца сообщения (например, перевода строки). В элементарном сообщении после ключевого слова может быть указан параметр. Параметр может быть числовым или строковым.

```
ABORt<NL>
VOLTage 20<NL>
VOLTage:TRIGgered MINimum<NL>
```

Ключевые слова высших уровней отделяются от ключевых слов низших уровней двоеточиями (:). Параметры отделяются от ключевых слов пробелами. Если команда требует более одного параметра, параметры разделяются между собой запятыми.

В предыдущих примерах буквами верхнего регистра показывается сокращенная запись команды. Чтобы строки программ были короче, можно передавать команды в сокращенной форме. Для большей удобочитаемости программ можно передавать команды в полной форме. Например, как VOLT, так и VOLTage являются приемлемыми формами. Можно использовать символы как верхнего, так и нижнего регистров, поэтому формы VOLTAGE, Volt и volt равно приемлемы. Другие формы — например, VOL или VOLTAG — приведут к ошибке.

### Запросы

Запросить текущее значение большинства команд можно, указав за командой знак вопроса (VOLTage?, VOLTage:TRIGgered?). Если запрос содержит параметр, маркер запроса следует располагать в конце последнего ключевого слова. Соблюдайте следующие правила оформления запросов:

- Между маркером запроса (?) и последующими параметрами, если таковые имеются, необходимо добавить пробел (VOLTage:TRIGgered? MAX).
- Создайте надлежащее число переменных для возвращаемых данных.
- Читайте все результаты запроса, прежде чем передавать источнику питания следующую команду. В противном случае возникнет ошибка прерывания запроса (*Query Interrupted*), и не возвращенные данные будут потеряны.

### Общие команды

Общие команды, как правило, управляют функциями, затрагивающими источник питания как целое — например, сбросом, чтением состояния и синхронизацией. Все общие команды состоят из трехбуквенных мнемоник, которым предшествует т-звездочка: \*RST \*IDN? \*SRE 8

В одном сообщении можно сочетать общие команды с командами подсистем. Отделять общие команды от команд подсистем следует точкой с запятой. Общие команды *не влияют на путь интерпретации команд*; их можно вставлять в любом месте сообщения.

```
VOLTage:TRIGgered 10;:INITiate;*TRG
OUTPut OFF;*RCL 2;OUTPut ON
```

### Символы окончания команды

Символ окончания команды сообщает интерпретатору SCPI, что достигнут конец команды. Есть три допустимых символа окончания команды:

- перевод строки (<NL>), имеющий десятичный ASCII -код 10 или
- шестнадцатеричный код 0A;
- конец или идентификация (<END>);
- обе вышеприведенных символа вместе (<NL><END>).

В примерах, приведенных в настоящем руководстве, символ окончания сообщения подразумевается.

### Типы параметров

Данные передаются на источник питания и принимаются от него в формате ASCII. Данные могут представлять собой числовую или символьную строку.

### Числовые параметры

Символ	Форматы отклика
<NR1>	Числа с неявно заданной десятичной точкой, располагающейся справа от младшего разряда. Пример: 273
<NR2>	Числа с явно заданной десятичной точкой. Пример: 27.3
<NR3>	Числа с явно заданной десятичной точкой и экспонентой. Пример: 2.73E+02
<b>Форматы параметров</b>	
<NRf>	Расширенный формат, включающий <NR1>, <NR2> и <NR3>. Примеры: 273 27.3 2.73E+02
Символ	Форматы отклика
<NRf+>	Расширенный десятичный формат, включающий <NRf> и специальные значения MIN и MAX. Примеры: 273 27.3 2.73E+02 MAX. MIN и MAX — это значения нижнего и верхнего пределов, неявно заданные в спецификации диапазона изменения параметра.
<Bool>	Логические данные. Могут быть числовыми (0, 1) или именованными (OFF, ON).
<SPD>	Строковые программные данные. Строковые параметры заключаются в одинарные или двойные кавычки.

### Суффиксы и множители

Класс	Суффикс	Единица	Единица с множителем
Ток	A	ампер	MA (миллиампер)
Амплитуда	V	вольт	MV (милливольт)
Время	S	секунда	MS (миллисекунда)
<b>Общие множители</b>			
1E3	K	кило	
1E-3	M	милли	
1E-6	U	микро	

### Типы данных отклика

Символ	Форматы отклика
<CRD>	Символьные данные отклика. Возвращаются дискретные параметры. В отклике используется только краткая форма параметра.
<AARD>	Произвольные данные отклика в формате ASCII. Позволяет возвращать данные в 7-разрядном ASCII-коде без разделителей. Для этого типа данных имеется неявный символ окончания сообщения.
<SRD>	Строковые данные отклика. Возвращаются строковые параметры, заключенные в двойные кавычки.

### Завершение выполнения команд SCPI

Команды SCPI, переданные на источник питания, обрабатываются последовательно или параллельно. Выполнение последовательно обрабатываемых команд завершается до начала следующей команды. Параллельно выполняемые команды позволяют начинать выполнение других команд, пока выполняется предыдущая команда.

Список параллельно выполняемых команд приведен ниже. Прежде чем предположить, что такая команда выполнена, необходимо каким-то образом обеспечить синхронизацию, как описано в этом разделе.

```
OUTPut:STATE INITiate
VOLTage      OUTPut:PROTection:CLEar
CURRent
```

Общие команды \*WAI, \*OPC и \*OPC? представляют собой различные способы сигнализации о том, что выполнение всех переданных команд, в том числе параллельно выполняемых, завершено. Вот некоторые практические соображения, касающиеся использования этих команд:

- \*WAI** Эта команда запрещает выполнение источником питания последующих команд до тех пор, пока все незавершенные операции не будут выполнены. Например, при помощи команды \*WAI можно измерить напряжение после завершения вывода команды:  
OUTPut ON;\*WAI::MEASure:VOLTage?
- \*OPC** Эта команда помещает 1 в очередь вывода после того, как все незавершенные операции будут выполнены. Поскольку при этом программа должна считать возвращенное значение, прежде чем выполнять следующую программную инструкцию, при помощи команды \*OPC? можно принудить контроллер дожидаться завершения команд, прежде чем продолжать выполнение программы.
- \*OPC** Эта команда устанавливает бит OPC байта статуса после того, как все незавершенные операции будут выполнены. Поскольку программа может читать этот бит статуса по прерыванию, \*OPC позволяет выполнить последующие команды.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Чтобы бит статуса OPC был равен 1, подсистема запуска должна находиться в состоянии бездействия. Если говорить о запуске, бит OPC равен 0 всегда, когда подсистема запуска находится в состоянии готовности.

---

### Сброс устройства

Для прерывания обработки команды SCPI, которая может блокировать интерфейс GPIB, в любой момент времени можно передать команду сброса устройства. Эта команда очищает входной и выходной буферы источника питания. Сброс устройства не затрагивает регистры статуса, очередь ошибок и состояния конфигурации. Кроме того, сброс устройства подготавливает источник питания к приему новой командной строки. Следующая инструкция демонстрирует передачу команды сброса устройства по интерфейсу GPIB с использованием языка программирования Keysight BASIC:

```
CLEAR 705
```

```
Сброс устройства IEEE-488
```

## 5. Справочник по языку

В этой главе излагается синтаксис и параметры всех команд подсистем и общих команд SCPI стандарта IEEE 488.2, поддерживаемых источником питания. Предполагается знакомство читателя с материалом главы 4, где разъясняются используемые здесь термины, символы и синтаксические структуры, а также дается введение в программирование. Также следует ознакомиться с главой 3, чтобы иметь представление о функциях источника питания.

**Команды подсистем** относятся к конкретным функциям. Они могут представлять собой одиночную команду или группу команд. Группы состоят из команд, охватывающих один или несколько уровней ниже корневого элемента. Команды подсистем упорядочены по алфавиту в соответствии с выполняемыми ими функциями.

**Общие команды** начинаются со звездочки (\*) и состоят из трех букв (команда) или трех букв и знака вопроса (запрос). Они определены в стандарте IEEE 488.2 для выполнения общих функций интерфейса. Общие команды сгруппированы вместе с командами подсистем в соответствии с выполняемыми ими функциями.

## Сводка команд SCPI

**ПРИМЕЧАНИЕ** Для ясности были включены некоторые [необязательные] команды. Для каждой команды установки параметров имеется соответствующий запрос.

### Команды подсистем

Команда SCPI	Описание
ABORT	Прерывание запущенной операции
CALibrate	
:CURRent[:LEVel]	Калибровка программной установки выходного тока
:DATA <NRf>	Ввод калибровочного значения
:DATE <"SPD">	Установка калибровочного значения
:LEVel P1   P2	Переход к следующему шагу калибровки
:PASSword <NRf>	Установка числового пароля калибровки
:STATE <Bool> [, <NRf>]	Включение и отключение режима калибровки
:VOLTag[:LEVel]	Калибровка программной установки выходного напряжения
INITiate	
[:IMMEDIATE][:TRANsient]	Инициирование системы запуска
:CONTInuous[:TRANsient]	Включение и отключение непрерывного запуска
MEASure	
[:SCALar]	
:CURRent[:DC]?	Запрос измеренного значения выходного тока
:VOLTag[:DC]?	Запрос измеренного значения выходного напряжения
OUTPut	
[:STATe]<Bool>	
:PON	
:STATe RST   AUTO	Выбор состояния при включении питания
:PROTection	
:CLEar	Сброс сработавшей защиты
[SOURce:]	
CURRent	
[:LEVel]	
[:IMMEDIATE][:AMPLitude] <NRf+>	Установка выходного тока
:TRIGgered[:AMPLitude] <NRf+>	Установка целевого значения выходного тока
:PROTection	
:STATe <Bool>	Включение и отключение защиты от перегрузки по току
VOLTag	
[:LEVel]	
[:IMMEDIATE][:AMPLitude] <NRf+>	Установка выходного напряжения
:TRIGgered[:AMPLitude] <NRf+>	Установка целевого значения выходного напряжения
:LIMit	

### Команды подсистем (продолжение)

Команда	Описание
:LOW <Nrf+>	Установка нижнего предела напряжения
:PROTection [:LEVel] <Nrf+>	Установка порога защиты от перегрузки по напряжению
STATus	
:OPERation	
[:EVENt]?	Возврат значения регистра операционных событий
:CONDition?	Возврат значения регистра условий операционных событий
:ENABle <Nrf>	Разрешение конкретных разрядов регистра событий
:NTRansition<Nrf>	Установка фильтра отрицательных перепадов
:PTRansition<Nrf>	Установка фильтра положительных перепадов
:PRESet	Предустановка всех регистров маски и фильтров переходов в состояние, имеющее место при включении питания
:QUEStionable	
[:EVENt]?	Возврат значения регистра событий сомнительного статуса
:CONDition?	Возврат значения регистра условий сомнительного статуса
:ENABle <Nrf>	Разрешение конкретных разрядов регистра событий
:NTRansition<Nrf>	Установка фильтра отрицательных перепадов
:PTRansition<Nrf>	Установка фильтра положительных перепадов
SYSTem	
:COMMunicate	
:RLState LOCAL   REMote   RWLock	Установка режима дистанционного или местного управления прибором
:ERRor?	Запрос номера ошибки и строки с сообщением об ошибке
:VERSion?	Запрос номера версии SCPI
TRIGger	
:SOURce BUS	Выбор источника запускающего сигнала измерения
[:TRANsient][:IMMediate]	Запуск изменения выходных параметров

### Общие команды

Команда	Описание
*CLS	Сброс состояния
*ESE <Nrf>	Программирование регистра маски статуса стандартных событий
*ESE?	Запрос содержимого регистра маски статуса стандартных событий
*ESR?	Запрос содержимого регистра событий статуса стандартных событий
*IDN?	Запрос идентификационных данных прибора
*OPC	Установка бита «операция завершена» в регистре событий статуса стандартных событий
*OPC?	Возврат «1» после завершения операции
*OPT?	Запрос номера опции
*RCL <Nrf>	Загрузка сохраненного состояния прибора
*RST	Сброс
*SAV <Nrf>	Сохранение состояния прибора
*SRE <Nrf>	Программирование регистра маски запроса на обслуживание
*SRE?	Запрос содержимого регистра маски запроса на обслуживание
*STB?	Запрос байта статуса
*TRG	Запускающий сигнал
*TST	Самопроверка с запросом результата
*WAI	Удержание шины до выполнения всех команд устройства

## Команды калибровки

Команды калибровки позволяют включать и отключать режим калибровки, изменять пароль калибровки, калибровать программную установку тока и напряжения, а также сохранять новые калибровочные константы в энергонезависимой памяти.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Если прибор не был переведен в режим калибровки командой CALibrate:STATe, команды калибровки будут вызывать ошибку.

**CALibrate:CURRent[:LEVel]**

Эта команда инициирует калибровку выходного тока.

**CALibrate:DATA <value>**

Эта команда вводит калибровочное значение, полученное оператором путем чтения показаний внешнего измерительного прибора. Необходимо сначала выбрать уровень калибровки (командой CALibrate:LEVel) для вводимого значения. Значения данных вводятся в вольтах или амперах, в зависимости от того, какая функция калибруется.

**CALibrate:DATE <"date">****CALibrate:DATE?**

Эта команда сохраняет дату последней калибровки прибора. Дата должна быть в числовом формате «гггг/мм/дд», где гггг указывает год, мм — месяц, а дд — день. Запрос возвращает дату.

**CALibrate:LEVel P1|P2**

Данная команда выбирает следующую точку в ходе процедуры калибровки.

**P1** обозначает первую точку калибровки.

**P2** обозначает вторую точку калибровки.

**CALibrate:PASSword <password>**

Эта команда позволяет изменять пароль калибровки. Новый пароль автоматически сохраняется в энергонезависимой памяти. Если пароль устанавливается равным 0, парольная защита снимается, и возможность входа в режим калибровки предоставляется без ограничений. По умолчанию пароль равен 0 (нулю).

**CALibrate:STATe ON|OFF [,<password>]****CALibrate:STATe?**

Эта команда включает и отключает режим калибровки. Чтобы источник питания принимал команды калибровки, необходимо, чтобы режим калибровки был включен. Первый параметр задает состояние режима калибровки: 0 n (1) означает «включен», Off (0) — «отключен». Вторым параметром идет пароль. Пароль необходим для перехода в режим калибровки, если текущий пароль не равен 0. Если пароль не введен или введенный пароль неверен, возникает ошибка, и режим калибровки остается отключенным. Запрос возвращает только состояние режима калибровки, но не пароль.

После подачи команды \*RST данный параметр имеет значение Off (отключен).

**CALibrate:VOLTage[:LEVel]**

Эта команда инициирует калибровку выходного напряжения.

### Команды измерения

Команды измерения позволяют измерять выходные напряжение и ток. Команды подсистемы MEASure регистрируют новые данные, прежде чем возвращать измеренное значение. При переполнении результата измерения возвращается значение 9.91E+37.

**MEASure[:SCALar]:CURRent[:DC]?****MEASure[:SCALar]:VOLTage[:DC]?**

Эти запросы выполняют измерение и возвращают значение постоянного выходного тока в амперах или постоянного выходного напряжения в вольтах.

## Команды управления выходом

Команды управления выходом позволяют включать и отключать выход, задавать состояние при включении питания, а также сбрасывать защиту.

**OUTPut[:STATe] ON|OFF****OUTPut[:STATe]?**

Эта команда включает и отключает выход. Параметр On (1) соответствует включенному состоянию, параметр Off (0) — отключенному. Отключенное состояние выхода соответствуют нулевые выходные напряжение и ток (см. \*RST). Запрос возвращает 0, если выход отключен, и 1, если выход включен. После подачи команды \*RST данный параметр имеет значение Off (отключен).

**OUTPut: PON: STATE RST|AUTO**

**OUTPut: PON: STATE?**

Эта команда определяет, чему будет соответствовать состояние прибора после включения питания — состоянию после сброса или настройкам, действовавшим в момент выключения прибора. Параметр RST предписывает устанавливать при включении прибора состояние, имеющее место после сброса, а параметр AUTO — настройки, действовавшие в момент выключения. Сделанный выбор сохраняется в энергонезависимой памяти. Подробные сведения см. в описании команд \*RST и \*RCL (раздел «Системные команды»).

**OUTPut: PROTection: CLear**

Эта команда сбрасывает зафиксированные сигналы, приведшие к отключению выхода. Защита от перегрузки по напряжению и току всегда работает с фиксацией. Защита от перегрева и сбоя электропитания, а также разрешающие и запирающие сигналы работают с фиксацией, если OUTPut: PON: STATE = RST, и без фиксации, если OUTPut: PON: STATE = AUTO.

Прежде чем сбросить фиксацию, необходимо устранить все обстоятельства, приведшие к ошибке. После этого выход вернется в состояние, в котором он находился до возникновения ошибки.

## Команды управления источником

Команды управления источником позволяют программировать функции установки напряжения и тока, запуска и защиты.

```
[SOURCE:] CURRENT[:LEVEL] [:IMMEDIATE] [:AMPLITUDE]
<value>|MIN|MAX
[SOURCE:] CURRENT[:LEVEL] [:IMMEDIATE] [:AMPLITUDE]? [MIN|MAX]
[SOURCE:] CURRENT[:LEVEL]: TRIGGERED[:AMPLITUDE]
<value>|MIN|MAX
[SOURCE:] CURRENT[:LEVEL]: TRIGGERED[:AMPLITUDE]? [MIN|MAX]
```

Эти команды задают непосредственный (IMMEDIATE) и целевой (TRIGGERED) уровни выходного тока. Значения задаются в амперах. Не посредственный уровень — это установленное значение выходного тока. Целевой уровень — это значение, сохраняемое в памяти и устанавливаемое на выходе по сигналу запуска. После подачи команды \*RST непосредственной и целевой уровни выходного тока равны 0.

**[SOURCE:] CURRENT: PROTection: STATE ON|OFF**  
**[SOURCE:] CURRENT: PROTection: STATE?**

Эта команда включает или отключает функцию защиты от перегрузки по току. Параметр On (1) соответствует включенному состоянию, параметр Off (0) — отключенному. Если выход переходит в режим стабилизации тока при включенной функции защиты от перегрузки по току включена, выход отключается, а в статусном регистре сомнительных состояний устанавливается бит OC. После подачи команды \*RST данный параметр имеет значение Off (отключен). Сбросить защиту от перегрузки по току можно, подав команду \*OPC после устранения обстоятельств, приведших к срабатыванию защиты.

```
[SOURCE:] VOLTage[:LEVEL] [:IMMEDIATE] [:AMPLITUDE]
<value>|MIN|MAX
[SOURCE:] VOLTage[:LEVEL] [:IMMEDIATE] [:AMPLITUDE]? [MIN|MAX]
[SOURCE:] VOLTage[:LEVEL]: TRIGGERED[:AMPLITUDE]
<value>|MIN|MAX
[SOURCE:] VOLTage[:LEVEL]: TRIGGERED[:AMPLITUDE]? [MIN|MAX]
```

Эти команды задают непосредственный (IMMEDIATE) и целевой (TRIGGERED) уровни выходного напряжения. Значения задаются в вольтах. Непосредственный уровень — это установленное значение выходного напряжения. Целевой уровень — это значение, сохраняемое в памяти и устанавливаемое на выходе по сигналу запуска. После подачи команды \*RST непосредственный и целевой уровни выходного напряжения равны 0.

Диапазон значений напряжения, которые могут задаваться этими командами, зависит порога защиты от перегрузки по напряжению и нижнего предела выходного напряжения. Максимальное значение непосредственного и целевого уровня напряжения равняется меньшему из двух значений — значения из приведенной ниже таблицы и значения порога защиты от перегрузки по напряжению, деленного на 1,05. Минимальное значение равняется большему из двух значений — значения из приведенной ниже таблицы и значения нижнего предела напряжения, деленного на 0,95.

Обратите внимание, что целевые значения могут выходить за эти пределы, но при запуске произойдет ошибка.

Модель (номинальное напряжение)	6 В	8 В	12,5 В	20 В	30 В	40 В	60 В	80 В	100 В	150 В	300 В	600 В
Минимальное значение напряжения	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Максимальное значение напряжения	6,3	8,4	13,125	21	31,5	41,9	62,85	83,8	104,76	157,1	314,2	628,5

**[SOURCE:] VOLTage: LIMit: LOW <value> | MIN | MAX**

**[SOURCE:] VOLTage: LIMit: LOW? [MIN | MAX]**

Эта команда устанавливает нижний предел выходного напряжения. Когда установлен нижний предел выходного напряжения, прибор будет игнорировать команды, предписывающие установку выходного напряжения ниже этого предела. После подачи команды \*RST этот параметр имеет значение Max.

Диапазон значений, которые могут задаваться в этой команде, зависит от установленного значения напряжения. Максимальное значение нижнего предела выходного напряжения равняется меньшему из двух значений — значения из приведенной ниже таблицы и установленного значения выходного напряжения, умноженного на 0,95. Минимальное значение указано в таблице.

Модель (номинальное напряжение)	6 В	8 В	12,5 В	20 В	30 В	40 В	60 В	80 В	100 В	150 В	300 В	600 В
Минимальное значение нижнего предела	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Максимальное значение нижнего предела	5,7	7,6	11,9	19	28,5	38	57	76	95	142	285	570

**[SOURCE:] VOLTage: PROTection: LEVel <value> | MIN | MAX**

**[SOURCE:] VOLTage: PROTection: LEVel? [MIN | MAX]**

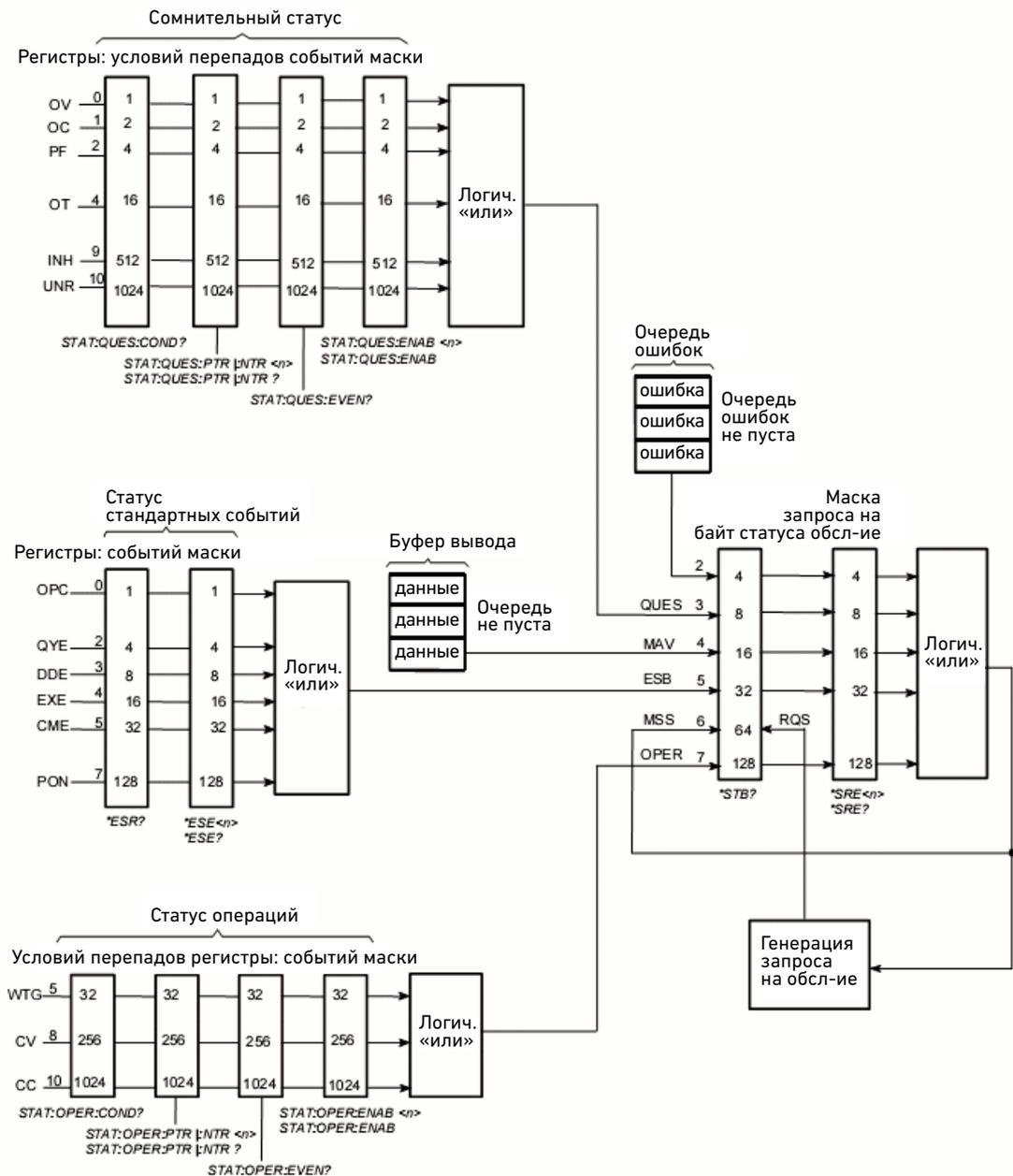
Эта команда устанавливает порог защиты от перегрузки по напряжению. Значения задаются в вольтах. Если выходное напряжение превышает этот порог, выход отключается, а в статусном регистре сомнительных состояний устанавливается бит OV. После подачи команды \*RST этот параметр имеет значение Max. Диапазон значений, которые могут задаваться в этой команде, зависит от установленного значения напряжения. Минимальное значение порога защиты от перегрузки по напряжению равняется большему из двух значений — значения из приведенной ниже таблицы и установленного значения выходного напряжения, умноженного на 1,05. Максимальное значение указано в таблице.

Сбросить защиту от перегрузки по напряжению можно, подав команду \*OPC после устранения обстоятельств, приведших к срабатыванию защиты.

Модель (номинальное напряжение)	6 В	8 В	12,5 В	20 В	30 В	40 В	60 В	80 В	100 В	150 В	300 В	600 В
Минимальное значение порога	0,5	0,5	1,0	1,0	2,0	2,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Максимальное значение порога	7,5	10	15	24	36	44	66	88	110	165	330	660

## Команды статуса

Команды статуса программируют регистры статуса источника питания. Как показано на следующем рисунке, источник питания имеет три группы регистров статуса: группа статуса операций, группа сомнительного статуса и группа статуса стандартных событий. Группа статуса операций и группа сомнительного статуса состоят из регистра условий, регистра маски и регистра событий, а также фильтров положительных и отрицательных перепадов.



Программирование группы регистров статуса стандартных событий производится общими командами, как описано далее в этом разделе. Общие команды также управляют дополнительными статусными функциями — в частности, регистром маски запроса на обслуживание и регистром байта статуса.

### STATus:PRESet

Эта команда устанавливает все предварительно определенные биты в фильтрах положительных перепадов группы статуса операций и группы сомнительного статуса. Кроме того, эта команда сбрасывает все предварительно определенные биты в фильтрах отрицательных перепадов и регистрах маски группы статуса операций и группы сомнительного статуса.

**STATUS:OPERation[:EVENT]?**

Этот запрос возвращает содержимое регистра событий статуса операций. Регистр событий предназначен только для чтения. В нем хранятся (фиксируются) все события, пропускаемые фильтрами отрицательных и/или положительных перепадов данной группы регистров. При чтении регистра событий статуса операций происходит его очистка. Биты регистров статуса операций имеют следующую конфигурацию:

Позиция бита	15-11	10	9	8	7-6	5	4-0
Значение бита	-	1024	-	256	-	32	-
Название бита	-	CC	-	CV	-	WTG	-

CC = выход работает в режиме стабилизации тока

CV = выход работает в режиме стабилизации напряжения

WTG = выход ожидает сигнала запуска для изменения выходных параметров

**STATUS:OPERation:CONDition?**

Этот запрос возвращает содержимое регистра условий статуса операций. Этот регистр предназначен только для чтения. Он содержит обновляемую в реальном времени (без фиксации) информацию о статусе операций источника питания.

**STATUS:OPERation:ENABLE <value>****STATUS:OPERation:ENABLE?**

Эта команда и соответствующий ей запрос производят запись и чтение содержимого регистра маски статуса операций. Данный регистр представляет собой маску, которая определяет, какие биты регистра событий статуса операций будут устанавливать итоговый бит статуса операций (OPER) в регистре байта статуса. Этот бит за номером 7 является логической суммой (объединением по «ИЛИ») всех битов регистра событий статуса операций, которые разрешены регистром маски статуса операций. Команда STATUS:PRESet устанавливает данный регистр в 0.

**STATUS:OPERation:NTR <value>****STATUS:OPERation:PTR <value>****STATUS:OPERation:NTR?****STATUS:OPERation:PTR?**

Эти команды записывают и считывают содержимое регистров фильтра отрицательных (NTR) и положительных (PTR) перепадов группы статуса операций. Эти регистры служат фильтрами полярности между регистром условий и регистром событий статуса операций. Эффект от их работы таков:

- Если установлен бит регистра фильтра отрицательных перепадов, то переход соответствующего бита регистра условий из состояния 1 в состояние 0 приводит к установке одноименного бита в регистре событий.
- Если установлен бит регистра фильтра положительных перепадов, то переход соответствующего бита регистра условий из состояния 0 в состояние 1 приводит к установке одноименного бита в регистре событий.
- Если в регистрах фильтра положительных и отрицательных перепадов установлен один и тот же бит, то любое изменение состояния соответствующего бита в регистре условий приводит к установке одноименного бита в регистре событий.
- Если в регистрах фильтра положительных и отрицательных перепадов сброшен один и тот же бит, то никакое изменение состояния соответствующего бита в регистре условий не приводит к установке одноименного бита в регистре событий.

Команда STATUS:PRESet устанавливает следующие значения этих регистров: NTR = 0; PTR = 32767.

**STATUS:QUESTionable[:EVENT]?**

Этот запрос возвращает содержимое регистра событий сомнительного статуса. Регистр событий предназначен только для чтения. В нем хранятся (фиксируются) все события, пропускаемые фильтрами отрицательных и/или положительных перепадов данной группы регистров. При чтении регистра событий сомнительного статуса происходит его очистка. Биты регистров сомнительного статуса имеют следующую конфигурацию:

Позиция бита	15-11	10	9	8-5	4	3	2	1	0
Значение бита	-	1024	512	-	16	-	4	2	1
Название бита	-	UNR	INH	-	OT	-	PF	OC	OV

UNR = выходные напряжение/ток не стабилизированы

INH = выход отключен одним из внешних сигналов запрета на разъем J1

OT = выход отключен цепью защиты от перегрева

PF = выход отключен из-за сбоя электропитания

OC = выход отключен цепью защиты от перегрузки по току  
 OV = выход отключен цепью защиты от перегрузки по напряжению

**STATus:QUEStionable:CONDition?**

Этот запрос возвращает содержимое регистра условий сомнительного статуса. Этот регистр предназначен только для чтения. Он содержит обновляемую в реальном времени (без фиксации) информацию о сомнительном статусе источника питания.

**STATus:QUEStionable:ENABle <value>**  
**STATus:QUEStionable:ENABle?**

Эта команда и соответствующий ей запрос производят запись и чтение содержимого регистра маски сомнительного статуса. Данный регистр представляет собой маску, которая определяет, какие биты регистра событий сомнительного статуса операций будут устанавливать итоговый бит сомнительного статуса (QUES) в регистре байта статуса. Этот бит за номером 3 является логической суммой (объединением по «ИЛИ») всех битов регистра событий сомнительного статуса, которые разрешены регистром маски сомнительного статуса. Команда STATus:PRESet устанавливает данный регистр в 0.

**STATus:QUEStionable:NTR <value>**  
**STATus:QUEStionable:PTR <value>**  
**STATus:QUEStionable:NTR?**  
**STATus:QUEStionable:PTR?**

Эти команды записывают и считывают содержимое регистров фильтра отрицательных (NTR) и положительных (PTR) перепадов группы сомнительного статуса. Эти регистры служат фильтрами полярности между регистром условий и регистром событий сомнительного статуса. Эффект от их работы таков:

- Если установлен бит регистра фильтра положительных перепадов, то переход соответствующего бита регистра условий из состояния 1 в состояние 0 приводит к установке одноименного бита в регистре событий.
- Если установлен бит регистра фильтра отрицательных перепадов, то переход соответствующего бита регистра условий из состояния 0 в состояние 1 приводит к установке одноименного бита в регистре событий.
- Если в регистрах фильтра положительных и отрицательных перепадов установлен один и тот же бит, то любое изменение состояния соответствующего бита в регистре условий приводит к установке одноименного бита в регистре событий.
- Если в регистрах фильтра положительных и отрицательных перепадов сброшен один и тот же бит, то никакое изменение состояния соответствующего бита в регистре условий не приводит к установке одноименного бита в регистре событий.

Команда STATus:PRESet устанавливает следующие значения этих регистров: NTR = 0; PTR = 32767.

**\*CLS**

Эта команда производит следующие действия в статусной системе:

- Очистка регистров событий статуса стандартных событий, статуса операций и сомнительного статуса.
- Очистка байта статуса и очереди ошибок.
- Если команда \*CLS следует непосредственно за символом конца программного сообщения (<NL>), то при этом также очищается очередь ошибок и сбрасывается бит MAV.

**\*ESE**

**\*ESE?**

Эта команда производит запись в регистр маски статуса стандартных событий. Содержимое этого регистра определяет, какие биты регистра событий статуса стандартных событий (см. \*ESR?) могут устанавливать итоговый бит статуса стандартных событий (ESB) в регистре байта статуса. Если бит равен 1, то соответствующее событие разрешено.

Бит ESB представляет собой логическую сумму (объединение по «ИЛИ») всех битов регистра событий статуса стандартных событий, которые разрешены регистром маски статуса стандартных событий. Запрос возвращает содержимое регистра маски статуса стандартных событий. Биты регистров маски статуса стандартных событий имеют следующую конфигурацию:

Позиция бита	7	6	5	4	3	2	1	0
Значение бита	128	-	32	16	8	4	-	1
Название бита	PON	-	CME	EXE	DDE	QUE	-	OPC

PON = произошло включение питания

CME = ошибка команды

EHE = ошибка выполнения

DDE = ошибка устройства

QUE = ошибка запроса

OPC = операция выполнена

#### \*ESR?

Этот запрос возвращает содержимое регистра событий статуса стандартных событий. Чтение содержимого регистра вызывает его очистку. По конфигурации битов этот регистр идентичен регистру маски статуса стандартных событий (см. \*ESE).

#### \*OPC

#### \*OPC?

Эта команда предписывает прибору установить бит OPC (бит 0) в регистре маски статуса стандартных событий, когда все незавершенные операции будут выполнены. *Незавершенные операции* считаются выполненными, когда:

- Все команды, переданные до команды \*OPC, выполнены. Сюда относятся в том числе и перекрывающиеся команды. Большинство команд выполняются последовательно, и выполнение их завершается прежде, чем начнется выполнение следующей команды. Команды, которые затрагивают выходное напряжение, выходной ток, состояние выхода, реле и запуск, выполняются параллельно (перекрываются) с последующими командами, переданными источнику питания. Команда \*OPC сигнализирует о том, что выполнение всех перекрывающихся команд завершено.
- Все запущенные операции выполнены. Команда \*OPC не предотвращает обработку последующих команд, но бит 0 не устанавливается до тех пор, пока все незавершенные операции не будут выполнены.

При поступлении запроса \*OPC? прибор помещает ASCII -символ «1» в очередь вывода, когда все незавершенные операции будут выполнены. В отличие от команды \*OPC, запрос \*OPC? предотвращает выполнение последующих команд. Этот запрос можно поместить в конце командной строки, чтобы программа могла ожидать поступления данных на шину, пока не получит «1» и з очереди вывода.

#### \*SRE

#### \*SRE?

Эта команда производит запись в регистр маски запроса на обслуживание. Содержимое этого регистра определяет, какие биты регистра байта статуса могут устанавливать итоговый бит общего статуса (MSS) и итоговый бит запроса на обслуживание (RQS). Установленный бит в регистре маски запроса на обслуживание разрешает соответствующий бит в регистре байта статуса, а бит 6 регистра байта статуса представляет собой логическую сумму (объединение по «ИЛИ») всех таких битов.

Когда контроллер производит последовательный опрос после получения запроса на обслуживание, бит RQS сбрасывается, а бит MSS остается установленным. Если очистить регистр маски запроса на обслуживание (путем записи в него значения 0), источник питания не сможет генерировать запрос на обслуживание к контроллеру. Запрос возвращает текущее содержимое регистра маски запроса на обслуживание.

#### \*STB?

Этот запрос возвращает содержимое регистра байта статуса, который содержит итоговые биты статуса и бит MAV очереди вывода. При чтении регистра байта статуса не происходит его очистки. Итоговые биты сбрасываются при чтении соответствующих регистров событий. Бит MAV сбрасывается при включении питания, при поступлении команды \*CLS или при исчерпании данных отклика. Последовательный опрос та же возвращает значение регистра байта статуса — с тем исключением, что в бите 6 возвращается значение бита запроса на обслуживание (RQS), а не итогового бита общего статуса (MSS).

Последовательный опрос приводит к сбросу бита RQS, но не MSS. Когда бит MSS установлен, это значит, что у источника питания есть одна или несколько причин для запроса на обслуживание.

Позиция бита	7	6	5	4	3	2	1-0
Значение бита	128	64	32	16	8	4	-
Название бита	OPER	MSS (RQS)	ESB	MAV	QUES	ERR	-

OPER = итоговый бит статуса операций

MSS = итоговый бит общего статуса

(RQS) = запрос на обслуживание

ESB = итоговый бит статуса стандартных событий

MAV = имеется сообщение

QUES = итоговый бит сомнительного статуса

ERR = очередь ошибок не пуста

#### **\*WAI**

Эта команда запрещает выполнение источником питания последующих команд до тех пор, пока все незавершенные операции не будут выполнены. Незавершенные операции определены в описании команды \*OPC. Отменить действие команды \*WAI можно только путем передачи источнику питания команды сброса устройства.

### Системные команды

Системные команды управляют системными функциями, не связанными напрямую с управлением выходами или статусом. Для управления системными функциями используются также общие команды.

**SYSTem:COMMunicate:RLState LOCAL|REMOte|RWLock**

**SYSTem:COMMunicate:RLState?**

Эта команда устанавливает режим управления прибором, как описано ниже.

<b>LOCAL</b>	Управление прибором производится с передней панели (клавиши передней панели активны).
<b>REMOte</b>	Управление прибором производится по дистанционному интерфейсу (клавиши передней панели активны).
<b>RWLock</b>	Клавиши передней панели заблокированы — управление прибором возможно только по дистанционному интерфейсу.

Режим управления прибором может также устанавливаться путем передачи команд по интерфейсу GPIB и некоторым другим интерфейсам ввода-вывода. Когда активно несколько дистанционных интерфейсов, режим управления прибором определяется тем интерфейсом, с которого поступила последняя команда изменения режима управления.

На режим управления не влияет команда \*RST и любые другие команды SCPI, кроме SYSTem:COMMunicate:RLState, однако при включении источника питания всегда устанавливается местный режим управления.

**SYSTem:COMMunicate:TCPIp:CONTRol?**

Этот запрос возвращает номер порта управляющего соединения. Он используется для установки управляющего соединения с прибором. Подробнее об этом см. в разделе «Использование сокетов» главы 4.

**SYSTem:ERRor?**

Этот запрос возвращает номер следующей ошибки и соответствующую строку сообщения из очереди ошибок. Очередь представляет собой FIFO-буфер, в который помещаются ошибки по мере их возникновения. При чтении ошибки она удаляется из очереди. Когда все ошибки прочитаны, запрос возвращает «0, NO ERROR». Если накопилось больше ошибок, чем может вместить очередь, последней ошибкой в очереди будет «-350, TOO MANY ERRORS» (коды ошибок см. в приложении B).

**SYSTem:VERSion?**

Этот запрос возвращает версию языка SCPI, которая поддерживается прибором. Возвращаемое значение имеет формат ГГГГ.В, где ГГГГ — это год, а В — номер версии за этот год.

**\*IDN?**

Этот запрос возвращает идентификационные данные источника питания. Возвращаемая строка состоит из четырех полей, разделенных запятыми.

Keysight Technologies	Производитель
xxxxxA	Номер модели, за которым следует буквенный суффикс
0	Ноль или серийный номер, если он есть
<A.xx.xx>,<A.xx.xx>	Версий микропрограммного обеспечения и версия источника питания

**\*OPT?**

Этот запрос возвращает информацию об установленных опциях. Если возвращается 0, это означает, что ни одной опции не установлено.

**\*RCL <state>**

Эта команда восстанавливает состояние источника питания, сохраненное ранее в ячейках памяти с номерами 0–15 при помощи команды \*SAV. Обратите внимание, что загрузить состояние можно только из той ячейки памяти, которая содержит ранее сохраненное состояние.

**ПРИМЕЧАНИЕ** При выключении источника питания все сохраненные состояния прибора теряются.

**\*RST**

Эта команда сбрасывает источник питания к заводским настройкам, которые приведены ниже. Обратите внимание, что команда \*RST приводит также к выполнению команды ABORt. После выполнения команды \*RST прибор переходит в следующее состояние:

CAL:STAT	Off	[SOUR:]CURR:PROT:STAT	Off
INIT:CONT	Off	[SOUR:]VOLT	0
OUTP	Off	[SOUR:]VOLT:LIM	0
[SOUR:]CURR	0	[SOUR:]VOLT:TRIG	0
[SOUR:]CURR:TRIG	0	[SOUR:]VOLT:PROT	MAXimum

**\*SAV <state>**

Эта команда сохраняет текущее состояние прибора в ячейке памяти с номером 0–15.

**ПРИМЕЧАНИЕ** При выключении источника питания все сохраненные состояния прибора теряются.

**\*TST?**

Этот запрос всегда возвращает ноль.

## Команды запуска

В число команд запуска входят команды ABORt, TRIGger и INITiate. Команды INITiate иницируют систему запуска. Команды TRIGger управляют запуском источника питания.

**ABORt**

Эта команда отменяет выполнение всех запущенных ранее операций и возвращают систему запуска в состояние бездействия (IDLE), если только не включен режим непрерывного запуска (INIT:CONT = ON). Кроме того, эта команда сбрасывает бит WtG в регистре условий статуса операций. Команда ABORt выполняется при включении питания и после выполнения команды \*RST.

**INITiate[:IMMediate][:TRANsient]**

Эта команда разрешает запуск выхода. Если запуск разрешен, сигнал запуска вызывает выполнение заданной операции. Если запуск не разрешен, сигналы запуска игнорируются.

**INITiate:CONTinuous[:TRANsient] ON|OFF**  
**INITiate:CONTinuous[:TRANsient]?**

Эта команда иницирует непрерывный запуск выхода. Параметр On (1) соответствует включенному состоянию, параметр Off (0) — отключенному. Если непрерывный запуск отключен, то перед каждым запуском необходимо иницировать систему запуска командой INITiate.

**TRIGger[:TRANsient][:IMMediate]**

Если система запуска иницирована, эта команда генерирует сигнал непосредственного запуска, который:

- иницирует изменение выходных тока или напряжения в соответствии с параметрами команд CURR:TRIG или VOLT:TRIG;
- сбрасывает бит WtG в регистре условий статуса операций после выполнения запущенных операций.

**TRIGger:SOURce BUS****TRIGger:SOURce?**

Эта команда выбирает источник сигнала запуска выхода. В качестве источника сигнала запуска может быть выбрана только шина (BUS).

**\*TRG**

Эта команда генерирует сигнал запуска, если в качестве источника такового выбрана шина (BUS). По своему действию данная команда идентична команде <GET>.

## 6. Примеры программ

Эта глава содержит несколько примеров программ, призванных помочь читателю в разработке собственных программ. Эти примеры служат лишь для демонстрации и приводятся в предположении, что читатель знаком с используемым языком программирования и средствами для создания и отладки процедур. Синтаксис команд SCPI описан в главе 5, «Справочник по языку».

Вам предоставляется право использовать, модифицировать, воспроизводить и распространять эти примеры программ (а также любые их модифицированные версии) любым способом без выплаты лицензионных отчислений при условии вашего согласия с тем, что компания Keysight Technologies не предоставляет никаких гарантий, не дает никаких обязательств и не несет никакой ответственности в отношении каких-либо примеров программ.

Примеры программ написаны на языке Microsoft Visual Basic 6.0 с использованием библиотеки ввода-вывода VISA COM. Для использования этих программ необходимо загрузить библиотеку VISA COM с компакт-диска с программным обеспечением для автоматизации (Automation-Ready CD-ROM). Сведения, касающиеся использования библиотеки VISA COM в других проектах на языке Visual Basic, см. в разделе «Программирование приборов» руководства по подключению прибора по интерфейсам USB/LAN/GPIB (USB/LAN/GPIB Interfaces Connectivity Guide) компании Keysight Technologies, также находящемся на этом компакт-диске.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ** На компакт-диске со справочной информацией об изделии (Product-Reference CDROM), прикрепленном к задней обложке настоящего руководства, также имеются примеры программ для следующих сред программирования:  
 Microsoft Visual Basic 6.0  
 Microsoft Visual C++ 6.0  
 Microsoft Excel

---

Кроме того, компакт-диск содержит драйверы IVI-COM и LabVIEW для источника питания.

## Пример программирования выходов

Эта программа устанавливает напряжение, ток, верхний предел напряжения и предельный ток. Затем она включает выход и измеряет напряжение. После этого программа производит проверку на наличие ошибок, и если таковые имеются, выдает соответствующее сообщение.

```
Sub main_EZ ()
  Dim IDN As String
  Dim IOaddress As String
  Dim ErrString As String
  ' В этой переменной хранится устанавливаемое значение напряжения
  Dim VoltSetting As Double
  ' В эту переменную считывается результат измерения напряжения
  Dim measVolt As Double
  ' В этой переменной хранится устанавливаемое значение тока
  Dim CurrSetting As Double
  ' В этих переменных хранятся параметры защиты от перегрузки по напряжению
  Dim overVoltSetting As Double
  ' В этих переменных хранятся параметры защиты от перегрузки по току
  Dim overCurrOn As Long
  ' Эти переменные необходимы для инициализации библиотеки VISA COM
  Dim ioMgr As KeysightRMLib.SRMClS
  Dim Instrument As VisaComLib.FormattedIO488
  ' Следующая командная строка предоставляет программе VISA -идентификатор
  ' интерфейса, с которым будет производиться работа.
  ' В настоящее время для использования выбран интерфейс GPIB.
  IOaddress = "GPIB0::5::INSTR"
  ' Для работы с интерфейсом LAN используйте следующую строку
  ' IOaddress="TCPIP0::141.25.36.214"
  ' Для работы с интерфейсом USB используйте следующую строку
```

```

` IOaddress = "USB0::2391::1799::US00000002"
` Инициализация обмена данными с VISA COM
Set ioMgr = New KeysightRMLib.SRMClS
Set Instrument = New VisaComLib.FormattedIO488
Set Instrument.IO = ioMgr.Open(IOaddress)
VoltSetting = 3
CurrSetting = 1.5 ` ток в амперах
overVoltSetting = 10
overCurrOn = 1 ` 1 – вкл., 0 – выкл.
With Instrument
` Подача команды сброса на прибор
.WriteString "*RST"
` Запрос строки идентификации прибора
.WriteString "*IDN?"
IDN = .ReadString
` Установка напряжения
.WriteString "VOLT" & Str$(VoltSetting)
` Установка верхнего предела напряжения
.WriteString "VOLT:PROT:LEV " & Str$(overVoltSetting)
` Включение защиты от перегрузки по току
.WriteString "CURR:PROT:STAT " & Str$(overCurrOn)
` Установка тока
.WriteString "CURR " & Str$(CurrSetting)
` Включение выхода
.WriteString "OUTP ON"
` Прежде чем продолжать, необходимо убедиться, что выход включен
.WriteString "*OPC?"
.ReadString
` Измерение напряжения
.WriteString "Meas:Volt?"
measVolt = .ReadNumber
MsgBox "Измеренное напряжение равно " & Str$(measVolt)
` Проверка наличия ошибок
.WriteString "Syst:err?"
ErrString = .ReadString
` Вывод сообщения при наличии ошибок
If Val(ErrString) Then
    MsgBox "Ошибка прибора!" & vbCrLf & ErrString
End If
End With
End Sub

```

## Пример программирования запуска

Этот пример демонстрирует, как организовать изменение выходного напряжения и тока по сигналу запуска. Напряжение измеряется перед запуском и после него.

```

Sub main_Trig()
    Dim IDN As String
    Dim IOaddress As String
    Dim ErrString As String
    Dim msg1 As String
    ` Эта переменная используется для контроля статуса
    Dim stat As Long
    ` В этой переменной хранится устанавливаемое значение напряжения
    Dim VoltSetting As Double
    ` В эту переменную считывается результат измерения напряжения
    Dim MeasureVolt As Double
    ` В этой переменной хранится устанавливаемое значение тока
    Dim CurrSetting As Double
    ` В этой переменной хранится целевое значение тока

```

```

Dim trigCurrSetting As Double
' В этой переменной хранится целевое значение напряжения
Dim trigVoltSetting As Double
' Эта константа представляет значение регистра
' для ожидания сигнала запуска
Const WTG = 32
' Эти переменные необходимы для инициализации библиотеки VISA COM
Dim ioMgr As KeysightRMLib.SRMCLs
Dim Instrument As VisaComLib.FormattedIO488
' В следующей строке указан VISA -идентификатор
' интерфейса GPIB
IOaddress = "GPIB0::5::INSTR"
' Для работы с интерфейсом LAN используйте следующую строку
' IOaddress="TCPIP0::141.25.36.214"
' Для работы с интерфейсом USB используйте следующую строку
' IOaddress = "USB0::2391::1799::US00000002"
' Инициализация обмена данными с VISA COM
Set ioMgr = New KeysightRMLib.SRMCLs
Set Instrument = New VisaComLib.FormattedIO488
Set Instrument.IO = ioMgr.Open(IOaddress)
VoltSetting = 3 ' напряжение в вольтах
CurrSetting = 2 ' ток в амперах
trigVoltSetting = 5 ' напряжение в вольтах
trigCurrSetting = 3 ' ток в амперах
With Instrument
' Подача команды сброса на прибор
.WriteString "*RST"
' Запрос строки идентификации прибора
.WriteString "*IDN?"
IDN = .ReadString
' Установка напряжения
.WriteString "VOLT" & Str$(VoltSetting)
' Установка тока
.WriteString "CURR " & Str$(CurrSetting)
' Установка целевых уровней напряжения и тока
.WriteString "VOLT:TRIG " & Str$(trigVoltSetting)
.WriteString "CURR:TRIG " & Str$(trigCurrSetting)
' Включение выхода
.WriteString "OUTP ON"
' Прежде чем продолжать, необходимо убедиться, что выход включен
.WriteString "*OPC?"
.ReadString
' Измерение напряжения перед запуском
.WriteString "MEAS:VOLT?"
MeasureVolt = .ReadNumber
' Сохранение значения для последующего отображения
msg1$ = "Напряжение до запуска = " & Str$(MeasureVolt)
' Инициирование системы запуска
.WriteString "INIT"
' Проверка того, что система инициирована
Do
WriteString "STAT:OPER:COND?"
stat = .ReadNumber
Loop Until ((stat And WTG) = WTG)
' Запуск прибора
WriteString "**TRG"
' Проверка того, что запущенные операции выполнены
WriteString "*OPC?"
ReadString
' Измерение напряжения после запуска
WriteString "MEAS:VOLT?"
MeasureVolt = .ReadNumber

```

```

' Вывод измеренных значений
MsgBox msg1$ + Chr$(13) + "Напряжение после запуска = " & Str$(MeasureVolt)
' Проверка наличия ошибок
WriteString "Sys:err?"
ErrString = .ReadString
' Вывод сообщения при наличии ошибок
If Val(ErrString) Then
    MsgBox "Ошибка прибора!" & vbCrLf & ErrString
End If
End With
End Sub

```

## Приложение А. Технические характеристики

В этой главе приведены основные и дополнительные технические характеристики источников питания Keysight N5700. В конце главы приведен габаритный чертеж прибора.

Если не указано иное, технические характеристики гарантируются в диапазоне окружающих температур от 0 до 40 °С. Измерение производится на клеммах задней панели после 30-минутного прогрева. Измерительные клеммы соединены внешними перемычками с соответствующими вых одными клеммами.

Дополнительные характеристики не гарантируются, а лишь описывают типовые эксплуатационные параметры, определяемые в ходе конструкционных или типовых испытаний.

### Основные характеристики

#### Модели Keysight N5741A–N5752A и N5761A–N5772A

Модель	N5741A N5761A	N5742A N5762A	N5743A N5763A	N5744A N5764A	N5745A N5765A	N5746A N5766A	N5747A N5767A	N5748A N5768A	N5749A N5769A	N5750A N5770A	N5751A N5771A	N5752A N5772A
Номинальные параметры выходов постоянного тока: <sup>1</sup>												
Напряжение	6 В	8 В	12,5 В	20 В	30 В	40 В	60 В	80 В	100 В	150 В	300 В	600 В
Ток (750 Вт)	100 А	90 А	60 А	38 А	25 А	19 А	12,5 А	9,5 А	7,5 А	5 А	2,5 А	1,3 А
Ток (1500 Вт)	180 А	165 А	120 А	76 А	50 А	38 А	25 А	19 А	15 А	10 А	5 А	2,6 А
Мощность (750 Вт)	600 Вт	720 Вт	750 Вт	760 Вт	750 Вт	760 Вт	750 Вт	760 Вт	750 Вт	750 Вт	750 Вт	780 Вт
Мощность (1500 Вт)	1080 Вт	1320 Вт	1500 Вт	1520 Вт	1500 Вт	1520 Вт	1500 Вт	1520 Вт	1500 Вт	1500 Вт	1500 Вт	1560 Вт
<b>Пульсации и шум на выходе:</b>												
Размах в режиме стабильности напр-ия <sup>2</sup>	60 мВ	80 мВ	80 мВ	100 мВ	150 мВ	300 мВ						
Ср-кв. значение в режиме стабильности напр-ия <sup>3</sup>	8 мВ	12 мВ	20 мВ	60 мВ								
<b>Влияние нагрузки:</b> (при переходе с 10 до 90% от максимальной нагрузки)												
Напряжение	2,6 мВ	2,8 мВ	3,25 мВ	4 мВ	5 мВ	6 мВ	8 мВ	10 мВ	12 мВ	17 мВ	32 мВ	62 мВ
Ток (750 Вт)	25 мА	23 мА	17 мА	12,6 мА	10 мА	8,8 мА	7,5 мА	6,9 мА	6,5 мА	6 мА	5,5 мА	5,26 мА
Ток (1500 Вт)	41 мА	38 мА	29 мА	20,2 мА	15 мА	12,6 мА	10 мА	8,8 мА	8 мА	7 мА	6 мА	5,5 мА
<b>Влияние источника:</b> (изменение напряжения сети в диапазоне 85–132 В или 170–265 В переменного тока)												
Напряжение	2,6 мВ	2,8 мВ	3,25 мВ	4 мВ	5 мВ	6 мВ	8 мВ	10 мВ	12 мВ	17 мВ	32 мВ	62 мВ
Ток (750 Вт)	12 мА	11 мА	8 мА	5,8 мА	4,5 мА	3,9 мА	3,25 мА	2,95 мА	2,75 мА	2,5 мА	2,25 мА	2,13 мА
Ток (1500 Вт)	20 мА	18,5 мА	14 мА	9,6 мА	7 мА	5,8 мА	4,5 мА	3,9 мА	3,5 мА	3 мА	2,5 мА	2,26 мА
<b>Погрешность программной установки:<sup>1</sup></b>												
Напряжение, 0,05%+	3 мВ	4 мВ	6,25 мВ	10 мВ	15 мВ	20 мВ	30 мВ	40 мВ	50 мВ	75 мВ	150 мВ	300 мВ
Ток (750 Вт), 0,1%+	100 мА	90 мА	60 мА	38 мА	25 мА	19 мА	12,5 мА	9,5 мА	7,5 мА	5 мА	2,5 мА	1,3 мА
Ток (1500 Вт), 0,1%+	180 мА	165 мА	120 мА	76 мА	50 мА	38 мА	25 мА	19 мА	15 мА	10 мА	5 мА	2,6 мА
<b>Погрешность измерения:</b>												
Напряжение, 0,1%+	6 мВ	8 мВ	12,5 мВ	20 мВ	30 мВ	40 мВ	60 мВ	80 мВ	100 мВ	150 мВ	300 мВ	600 мВ

Модель	N5741A N5761A	N5742A N5762A	N5743A N5763A	N5744A N5764A	N5745A N5765A	N5746A N5766A	N5747A N5767A	N5748A N5768A	N5749A N5769A	N5750A N5770A	N5751A N5771A	N5752A N5772A
Ток (750 Вт), 0,1%+	300 мА	270 мА	180 мА	114 мА	75 мА	57 мА	37,5 мА	28,5 мА	22,5 мА	15 мА	7,5 мА	3,9 мА
Ток (1500 Вт), 0,1%+	540 мА	495 мА	360 мА	228 мА	150 мА	114 мА	75 мА	57 мА	45 мА	30 мА	15 мА	7,8 мА
<b>Время затухания переходного процесса на нагрузке</b> (время возвращения выходного напряжения в диапазон $\pm 0,5\%$ от номинального значения при изменении тока нагрузки с 10 до 90% от номинального значения выходного тока)												
Время	$\leq 1,5$ мс	$\leq 1,5$ мс	$\leq 1,5$ мс	$\leq 1$ мс	$\leq 1$ мс	$\leq 1$ мс	$\leq 1$ мс	$\leq 1$ мс	$\leq 1$ мс	$\leq 2$ мс	$\leq 2$ мс	$\leq 2$ мс
Заданное значение напряжения	10–100% от номинального выходного напряжения											

<sup>1</sup> Для минимального напряжения гарантируется погрешность не более 0,2% от номинального выходного напряжения. <sup>1</sup> Для минимального тока гарантируется погрешность не более 0,4% от номинального выходного тока.

<sup>2</sup> 20 МГц

<sup>3</sup> От 5 Гц до 1 МГц

## Дополнительные характеристики

### Модели Keysight N5741A–N5752A и N5761A–N5772A

Модель	N5741A N5761A	N5742A N5762A	N5743A N5763A	N5744A N5764A	N5745A N5765A	N5746A N5766A	N5747A N5767A	N5748A N5768A	N5749A N5769A	N5750A N5770A	N5751A N5771A	N5752A N5772A
<b>Время отклика выхода:</b> (время установления выходного параметра в диапазоне $\pm 1,0\%$ от номинального значения при резистивной нагрузке)												
Увеличение, макс. нагрузка	0,08 с	0,08 с	0,08 с	0,08 с	0,08 с	0,08 с	0,08 с	0,15 с	0,15 с	0,15 с	0,15 с	0,25 с
Уменьшение, макс. нагрузка	0,05 с	0,05 с	0,05 с	0,05 с	0,08 с	0,08 с	0,08 с	0,15 с	0,15 с	0,15 с	0,15 с	0,30 с
Уменьшение, без нагрузки	0,5 с	0,6 с	0,7 с	0,8 с	0,9 с	1,0 с	1,1 с	1,2 с	1,5 с	2,0 с	3,0 с	4 с
<b>Время отклика на команды:</b> (это значение в сумме с временем отклика выхода дает суммарное время программной установки)												
	55 мс											
<b>Компенсация падения напряжения в проводах нагрузки при дистанционном измерении:</b>												
В/провод	1 В	1 В	1 В	1 В	1,5 В	2 В	3 В	4 В	5 В	5 В	5 В	5 В
<b>Защита от перегрузки по напряжению:</b>												
Диапазон	0,5–7,5 В	0,5–10 В	1–15 В	1–24 В	2–36 В	2–44 В	5–66 В	5–88 В	5–110 В	5–165 В	5–330 В	5–660 В
Погрешность	0,06 В	0,08 В	0,125 В	0,20 В	0,30 В	0,40 В	0,60 В	0,80 В	1 В	1,5 В	3 В	6 В
<b>Пульсации и шум на выходе:</b> (от 5 Гц до 1 МГц, в диапазоне 10–100% от выходного напряжения при максимальной нагрузке; для приборов на номинальное напряжение 6 В — в диапазоне 33–100% от выходного напряжения)												
Ср-кв. значение в режиме стабилизации тока (750 Вт)	200 мА	180 мА	120 мА	76 мА	63 мА	48 мА	38 мА	29 мА	23 мА	18 мА	13 мА	8 мА
Ср-кв. значение в режиме стабилизации тока (1500 Вт)	360 мА	330 мА	240 мА	152 мА	125 мА	95 мА	75 мА	57 мА	45 мА	35 мА	25 мА	12 мА
<b>Разрешающая способность программной установки: Разрешающая способность измерения:</b>												
Напряжение	0,72 мВ	0,96 мВ	1,5 мВ	2,4 мВ	3,6 мВ	4,8 мВ	7,2 мВ	9,6 мВ	12 мВ	18 мВ	36 мВ	72 мВ
Ток (750 Вт)	12 мА	10,8 мА	7,2 мА	4,56 мА	3 мА	2,3 мА	1,5 мА	1,14 мА	0,9 мА	0,6 мА	0,3 мА	0,156 мА
Ток (1500 Вт)	21,6 мА	19,8 мА	14,4 мА	9,12 мА	6 мА	4,6 мА	3 мА	2,28 мА	1,8 мА	1,2 мА	0,6 мА	0,312 мА
<b>Погрешность цифрового индикатора на передней панели:</b> (4 разряда; $\pm 1$ отсчет)												
Напряжение	30 мВ	40 мВ	62,5 мВ	100 мВ	150 мВ	200 мВ	300 мВ	400 мВ	500 мВ	750 мВ	1,5 В 3 В	
Ток (750 Вт)	500 мА	450 мА	300 мА	190 мА	125 мА	95 мА	62,5 мА	47,5 мА	37,5 мА	25 мА	12,5 мА	6,5 мА
Ток (1500 Вт)	900 мА	825 мА	600 мА	380 мА	250 мА	190 мА	125 мА	95 мА	75 мА	50 мА	25 мА	13 мА
<b>Температурный дрейф:</b> (за 8 ч, после 30-минутного прогрева, при постоянных напряжении сети, нагрузке и температуре)												
Напряжение	3 мВ	4 мВ	6,25 мВ	10 мВ	15 мВ	20 мВ	30 мВ	40 мВ	50 мВ	75 мВ	150 мВ	300 мВ
Ток (750 Вт)	50 мА	45 мА	30 мА	19 мА	12,5 мА	9,5 мА	6,25 мА	4,75 мА	3,75 мА	2,5 мА	1,25 мА	6,5 мА
Ток (1500 Вт)	90 мА	82,5 мА	60 мА	38 мА	25 мА	19 мА	12,5 мА	9,5 мА	7,5 мА	5 мА	2,5 мА	1,3 мА
<b>Температурный коэффициент:</b> (после 30-минутного прогрева)												
Напряжение и ток	$1 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ от номинального значения напряжения или тока											

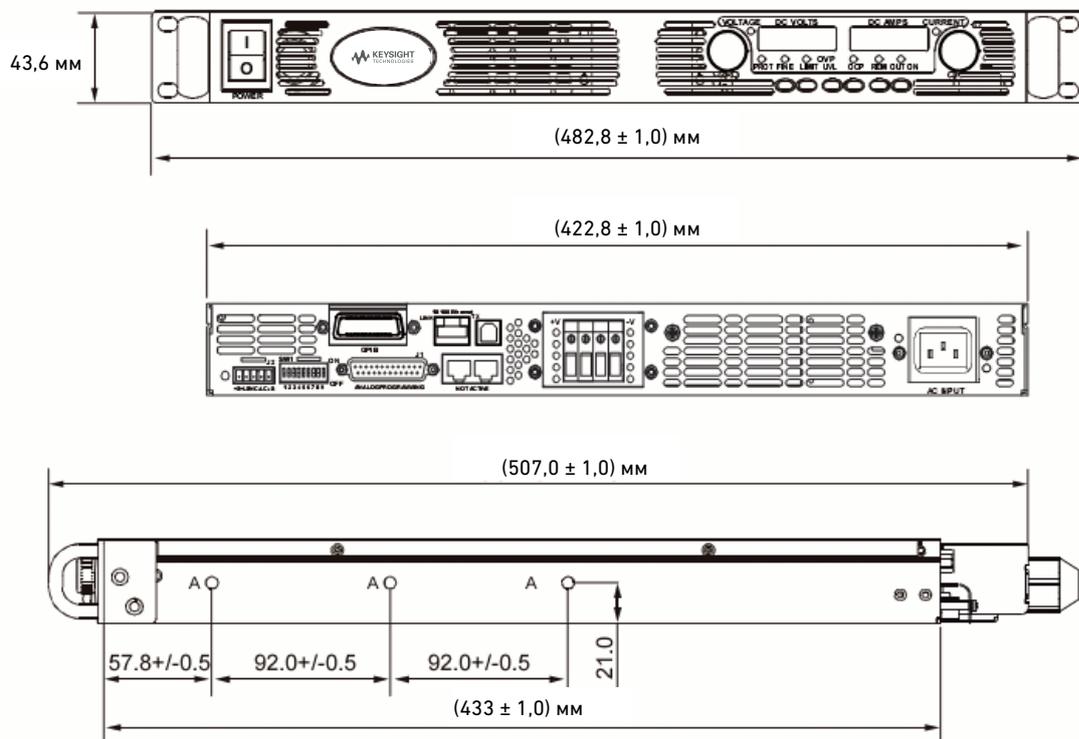
Модель	N5741A N5761A	N5742A N5762A	N5743A N5763A	N5744A N5764A	N5745A N5765A	N5746A N5766A	N5747A N5767A	N5748A N5768A	N5749A N5769A	N5750A N5770A	N5751A N5771A	N5752A N5772A
<b>Аналоговые программирование и контроль:</b>												
Vout (напряжение)	0–100%, 0–5 В/0–10 В, выбирается пользователем, погрешность и линейность = $\bar{\Gamma}$ 0,5% от номинального значения Vout											
Iout (напряжение)	0–100%, 0–5 В/0–10 В, выбирается пользователем, погрешность и линейность = $\bar{\Gamma}$ 1% от номинального значения Iout											
Vout (сопротивление)	0–100%, 0–5 кОм/0–10 кОм, выбирается пользователем, погрешность и линейность = $\bar{\Gamma}$ 1% от номинального значения Vout											
Iout (сопротивление)	0–100%, 0–5 кОм/0–10 кОм, выбирается пользователем, погрешность и линейность = $\bar{\Gamma}$ 1,5% от номинального значения Iout											
Контроль Iout	0–5 В/0–10 В, выбирается пользователем, погрешность = 1%											
Контроль Vout	0–5 В/0–10 В, выбирается пользователем, погрешность = 1%											
Управление состоянием выходов	Напряжение: 0–6 В/2–15 В или сухой контакт, логика выбирается пользователем											
Сигнал работоспособности	5 В = нормальная работа; 0 В = ошибка; последовательное сопротивление 500 Ом											
Сигнал режима стабилизации	Режим стабилизации напряжения = высокий уровень TTL (4–5 В), ток источника 10 мА; режим стабилизации тока = высокий уровень TTL (4–5 В), потребляемый ток 10 мА											
Разрешение / запрет	Сухой контакт: разомкнут = выкл., замкнут = вкл. Максимальное напряжение на контакте = 6 В.											

### Модели Keysight N5741A–N5752A и N5761A–N5772A

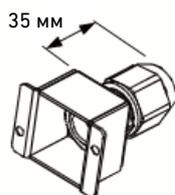
Модель	N5741A N5761A	N5742A N5762A	N5743A N5763A	N5744A N5764A	N5745A N5765A	N5746A N5766A	N5747A N5767A	N5748A N5768A	N5749A N5769A	N5750A N5770A	N5751A N5771A	N5752A N5772A
<b>Работа в режиме последовательного и параллельного соединения:</b>												
Параллельное соединение	Возможно параллельное соединение до 4 идентичных приборов в конфигурации Гбведущий/ведомыйГв с балансировкой тока по одному проводу											
Послед. соединение	Возможно последовательное соединение до 2 идентичных приборов с использованием внешних защитных диодов											
<b>Хранение состояний прибора:</b>												
Энергонезав. память	16 ячеек (с номерами 0–15)											
<b>Возможности интерфейсов:</b>												
GPIB	Интерфейс, совместимый со стандартами SCPI-1993, IEEE 488.2											
Соответствие стандарту LXI	Класс С (действительно только для устройств с этикеткой LXI на передней панели)											
USB 2.0	Требует наличия библиотеки ввода-вывода Keysight IO Library версий L.01.01 или 14.0 и выше											
10/100 LAN	Требует наличия библиотеки ввода-вывода Keysight IO Library версий L.01.01 или 14.0 и выше											
<b>Условия окружающей среды:</b>												
Условия окружающей среды	Для использования в помещении, категория электроустановок II (для сети переменного тока), степень загрязнения 2											
Температура (эксплуатация)	От 0 до 40°C при нагрузке 100%											
Температура (хранение)	От –20 до 70°C											
Влажность (эксплуатация)	Относительная влажность — от 30 до 90% (без конденсации)											
Влажность (хранение)	Относительная влажность — от 10 до 95% (без конденсации)											
Высота	До 3000 м. Выше 2000 м выходной ток уменьшается на 2% каждые 100 м, а максимальная температура окружающего воздуха — на 1 °C каждые 100 м. (Для моделей на номинальную мощность 1500 Вт и номинальное напряжение от 60 до 600 В уменьшается либо выходной ток, либо температура, но не оба параметра одновременно.)											
Светодиоды	Все светодиоды в этом устройстве относятся к классу 1 согласно стандарту IEC 825 -1											

Модель	N5741A N5761A	N5742A N5762A	N5743A N5763A	N5744A N5764A	N5745A N5765A	N5746A N5766A	N5747A N5767A	N5748A N5768A	N5749A N5769A	N5750A N5770A	N5751A N5771A	N5752A N5772A
<b>Соответствие нормативно-законодательным требованиям:</b>												
ЭМС	Соответствует требованиям директивы ЕС по электромагнитной совместимости (89/336/EEC) как контрольно-измерительный прибор класса А. Соответствует австралийскому стандарту и имеет маркировку C-Tick. Это устройство промышленного, научного или медицинского назначения соответствует канадскому стандарту ICES-001. Cet appareil ISM est conforme a la norme NMB -001 du Canada. Электростатические разряды напряжением свыше 1 кВ вблизи разъемов интерфейсов могут привести к сбросу устройства и потребовать вмешательства оператора.											
Безопасность	Соответствует требованиям директивы ЕС по низковольтному оборудованию (73/23/EEC) и имеет маркировку CE. Соответствует стандартам безопасности США и Канады для контрольно-измерительных приборов.											
<b>Акустический шум:</b>												
Данное заявление приводится в соответствии с требованиями германской директивы по звукоизлучению от 18 января 1991 г. Звуковое давление $L_p < 70$ дБ(А), * в месте нахождения оператора, * нормальная работа, * согласно EN 27779 (типовые испытания) Schalldruckpegel $L_p < 70$ дБ(А) * Am Arbeitsplatz, * Normaler Betrieb, * Nach EN 27779 (Typprüfung).												
<b>Развязка выходных клемм:</b>												
Приборы на номинальное напряжение от 6 до 60 В	Ни одна выходная клемма не должна иметь постоянный потенциал выше +60 В или ниже -60 В относительно любой другой клеммы или шасси.											
Приборы на номинальное напряжение от 80 до 600 В	Ни одна выходная клемма не должна иметь постоянный потенциал выше +600 В или ниже -600 В относительно любой другой клеммы или шасси.											
<b>Питание от сети переменного тока:</b>												
Номинальное напряжение сети	100–240 В переменного тока; 50/60 Гц											
Потребляемый ток (750 Вт)	10,5 А при номинальном напряжении сети 100 В переменного тока; 5 А при номинальном напряжении сети 200 В переменного тока											
Потребляемый ток (1500 Вт)	21 А при номинальном напряжении сети 100 В переменного тока; 11 А при номинальном напряжении сети 200 В переменного тока											
Диапазон напряжений сети	85–265 В переменного тока; 47–63 Гц.											
Коэффициент мощности	0,99 при номинальном напряжении сети и номинальной выходной мощности											
КПД	76–87% для моделей на номинальную мощность 750 Вт; 77–88% для моделей на номинальную мощность 1500 Вт											
Пусковой ток	< 25 А для моделей на номинальную мощность 750 Вт; < 50 А для моделей на номинальную мощность 1500 Вт											

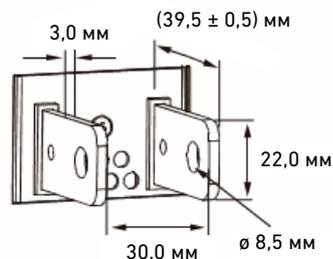
Габаритный чертеж



Усиливающая втулка  
 Модели на номинальную  
 мощность 1500 Вт



Шина  
 Модели на номинальное  
 напряжение от 6 до 60 В



**ПРИМЕЧАНИЯ:**

Отверстия, обозначенные буквой «А», служат для монтажа стоечных салазок. Используйте только винты размером максимум #10-32 × 0,38”.

## Приложение Б. Проверка и калибровка

Процедуры проверки, описанные в этом приложении, позволяют убедиться, что источник питания функционирует нормально и его характеристики соответствуют опубликованным.

В этом приложении также описаны процедуры калибровки источников питания Keysight N5700. Даны инструкции по выполнению этих процедур с контроллера по интерфейсу GPIB.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Проведите проверочные испытания, прежде чем приступать к калибровке источника питания. Если источник питания успешно прошел проверочные испытания, это означает, что его характеристики находятся в допустимых пределах, и повторной калибровки не требуется.

Рекомендуемая периодичность калибровки источников питания Keysight N5700 — один раз в год.

### Проверка

Процедуры проверки позволяют убедиться, что источник питания функционирует нормально, и его характеристики соответствуют опубликованным. Есть два типа проверочных испытаний:

**Проверка характеристик** Эти испытания позволяют убедиться, что источник питания соответствует всем характеристикам, перечисленным в приложении А. Они также могут использоваться для проверки правильности калибровки прибора.

**Калибровка** Эти процедуры позволяют откалибровать источник питания. Если источник питания не прошел какое-либо из испытаний или если в ходе испытания были получены аномальные результаты, попытайтесь откалибровать прибор. Если калибровку выполнить не удалось, верните прибор в компанию Keysight Technologies для ремонта (см. приложение Г).

#### Необходимое оборудование

Для калибровки и проверки характеристик прибора необходимо иметь оборудование, перечисленное в следующей таблице или эквивалентное ему. В конце этого раздела приведены бланки протоколов испытаний.

Тип	Характеристики	Рекомендуемая модель
Цифровой вольтметр	Разрешение: 10 нВ при напряжении 1 В; Индикатор: 8 1/2 разряда Погрешность: $2 \cdot 10^{-5}$	Keysight 3458A или эквивалент
Монитор тока	15 А (0,1 Ом) 0,04%, темп. коэф. = $5 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 100 А (0,1 Ом) 0,04%, темп. коэф. = $5 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 300 А (0,001 Ом) 0,04%, темп. коэф. = $5 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$	Guildline 9230/15 Guildline 9230/100 Guildline 9230/300
Нагрузочный резистор	Для моделей на номинальную мощность 750 Вт: 0,06, 0,09, 0,21, 0,53, 1,20, 2,11, 4,80, 8,42, 13,33, 30,0, 120 и 462 Ом; все резисторы на минимальную мощность 1 кВт. Для моделей на номинальную мощность 1500 Вт: 0,03, 0,04, 0,10, 0,26, 0,60, 1,05, 2,40, 4,21, 6,67, 15,0, 60 и 231 Ом; все резисторы на минимальную мощность 2 кВт.	
Электронная нагрузка	Минимум 150 В, 100 А (для моделей N5741–N5750A) Минимум 150 В, 180 А (для моделей N5761–N5770A)	Базовый блок Keysight N3300A с тремя модулями N3305A
Контроллер GPIB	Полный спектр возможностей GPIB (для калибровки прибора по интерфейсу GPIB)	Keysight 82350B или эквивалент
Осциллограф	Чувствительность: 1 мВ Ограничение полосы частот: 20 МГц Пробник: 1:1 с наконечником РЧ-диапазона	Keysight Infiniium или эквивалент

Тип	Характеристики	Рекомендуемая модель
Вольтметр действующих значений	Измерение истинного среднеквадратичного значения Полоса частот: 20 МГц Чувствительность: 100 мкВ	Rhode and Schwartz URE3 или эквивалент
Дифференциальный усилитель	Полоса частот: 20 МГц	LeCroy 1855A, DA1850A или эквивалент
Согласованные нагрузки	1 – согласованная нагрузка BNC сопротивлением 50 Ом 2 – согласующие резисторы 50 Ом, 1/8 Вт	
Регулируемый трансформатор или источник переменного напряжения	Должен позволять устанавливать максимально допустимое номинальное напряжение сети. Мощность: 2000 ВА	Keysight 6813B или эквивалент

## Методики измерения

### Электронная нагрузка

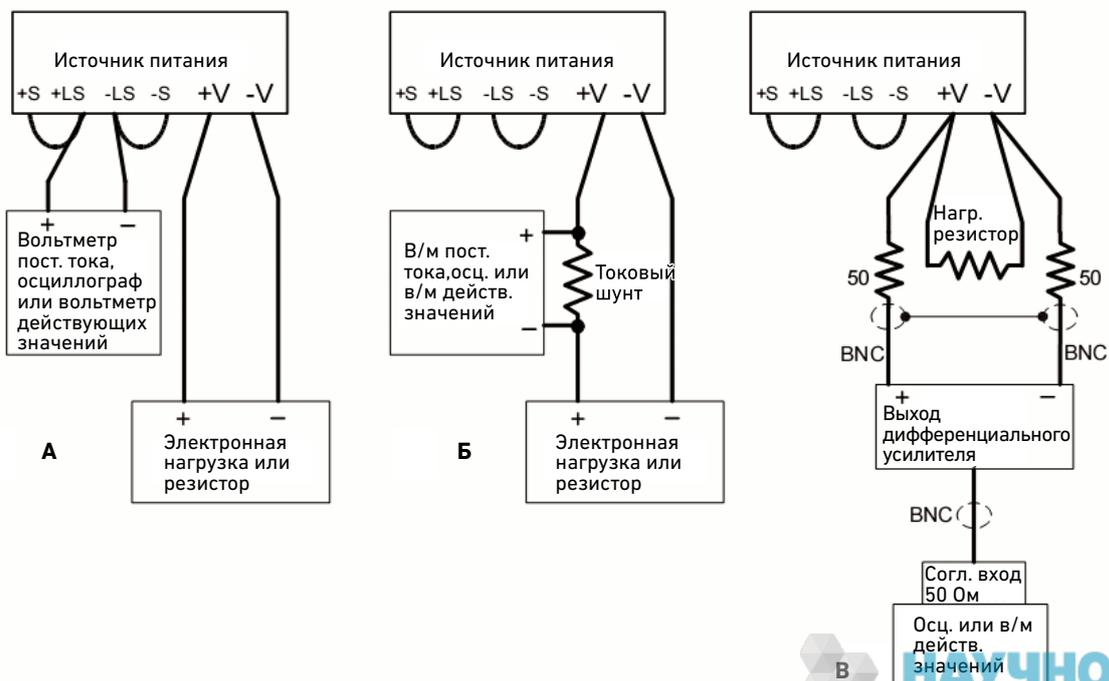
Многие процедуры испытаний требуют использования регулируемой нагрузки, способной рассеивать необходимую мощность. При использовании переменного резистора необходимо использовать выключатели для его подсоединения, отсоединения или закорачивания. Для большинства испытаний можно использовать электронную нагрузку. Электронная нагрузка значительно проще в использовании, чем нагрузочные резисторы, но она может не обладать достаточно малым временем реакции для измерения времени затухания переходных процессов и может быть слишком шумной для измерения уровня шума (PARD). Вместо регулируемой нагрузки могут использоваться постоянные нагрузочные резисторы с незначительными изменениями в процедурах испытаний. Кроме того, если используются испытательные системы с компьютерным управлением, может возникнуть необходимость учесть относительно большие времена установления и скорости изменения напряжения, характерные для источника питания (по сравнению с компьютерами и вольтметрами системы). Если испытательная система опережает источник питания по быстродействию, в испытательной программе можно использовать операторы Wait.

### Токоизмерительный резистор

Для компенсации ошибки при измерении тока, вызванной падением напряжения в проводах нагрузки и соединениях, используется 4-контактный токовый шунт. У него внутри клемм для подсоединения нагрузки имеются специальные клеммы для измерения тока. Вольтметр следует подсоединять непосредственно к клеммам для измерения тока.

### Испытательная установка

На следующем рисунке изображена испытательная установка, используемая для выполнения процедур проверки.



## Испытания в режиме стабилизации напряжения

**ПРИМЕЧАНИЕ** Настройки проверяемой модели см. на соответствующем бланке протокола испытаний.

### Погрешность программной установки и считывания напряжения

*Категория испытаний = характеристики, калибровка*

Это испытание позволяет убедиться, что характеристики программной установки и измерения напряжения находятся в заявленных пределах.

1. Выключите источник питания и подсоедините цифровой вольтметр непосредственно к клеммам «+S» и «-S», как показано на рис. А. Не подсоединяйте нагрузку.
2. Включите источник питания и установите нулевое выходное напряжение, а выходной ток установите равным максимальному устанавливаемому значению тока ( $I_{max}$ ) при отключенной нагрузке. Индикатор CV должен гореть, а показание выходного тока должно приблизительно равняться нулю.
3. Запишите показания выходного напряжения на цифровом вольтметре и на индикаторе передней панели. Показания должны находиться в пределах, указанных на бланке протокола испытаний для соответствующей модели в разделе «Программная установка и считывание напряжения», «Минимальное напряжение Vout».
4. Установите максимальное номинальное выходное напряжение.
5. Запишите показания выходного напряжения на цифровом вольтметре и на индикаторе передней панели. Показания должны находиться в пределах, указанных на бланке протокола испытаний для соответствующей модели в разделе «Программная установка и считывание напряжения», «Высокое напряжение Vout».

### Влияние нагрузки на стабилизацию напряжения

*Категория испытаний = характеристики*

В ходе этого испытания измеряется изменение выходного напряжения, вызванное изменением выходного тока при переходе от максимальной нагрузки к отсутствию нагрузки.

1. Выключите источник питания и подсоедините цифровой вольтметр и электронную нагрузку, как показано на рис. А.
2. Включите источник питания и установите выходной ток, равный максимальному устанавливаемому значению тока ( $I_{max}$ ), и максимальное номинальное выходное напряжение.
3. Установите параметры электронной нагрузки в расчете на максимальный номинальный выходной ток. Индикатор CV на передней панели должен гореть. Если он не горит, скорректируйте параметры нагрузки так, чтобы выходной ток несколько уменьшился.
4. Запишите показание выходного напряжения с цифрового вольтметра.
5. Разомкните контакты нагрузки и снова запишите показание напряжения с цифрового вольтметра. Разница между показаниями цифрового вольтметра, полученными на шагах 4 и 5, и представляет собой влияние нагрузки. Величина этого влияния не должна превышать значение, указанное на бланке протокола испытаний для соответствующей модели в разделе «Влияние нагрузки на стабилизацию напряжения».

### Влияние источника на стабилизацию напряжения

*Категория испытаний = характеристики*

В ходе этого испытания измеряется изменение выходного напряжения, вызванное изменением напряжения сети питания от минимального до максимального значения в пределах номинального диапазона напряжений сети.

1. Выключите источник питания и включите его в сеть через регулируемый трансформатор.
2. Подсоедините цифровой вольтметр и электронную нагрузку, как показано на рис. А. Установите номинальное напряжение на регулируемом трансформаторе.
3. Включите источник питания и установите выходной ток, равный максимальному устанавливаемому значению тока ( $I_{max}$ ), и максимальное номинальное выходное напряжение.

4. Установите параметры электронной нагрузки в расчете на максимальный номинальный выходной ток. Индикатор CV на передней панели должен гореть. Если он не горит, скорректируйте параметры нагрузки так, чтобы выходной ток несколько уменьшился.
5. Установите на регулируемом трансформаторе минимальное напряжение сети (85 В для сети с номинальным напряжением 100/120 В и 170 В для сети с номинальным напряжением 200/240 В).
6. Запишите показание выходного напряжения с цифрового вольтметра.
7. Установите на регулируемом трансформаторе максимальное напряжение сети (132 В для сети с номинальным напряжением 100/120 В и 265 В для сети с номинальным напряжением 200/240 В).
8. Запишите показание выходного напряжения с цифрового вольтметра. Разница между показаниями цифрового вольтметра, полученными на шагах 6 и 8, и представляет собой влияние источника. Величина этого влияния не должна превышать значение, указанное на бланке протокола испытаний для соответствующей модели в разделе «Влияние источника на стабилизацию напряжения».

### Шум в режиме стабилизации напряжения

Категория испытаний = характеристики

Сочетание периодических и случайных отклонений на выходе создает остаточное переменное напряжение, наложенное на постоянное выходное напряжение. Это остаточное напряжение задается как среднеквадратичное значение или размах выходного напряжения в диапазоне частот, указанном в приложении А.

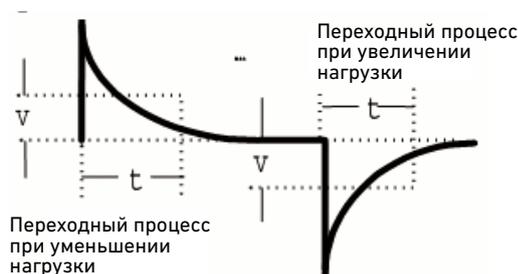
1. Выключите источник питания и подсоедините к выходу нагрузочный резистор, дифференциальный усилитель и осциллограф (со связью входа по переменному току), как показано на рис. В. Используйте нагрузочные резисторы указанных номиналов для выходов на 750 Вт и на 1500 Вт.
2. В соответствии со схемой подсоедините дифференциальный усилитель к положительной и отрицательной выходным клеммам двумя кабелями BNC. На конце каждого кабеля должен быть 50-омный согласующий резистор. Экраны двух кабелей BNC должны быть соединены между собой. Соедините выход дифференциального усилителя с осциллографом, установив 50-омный согласующий резистор на входе осциллографа.
3. Установите на дифференциальном усилителе множитель 10, делитель 1 и входное сопротивление 1 МОм. Для положительного и отрицательного входов дифференциального усилителя должна быть установлена связь по переменному току. Установите на осциллографе коэффициент развертки 5 мс/деление и коэффициент отклонения 10 мВ/деление. Включите ограничение полосы частот (обычно 20 или 30 МГц) и установите режим дискретизации с пиковым детектированием.
4. Установите на источнике питания выходной ток, равный максимальному устанавливаемому значению тока ( $I_{max}$ ), и максимальное номинальное выходное напряжение. Включите выход. Дайте осциллографу проработать несколько секунд, чтобы получить достаточное количество точек измерения. В осциллографе Keysight Infiniium максимальное зарегистрированное значение размаха напряжения отображается в правом нижнем углу экрана. Разделив это значение на 10, вы получите измеренное значение размаха напряжения шума в режиме стабилизации напряжения. Результат не должен выходить за пределы, указанные на бланке протокола испытаний для соответствующей модели в разделе «Пульсации и шум в режиме стабилизации напряжения», «Размах».
5. (Если результат измерения содержит знаки вопроса, очистите измерение и повторите попытку. Это означает, что часть данных, полученных осциллографом, была сомнительной.)
6. Отсоедините осциллограф и подсоедините вместо него цифровой вольтметр. Не снимайте 50-омный согласующий резистор. Разделите показание вольтметра действующих значений на 10. Результат не должен выходить за пределы, указанные на бланке протокола испытаний для соответствующей модели в разделе «Пульсации и шум в режиме стабилизации напряжения», «Среднеквадратичное значение».

### Время затухания переходных процессов

Категория испытаний = характеристики

В ходе этого испытания измеряется время, за которое выходное напряжение устанавливается в пределах заданного диапазона после изменения тока нагрузки с 10% до 90%.

1. Выключите источник питания и подсоедините осциллограф к измерительным клеммам «+S» и «-S», как показано на рис. А.
2. Включите источник питания и установите выходной ток, равный максимальному устанавливаемому значению тока ( $I_{max}$ ), и максимальное номинальное выходное напряжение. При испытании моделей на номинальное напряжение 300 и 600 В не устанавливайте напряжение выше 200 В.
3. Установите параметры электронной нагрузки для работы в режиме стабилизации тока. Установите ток нагрузки равным 10% от максимального номинального тока источника питания.
4. Установите частоту генератора переходных процессов электронной нагрузки равной 100 Гц, а коэффициент заполнения — равным 50%.
5. Установите переходный ток нагрузки равным 90% от максимального номинального тока источника питания. Включите генератор переходных процессов.
6. Настройте осциллограф так, чтобы сигнальная кривая выглядела аналогично показанной на следующем рисунке.
7. После изменения нагрузки с 10 до 90% выходное напряжение должно вернуться в указанный диапазон за указанное время. Проверьте работу источника питания как при увеличении, так и при уменьшении нагрузки, настраивая запуск по положительному или отрицательному перепаду. Запишите значение напряжения в момент времени «t» в раздел «Переходная характеристика» бланка протокола испытаний.



## Испытания в режиме стабилизации тока

**ПРИМЕЧАНИЕ** Настройки проверяемой модели см. на соответствующем бланке протокола испытаний.

### Погрешность программной установки и считывания тока

*Категория испытаний = характеристики, калибровка*

Это испытание позволяет убедиться, что характеристики программной установки и измерения тока находятся в заявленных пределах.

1. Выключите источник питания и под соедините токовый шунт непосредственно к выходным клеммам. Подсоедините цифровой вольтметр к клеммам токового шунта.
2. Включите источник питания и установите максимальное номинальное выходное напряжение и нулевой выходной ток. Индикатор СС должен гореть, а показание выходного напряжения должно приблизительно равняться нулю.
3. Разделите падение напряжения (показание цифрового вольтметра) на сопротивление токового шунта, чтобы получить значение тока в амперах, и запишите это значение (Iout). Запишите также показание тока на цифровом индикаторе передней панели. Показания должны находиться в пределах, указанных на бланке протокола испытаний для соответствующей модели в разделе «Программная установка и считывание тока», «Минимальный ток Iout».
4. Установите максимальный номинальный выходной ток.
5. Разделите падение напряжения (показание цифрового вольтметра) на сопротивление токового шунта, чтобы получить значение тока в амперах, и запишите это значение (Iout). Запишите также показание тока на цифровом индикаторе передней панели. Показания должны находиться в пределах, указанных на бланке протокола испытаний для соответствующей модели в разделе «Программная установка и считывание тока», «Сильный ток Iout».

### Влияние нагрузки в режиме стабилизации тока

*Категория испытаний = характеристики*

В ходе этого испытания измеряется изменение выходного тока, вызванное изменением выходного напряжения с максимального номинального значения до нуля.

1. Выключите источник питания и подсоедините токовый шунт, цифровой вольтметр и электронную нагрузку, как показано на рис. Б. Цифровой вольтметр следует подсоединять непосредственно к клеммам токового шунта.
2. Чтобы быть уверенным, что значения, полученные в ходе этого испытания, не окажутся в действительности мгновенными значениями пульсаций выходного тока, необходимо сделать несколько измерений на постоянном токе и усреднить их результаты. Если используется вольтметр Keysight 3458A, можно настроить его так, чтобы это делалось автоматически. На передней панели вольтметра установите количество периодов на измерение, равное 100. Нажмите NPLC 100 ENTER.
3. Включите источник питания и установите максимальный номинальный выходной ток и максимальное устанавливаемое значение напряжения (Vmax).
4. Настройте параметры электронной нагрузки, работающей в режиме стабилизации напряжения, в расчете на максимальное номинальное выходное напряжение. Индикатор СС на передней панели должен гореть. Если он не горит, скорректируйте параметры нагрузки так, чтобы выходное напряжение несколько уменьшилось.
5. Разделите падение напряжения (показание цифрового вольтметра) на сопротивление токоизмерительного резистора, чтобы получить значение тока в амперах, и запишите это значение (Iout).
6. Закоротите электронную нагрузку. Разделите падение напряжения (показание цифрового вольтметра) на сопротивление токового шунта, чтобы получить значение тока в амперах, и запишите это значение (Iout). Разница между показаниями цифрового вольтметра, полученными на шагах 4 и 5, и представляет собой влияние нагрузки. Величина этого влияния не должна превышать значение, указанное на бланке протокола испытаний для соответствующей модели в разделе «Влияние нагрузки на стабилизацию тока».

### Влияние источника на стабилизацию тока

Категория испытаний = характеристики

В ходе этого испытания измеряется изменение выходного тока, вызванное изменением напряжения сети питания от минимального до максимального значения в пределах номинального диапазона напряжений сети.

1. Выключите источник питания и подключите его к сети через регулируемый трансформатор или к источнику переменного напряжения.
2. Подсоедините токовый шунт, цифровой вольтметр и электронную нагрузку, как показано на рис. Б. Цифровой вольтметр следует подсоединять непосредственно к клеммам токового шунта. Установите номинальное напряжение сети на регулируемом трансформаторе.
3. Чтобы быть уверенным, что значения, полученные в ходе этого испытания, не окажутся в действительности мгновенными значениями пульсаций выходного тока, необходимо сделать несколько измерений на постоянном токе и усреднить их результаты. Если используется вольтметр Keysight 3458A, можно настроить его так, чтобы это делалось автоматически. На передней панели вольтметра установите количество периодов на измерение, равное 100. Нажмите NPLC 100 ENTER.
4. Включите источник питания и установите максимальный номинальный выходной ток и максимальное устанавливаемое значение напряжения ( $V_{max}$ ).
5. Настройте параметры электронной нагрузки, работающей в режиме стабилизации напряжения, в расчете на максимальное номинальное выходное напряжение. Индикатор CC на передней панели должен гореть. Если он не горит, скорректируйте параметры нагрузки так, чтобы выходное напряжение несколько уменьшилось.
6. Установите на регулируемом трансформаторе минимально допустимое напряжение сети (85 В для сети с номинальным напряжением 100/120 В и 170 В для сети с номинальным напряжением 200/240 В).
7. Разделите падение напряжения (показание цифрового вольтметра) на сопротивление токоизмерительного резистора, чтобы получить значение тока в амперах, и запишите это значение ( $I_{out}$ ).
8. Установите на регулируемом трансформаторе максимально допустимое напряжение сети (132 В для сети с номинальным напряжением 100/120 В и 265 В для сети с номинальным напряжением 200/240 В).
9. Разделите падение напряжения (показание цифрового вольтметра) на сопротивление токового шунта, чтобы получить значение тока в амперах, и запишите это значение ( $I_{out}$ ). Разница между показаниями цифрового вольтметра, полученными на шагах 6 и 8, и представляет собой влияние источника. Величина этого влияния не должна превышать значение, указанное на бланке протокола испытаний для соответствующей модели в разделе «Влияние источника на стабилизацию тока».

## Бланк протокола испытаний – Keysight N5741A и N5761A

	№ протокола	–	Дата	–
Keysight N5741A и N5761A	Модель	Минимум	Результаты	Максимум
<b>Программная установка и считывание напряжения</b>				
Минимальное напряжение Vout	Обе	0 мВ	–	+15 мВ
Считывание результата измерения	Обе	Vout – 6 мВ	–	Vout + 6 мВ
Высокое напряжение Vout	Обе	5,994 В	–	6,006 В
Считывание результата измерения	Обе	Vout – 12 мВ	–	Vout + 12 мВ
Влияние нагрузки на стабилизацию напряжения	Обе	– 2,6 мВ	–	+2,6 мВ
Влияние источника на стабилизацию напряжения	Обе	– 2,6 мВ	–	+2,6 мВ
<b>Пульсации и шум на выходе в режиме стабилизации напряжения</b>				
Размах	Обе	–	60 мВ	
Среднеквадратичное значение	Обе	–	–	8 мВ
<b>Переходная характеристика</b>				
Напряжение через 1,5 мс	Обе	– 30 мВ	–	+30 мВ
<b>Программная установка и считывание тока</b>				
Минимальный ток Iout	N5741A	0 мА	–	+500 мА
	N5761A	0 мА	–	+902 мА
Считывание результата измерения	N5741A	Iout – 300 мА	–	Iout + 300 мА
	N5761A	Iout – 540 мА	–	Iout + 540 мА
Сильный ток Iout	N5741A	99,8 А	–	100,2 А
	N5761A	179,64 А	–	180,3 А
Считывание результата измерения	N5741A	Iout – 400 мА	–	Iout + 400 мА
	N5761A	Iout – 720 мА	–	Iout + 720 мА
Влияние нагрузки в режиме стабилизации тока	N5741A	–25 мА	–	+25 мА
	N5761A	–41 мА	–	+41 мА
Влияние источника на стабилизацию тока	N5741A	–12 мА	–	+12 мА
	N5761A	– 20 мА	–	+20 мА
<b>Описание испытания</b>				
Программная установка и считывание напряжения, минимальное напряжение			Настройки N5741A	Настройки N5761A
			≤ 12 мВ, 400 мА	≤ 12 мВ, 720 мА
Программная установка и считывание напряжения, высокое напряжение			6 В, 400 мА	6 В, 720 мА
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию напряжения, пульсации и шум			6 В, 100 А	6 В, 180 А
Переходная характеристика			6 В, от 10 до 90 А	6 В, от 18 до 172 А
Программная установка и считывание тока, минимальный ток			400 мА, 6 В	720 мА, 6 В
Программная установка и считывание тока, сильный ток			100 А, 6 В	180 А, 6 В
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию тока			100 А, 6 В	180 А, 6 В
<b>Требования к нагрузке</b>				
Токовый шунт			N5741A	N5761A
			0,01 Ом, 100 А	0,001 Ом, 300 А
Модули электронной нагрузки Keysight N3300			2 – N3305A	3 – N3305A
Постоянный резистор для измерения пульсаций и шума в режиме стабилизации напряжения			0,06 Ом, 1 кВт	0,03 Ом, 2 кВт

## Бланк протокола испытаний – Keysight N5742A и N5762A

Keysight N5742A и N5762A	№ протокола	–	Дата	–
	Модель	Минимум	Результаты	Максимум
<b>Программная установка и считывание напряжения</b>				
Минимальное напряжение Vout	Обе	0 мВ	–	+20 мВ
Считывание результата измерения	Обе	Vout –8 мВ	–	Vout +8 мВ
Высокое напряжение Vout	Обе	7,992 В	–	8,008 В
Считывание результата измерения	Обе	Vout –16 мВ	–	Vout +16 мВ
Влияние нагрузки на стабилизацию напряжения	Обе	–2,8 мВ	–	+2,8 мВ
Влияние источника на стабилизацию напряжения	Обе	–2,8 мВ	–	+2,8 мВ
<b>Пульсации и шум на выходе в режиме стабилизации напряжения</b>				
Размах	Обе –	–	60 мВ	
Среднеквадратичное значение	Обе	–	–	8 мВ
<b>Переходная характеристика</b>				
Напряжение через 1,5 мс	Обе	–40 мВ	–	+40 мВ
<b>Программная установка и считывание тока</b>				
Минимальный ток Iout	N5742A	0 мА	–	+452 мА
	N5762A	0 мА	–	+827 мА
Считывание результата измерения	N5742A	Iout –270 мА	–	Iout +270 мА
	N5762A	Iout –495 мА	–	Iout +495 мА
Сильный ток Iout	N5742A	89,82 А	–	90,18 А
	N5762A	164,67 А	–	165,33 А
Считывание результата измерения	N5742A	Iout –360 мА	–	Iout +360 мА
	N5762A	Iout –660 мА	–	Iout +660 мА
<b>Влияние нагрузки в режиме стабилизации тока</b>				
	N5742A	–23 мА	–	+23 мА
	N5762A	–38 мА	–	+38 мА
<b>Влияние источника на стабилизацию тока</b>				
	N5742A	–11 мА	–	+11 мА
	N5762A	–18,5 мА	–	+18,5 мА

Описание испытания	Настройки N5742A	Настройки N5762A
Программная установка и считывание напряжения, минимальное напряжение	≤ 16 мВ, 360 мА	≤ 16 мВ, 660 мА
Программная установка и считывание напряжения, высокое напряжение	8 В, 360 мА	8 В, 660 мА
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию напряжения, пульсации и шум	8 В, 90 А	8 В, 165 А
Переходная характеристика	8 В, от 9 до 18 А	8 В, от 16,5 до 148,5 А
Программная установка и считывание тока, минимальный ток	360 мА, 8 В	660 мА, 8 В
Программная установка и считывание тока, сильный ток	90 А, 8 В	165 А, 8 В
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию тока	90 А, 8 В	165 А, 8 В
Требования к нагрузке	N5742A	N5762A
Токовый шунт	0,01 Ом, 100 А	0,001 Ом, 300 А
Модули электронной нагрузки Keysight N3300	2 - N3305A	3 - N3305A
Постоянный резистор для измерения пульсаций и шума в режиме стабилизации напряжения	0,09 Ом, 1 кВт	0,04 Ом, 2 кВт

## Бланк протокола испытаний – Keysight N5743A и N5763A

Keysight N5743A и N5763A	№ протокола	–	Дата	–
	Модель	Минимум	Результаты	Максимум
<b>Программная установка и считывание напряжения</b>				
Минимальное напряжение Vout	Обе	0 мВ	–	+31,25 мВ
Считывание результата измерения	Обе	Vout –12,5 мВ	–	Vout +12,5 мВ
Высокое напряжение Vout	Обе	12,5125 В	–	12,5125 В
Считывание результата измерения	Обе	Vout –25 мВ	–	Vout +25 мВ
Влияние нагрузки на стабилизацию напряжения	Обе	–3,25 мВ	–	+3,25 мВ
Влияние источника на стабилизацию напряжения	Обе	–3,25 мВ	–	+3,25 мВ
<b>Пульсации и шум на выходе в режиме стабилизации напряжения</b>				
Размах	Обе	–	–	60 мВ
Среднеквадратичное значение	Обе	–	–	8 мВ
<b>Переходная характеристика</b>				
Напряжение через 1,5 мс	Обе	–62 мВ	–	+62 мВ
<b>Программная установка и считывание тока</b>				
Минимальный ток Iout	N5743A	0 мА	–	+302 мА
	N5763A	0 мА	–	+601 мА
Считывание результата измерения	N5743A	Iout –180 мА	–	Iout +180 мА
	N5763A	Iout –360 мА	–	Iout +360 мА
Сильный ток Iout	N5743A	59,88 А	–	60,12 А
	N5763A	119,76 А	–	120,24 А
Считывание результата измерения	N5743A	Iout –240 мА	–	Iout +240 мА
	N5763A	Iout –480 мА	–	Iout +480 мА
Влияние нагрузки в режиме стабилизации тока	N5743A	–17 мА	–	+17 мА
	N5763A	–29 мА	–	+29 мА
Влияние источника на стабилизацию тока	N5743A	–8 мА	–	+8 мА
	N5763A	–14 мА	–	+14 мА
<b>Описание испытания</b>				
Программная установка и считывание напряжения, минимальное напряжение	Настройки N5743A		Настройки N5763A	
	≤ 25 мВ, 240 мА		≤ 25 мВ, 480 мА	
Программная установка и считывание напряжения, высокое напряжение	12,5 В, 240 мА		12,5 В, 480 мА	
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию напряжения, пульсации и шум	12,5 В, 60 А		12,5 В, 120 А	
Переходная характеристика	12,5 В, от 6 до 54 А		12,5 В, от 12 до 108 А	
Программная установка и считывание тока, минимальный ток	240 мА, 12,5 В		480 мА, 12,5 В	
Программная установка и считывание тока, сильный ток	60 А, 12,5 В		120 А, 12,5 В	
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию тока	60 А, 12,5 В		120 А, 12,5 В	
<b>Требования к нагрузке</b>				
Токовый шунт	N5743A		N5763A	
	0,01 Ом, 100 А		0,001 Ом, 300 А	
Модули электронной нагрузки Keysight N3300	2 - N3305A		3 - N3305A	
Постоянный резистор для измерения пульсаций и шума в режиме стабилизации напряжения	0,21 Ом, 1 кВт		0,10 Ом, 2 кВт	

## Бланк протокола испытаний – Keysight N5744A и N5764A

Keysight N5744A и N5764A	№ протокола	–	Дата	–
	Модель	Минимум	Результаты	Максимум
<b>Программная установка и считывание напряжения</b>				
Минимальное напряжение Vout	Обе	0 мВ	–	+50 мВ
Считывание результата измерения	Обе	Vout –20 мВ	–	Vout +20 мВ
Высокое напряжение Vout	Обе	19,98 В	–	20,02 В
Считывание результата измерения	Обе	Vout –40 мВ	–	Vout +40 мВ
Влияние нагрузки на стабилизацию напряжения	Обе	–4 мВ	–	+4 мВ
Влияние источника на стабилизацию напряжения	Обе	–4 мВ	–	+4 мВ
Пульсации и шум на выходе в режиме стабилизации напряжения				
Размах	Обе	–	–	60 мВ
Среднеквадратичное значение	Обе	–	–	8 мВ
<b>Переходная характеристика</b>				
Напряжение через 1,5 мс	Обе	–100 мВ	–	+100 мВ
<b>Программная установка и считывание тока</b>				
Минимальный ток Iout	N5744A	0 мА	–	+191 мА
	N5764A	0 мА	–	+381 мА
Считывание результата измерения	N5744A	Iout –114 мА	–	Iout +114 мА
	N5764A	Iout –228 мА	–	Iout +228 мА
Сильный ток Iout	N5744A	37,924 А	–	38,076 А
	N5764A	75,848 А	–	76,512 А
Считывание результата измерения	N5744A	Iout –152 мА	–	Iout +152 мА
	N5764A	Iout –304 мА	–	Iout +304 мА
Влияние нагрузки в режиме стабилизации тока	N5744A	–12,6 мА	–	+12,6 мА
	N5764A	–20,2 мА	–	+20,2 мА
Влияние источника на стабилизацию тока	N5744A	–5,8 мА	–	+5,8 мА
	N5764A	–9,6 мА	–	+9,6 мА
<b>Описание испытания</b>				
	<b>Настройки N5744A</b>	<b>Настройки N5764A</b>		
Программная установка и считывание напряжения, минимальное напряжение	≤ 40 мВ, 152 мА	≤ 40 мВ, 304 мА		
Программная установка и считывание напряжения, высокое напряжение	20 В, 152 мА	20 В, 304 мА		
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию напряжения, пульсации и шум	20 В, 38 А	20 В, 76 А		
Переходная характеристика	20 В, от 3,8 до 34,2 А	20 В, от 7,6 до 68,4 А		
Программная установка и считывание тока, минимальный ток	152 мА, 20 В	304 мА, 20 В		
Программная установка и считывание тока, сильный ток	38 А, 20 В	76 А, 20 В		
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию тока	38 А, 20 В	76 А, 20 В		
<b>Требования к нагрузке</b>				
	<b>N5744A</b>	<b>N5764A</b>		
Токовый шунт	0,01 Ом, 100 А	0,01 Ом, 100 А		
Модули электронной нагрузки Keysight N3300	2 - N3305A	3 - N3305A		
Постоянный резистор для измерения пульсаций и шума в режиме стабилизации напряжения	0,53 Ом, 1 кВт	0,26 Ом, 2 кВт		

## Бланк протокола испытаний – Keysight N5745A и N5765A

Keysight N5745A и N5765A	№ протокола	–	Дата	–
	Модель	Минимум	Результаты	Максимум
<b>Программная установка и считывание напряжения</b>				
Минимальное напряжение Vout	Обе	0 мВ	–	+75 мВ
Считывание результата измерения	Обе	Vout –30 мВ	–	Vout +30 мВ
Высокое напряжение Vout	Обе	29,97 В	–	30,03 В
Считывание результата измерения	Обе	Vout –60 мВ	–	Vout +60 мВ
Влияние нагрузки на стабилизацию напряжения	Обе	–5 мВ	–	+5 мВ
Влияние источника на стабилизацию напряжения	Обе	–5 мВ	–	+5 мВ
<b>Пульсации и шум на выходе в режиме стабилизации напряжения</b>				
Размах	Обе	–	–	60 мВ
Среднеквадратичное значение	Обе	–	–	8 мВ
<b>Переходная характеристика</b>				
Напряжение через 1,5 мс	Обе	–150 мВ	–	+150 мВ
<b>Программная установка и считывание тока</b>				
Минимальный ток Iout	N5745A	0 мА	–	+126 мА
	N5765A	0 мА	–	+251 мА
Считывание результата измерения	N5745A	Iout –75 мА	–	Iout +75 мА
	N5765A	Iout –150 мА	–	Iout +150 мА
Сильный ток Iout	N5745A	24,95 А	–	25,05 А
	N5765A	49,9 А	–	50,1 А
Считывание результата измерения	N5745A	Iout –100 мА	–	Iout +100 мА
	N5765A	Iout –200 мА	–	Iout +200 мА
Влияние нагрузки в режиме стабилизации тока	N5745A	–10 мА	–	+10 мА
	N5765A	–15 мА	–	+15 мА
Влияние источника на стабилизацию тока	N5745A	–4,5 мА	–	+4,5 мА
	N5765A	–7 мА	–	+7 мА

Описание испытания	Настройки N5745A	Настройки N5765A
Программная установка и считывание напряжения, минимальное напряжение	≤ 60 мВ, 100 мА	≤ 60 мВ, 200 мА
Программная установка и считывание напряжения, высокое напряжение	30 В, 100 мА	30 В, 200 мА
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию напряжения, пульсации и шум	30 В, 25 А	30 В, 50 А
Переходная характеристика	30 В, от 2,5 до 22,5	А 30 В, от 5 до 45 А
Программная установка и считывание тока, минимальный ток	100 мА, 30 В	200 мА, 30 В
Программная установка и считывание тока, сильный ток	25 А, 30 В	50 А, 30 В
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию тока	25 А, 30 В	50 А, 30 В

Требования к нагрузке	N5745A	N5765A
Токовый шунт	0,01 Ом, 100 А	0,01 Ом, 100 А
Модули электронной нагрузки Keysight N3300	2 - N3305A	3 - N3305A
Постоянный резистор для измерения пульсаций и шума в режиме стабилизации напряжения	1,20 Ом, 1 кВт	0,60 Ом, 2 кВт

## Бланк протокола испытаний – Keysight N5746A и N5766A

Keysight N5746A и N5766A	№ протокола	–	Дата	–
	Модель	Минимум	Результаты	Максимум
<b>Программная установка и считывание напряжения</b>				
Минимальное напряжение Vout	Обе	0 мВ	–	+100 мВ
Считывание результата измерения	Обе	Vout –40 мВ	–	Vout +40 мВ
Высокое напряжение Vout	Обе	39,96 В	–	40,04 В
Считывание результата измерения	Обе	Vout –80 мВ	–	Vout +80 мВ
Влияние нагрузки на стабилизацию напряжения	Обе	–6 мВ	–	+6 мВ
Влияние источника на стабилизацию напряжения	Обе	–6 мВ	–	+6 мВ
<b>Пульсации и шум на выходе в режиме стабилизации напряжения</b>				
Размах	Обе	–	–	60 мВ
Среднеквадратичное значение	Обе	–	–	8 мВ
<b>Переходная характеристика</b>				
Напряжение через 1,5 мс	Обе	–200 мВ	–	+200 мВ
<b>Программная установка и считывание тока</b>				
Минимальный ток Iout	N5746A	0 мА	–	+96 мА
	N5766A	0 мА	–	+191 мА
Считывание результата измерения	N5746A	Iout –57 мА	–	Iout +57 мА
	N5766A	Iout –114 мА	–	Iout +114 мА
Сильный ток Iout	N5746A	18,962 А	–	19,038 А
	N5766A	37,924 А	–	38,076 А
Считывание результата измерения	N5746A	Iout –76 мА	–	Iout +76 мА
	N5766A	Iout –152 мА	–	Iout +152 мА
Влияние нагрузки в режиме стабилизации тока	N5746A	–8,8 мА	–	+8,8 мА
	N5766A	–12,6 мА	–	+12,6 мА
Влияние источника на стабилизацию тока	N5746A	–3,9 мА	–	+3,9 мА
	N5766A	–5,8 мА	–	+5,8 мА
<b>Описание испытания</b>				
Программная установка и считывание напряжения, минимальное напряжение	Настройки N5746A		Настройки N5766A	
	≤ 80 мВ, 76 мА		≤ 80 мВ, 152 мА	
Программная установка и считывание напряжения, высокое напряжение	40 В, 76 мА		40 В, 152 мА	
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию напряжения, пульсации и шум	40 В, 19 А		40 В, 38 А	
Переходная характеристика	40 В, от 1,9 до 17,1		А 40 В, от 3,8 до 34,2 А	
Программная установка и считывание тока, минимальный ток	76 мА, 40 В		152 мА, 40 В	
Программная установка и считывание тока, сильный ток	19 А, 40 В		38 А, 40 В	
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию тока	19 А, 40 В		38 А, 40 В	
<b>Требования к нагрузке</b>				
Токовый шунт	N5746A		N5766A	
	0,01 Ом, 100 А		0,01 Ом, 100 А	
Модули электронной нагрузки Keysight N3300	2 - N3305A		3 - N3305A	
Постоянный резистор для измерения пульсаций и шума в режиме стабилизации напряжения	2,11 Ом, 1 кВт		1,05 Ом, 2 кВт	

## Бланк протокола испытаний – Keysight N5747A и N5767A

Keysight N5747A и N5767A	№ протокола	–	Дата	–
	Модель	Минимум	Результаты	Максимум
<b>Программная установка и считывание напряжения</b>				
Минимальное напряжение Vout	Обе	0 мВ	–	+150 мВ
Считывание результата измерения	Обе	Vout –60 мВ	–	Vout +60 мВ
Высокое напряжение Vout	Обе	59,94 В	–	60,06 В
Считывание результата измерения	Обе	Vout –120 мВ	–	Vout +120 мВ
Влияние нагрузки на стабилизацию напряжения	Обе	–8 мВ	–	+8 мВ
Влияние источника на стабилизацию напряжения	Обе	–8 мВ	–	+8 мВ
<b>Пульсации и шум на выходе в режиме стабилизации напряжения</b>				
Размах	Обе	–	–	60 мВ
Среднеквадратичное значение	Обе	–	–	8 мВ
<b>Переходная характеристика</b>				
Напряжение через 1,5 мс	Обе	–300 мВ	–	+300 мВ
<b>Программная установка и считывание тока</b>				
Минимальный ток Iout	N5747A	0 мА	–	+63 мА
	N5767A	0 мА	–	+126 мА
Считывание результата измерения	N5747A	Iout –37,5 мА	–	Iout +37,5 мА
	N5767A	Iout –75 мА	–	Iout +75 мА
Сильный ток Iout	N5747A	12,475 А	–	12,525 А
	N5767A	24,95 А	–	25,05 А
Считывание результата измерения	N5747A	Iout –50 мА	–	Iout +50 мА
	N5767A	Iout –100 мА	–	Iout +100 мА
Влияние нагрузки в режиме стабилизации тока	N5747A	–7,5 мА	–	+7,5 мА
	N5767A	–10 мА	–	+10 мА
Влияние источника на стабилизацию тока	N5747A	–3,25 мА	–	+3,25 мА
	N5767A	–4,5 мА	–	+4,5 мА
<b>Описание испытания</b>				
Программная установка и считывание напряжения, минимальное напряжение	Настройки N5747A		Настройки N5767A	
	≤ 120 мВ, 100 мА		≤ 120 мВ, 100 мА	
Программная установка и считывание напряжения, высокое напряжение	60 В, 50 мА		60 В, 100 мА	
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию напряжения, пульсации и шум	60 В, 12,5 А		60 В, 25 А	
Переходная характеристика	60 В, от 1,25 до 11,25 А		60 В, от 2,5 до 22,5 А	
Программная установка и считывание тока, минимальный ток	50 мА, 60 В		100 мА, 60 В	
Программная установка и считывание тока, сильный ток	12,5 А, 60 В		12,5 А, 60 В	
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию тока	12,5 А, 60 В		25 А, 60 В	
<b>Требования к нагрузке</b>				
Токовый шунт	N5747A		N5767A	
	0,1 Ом, 15 А		0,01 Ом, 100 А	
Модули электронной нагрузки Keysight N3300	2 - N3305A		3 - N3305A	
Постоянный резистор для измерения пульсаций и шума в режиме стабилизации напряжения	4,8 Ом, 1 кВт		2,4 Ом, 2 кВт	

## Бланк протокола испытаний – Keysight N5748A и N5768A

Keysight N5748A и N5768A	№ протокола	–	Дата	–
	Модель	Минимум	Результаты	Максимум
<b>Программная установка и считывание напряжения</b>				
Минимальное напряжение Vout	Обе	0 мВ	–	+200 мВ
Считывание результата измерения	Обе	Vout –80 мВ	–	Vout +80 мВ
Высокое напряжение Vout	Обе	79,92 В	–	80,08 В
Считывание результата измерения	Обе	Vout –160 мВ	–	Vout +160 мВ
Влияние нагрузки на стабилизацию напряжения	Обе	–10 мВ	–	+10 мВ
Влияние источника на стабилизацию напряжения	Обе	–10 мВ	–	+10 мВ
<b>Пульсации и шум на выходе в режиме стабилизации напряжения</b>				
Размах	Обе	–	–	80 мВ
Среднеквадратичное значение	Обе	–	–	8 мВ
<b>Переходная характеристика</b>				
Напряжение через 1,5 мс	Обе	–400 мВ	–	+400 мВ
<b>Программная установка и считывание тока</b>				
Минимальный ток Iout	N5748A	0 мА	–	+48 мА
	N5768A	0 мА	–	+96 мА
Считывание результата измерения	N5748A	Iout –28,5 мА	–	Iout +28,5 мА
	N5768A	Iout –57 мА	–	Iout +57 мА
Сильный ток Iout	N5748A	9,481 А	–	9,519 А
	N5768A	18,962 А	–	19,038 А
Считывание результата измерения	N5748A	Iout –38 мА	–	Iout +38 мА
	N5768A	Iout –76 мА	–	Iout +76 мА
Влияние нагрузки в режиме стабилизации тока	N5748A	–6,9 мА	–	+6,9 мА
	N5768A	–8,8 мА	–	+8,8 мА
Влияние источника на стабилизацию тока	N5748A	–2,95 мА	–	+2,95 мА
	N5768A	–3,9 мА	–	+3,9 мА
<b>Описание испытания</b>				
Программная установка и считывание напряжения, минимальное напряжение	Настройки N5748A	≤ 160 мВ, 38 мА	Настройки N5768A	≤ 160 мВ, 76 мА
Программная установка и считывание напряжения, высокое напряжение	80 В, 38 мА		80 В, 76 мА	
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию напряжения, пульсации и шум	80 В, 9,5 А		80 В, 19 А	
Переходная характеристика 80 В, от 0,95 до 8,55 А 80 В, от 1,9 до 17,1 А				
Программная установка и считывание тока, минимальный ток	38 мА, 80 В		76 мА, 80 В	
Программная установка и считывание тока, сильный ток	9,5 А, 80 В		19 А, 80 В	
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию тока	9,5 А, 80 В		19 А, 80 В	
<b>Требования к нагрузке</b>				
Токовый шунт	N5748A	0,1 Ом, 15 А	N5768A	0,01 Ом, 100 А
Модули электронной нагрузки Keysight N3300	2 - N3305A		3 - N3305A	
Постоянный резистор для измерения пульсаций и шума в режиме стабилизации напряжения	8,41 Ом, 1 кВт		4,21 Ом, 2 кВт	

## Бланк протокола испытаний – Keysight N5749A и N5769A

Keysight N5749A и N5769A	№ протокола	–	Дата	–
	Модель	Минимум	Результаты	Максимум
<b>Программная установка и считывание напряжения</b>				
Минимальное напряжение Vout	Обе	0 мВ	–	+250 мВ
Считывание результата измерения	Обе	Vout –100 мВ	–	Vout +100 мВ
Высокое напряжение Vout	Обе	99,9 В	–	100,1 В
Считывание результата измерения	Обе	Vout –200 мВ	–	Vout +200 мВ
Влияние нагрузки на стабилизацию напряжения	Обе	–12 мВ	–	+12 мВ
Влияние источника на стабилизацию напряжения	Обе	–12 мВ	–	+12 мВ
<b>Пульсации и шум на выходе в режиме стабилизации напряжения</b>				
Размах	Обе	–	–	80 мВ
Среднеквадратичное значение	Обе	–	–	8 мВ
<b>Переходная характеристика</b>				
Напряжение через 1,5 мс	Обе	–500 мВ	–	+500 мВ
<b>Программная установка и считывание тока</b>				
Минимальный ток Iout	N5749A	0 мА	–	+38 мА
	N5769A	0 мА	–	+76 мА
Считывание результата измерения	N5749A	Iout –22,5 мА	–	Iout +22,5 мА
	N5769A	Iout –45 мА	–	Iout +45 мА
Сильный ток Iout	N5749A	7,485 А	–	7,515 А
	N5769A	14,97 А	–	15,03 А
Считывание результата измерения	N5749A	Iout –30 мА	–	Iout +30 мА
	N5769A	Iout –60 мА	–	Iout +60 мА
Влияние нагрузки в режиме стабилизации тока	N5749A	–6,5 мА	–	+6,5 мА
	N5769A	–8 мА	–	+8 мА
Влияние источника на стабилизацию тока	N5749A	–2,75 мА	–	+2,75 мА
	N5769A	–3,5 мА	–	+3,5 мА
<b>Описание испытания</b>				
Программная установка и считывание напряжения, минимальное напряжение	Настройки N5749A		Настройки N5769A	
	≤ 200 мВ, 30 мА		≤ 200 мВ, 60 мА	
Программная установка и считывание напряжения, высокое напряжение	100 В, 30 мА		100 В, 60 мА	
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию напряжения, пульсации и шум	100 В, 7,5 А		100 В, 15 А	
Переходная характеристика	100 В, от 0,75 до 6,75 А		100 В, от 1,5 до 13,5 А	
Программная установка и считывание тока, минимальный ток	30 мА, 100 В		60 мА, 100 В	
Программная установка и считывание тока, сильный ток	7,5 А, 100 В		15 А, 100 В	
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию тока	7,5 А, 100 В		15 А, 100 В	
<b>Требования к нагрузке</b>				
Токовый шунт	N5749A		N5769A	
	0,1 Ом, 15 А		0,1 Ом, 15 А	
Модули электронной нагрузки Keysight N3300	2 - N3305A		3 - N3305A	
Постоянный резистор для измерения пульсаций и шума в режиме стабилизации напряжения	13,33 Ом, 1 кВт		6,67 Ом, 2 кВт	

## Бланк протокола испытаний – Keysight N5750A и N5770A

Keysight N5750A и N5770A	№ протокола	–	Дата	–
	Модель	Минимум	Результаты	Максимум
<b>Программная установка и считывание напряжения</b>				
Минимальное напряжение Vout	Обе	0 мВ	–	+375 мВ
Считывание результата измерения	Обе	Vout –150 мВ	–	Vout +150 мВ
Высокое напряжение Vout	Обе	149,85 В	–	150,15 В
Считывание результата измерения	Обе	Vout –300 мВ	–	Vout +300 мВ
Влияние нагрузки на стабилизацию напряжения	Обе	–17 мВ	–	+17 мВ
Влияние источника на стабилизацию напряжения Обе	–17 мВ	–	+17 мВ	
<b>Пульсации и шум на выходе в режиме стабилизации напряжения</b>				
Размах	Обе	–	–	100 мВ
Среднеквадратичное значение	Обе	–	–	12 мВ
<b>Переходная характеристика</b>				
Напряжение через 1,5 мс	Обе	–750 мВ	–	+750 мВ
<b>Программная установка и считывание тока</b>				
Минимальный ток Iout	N5750A	0 мА	–	+26 мА
	N5770A	0 мА	–	+51 мА
Считывание результата измерения	N5750A	Iout –15 мА	–	Iout +15 мА
	N5770A	Iout –30 мА	–	Iout +30 мА
Сильный ток Iout	N5750A	4,99 А	–	5,01 А
	N5770A	9,98 А	–	10,02 А
Считывание результата измерения	N5750A	Iout –20 мА	–	Iout +20 мА
	N5770A	Iout –40 мА	–	Iout +40 мА
Влияние нагрузки в режиме стабилизации тока	N5750A	–6 мА	–	+6 мА
	N5770A	–7 мА	–	+7 мА
Влияние источника на стабилизацию тока	N5750A	–2,5 мА	–	+2,5 мА
	N5770A	–3 мА	–	+3 мА
<b>Описание испытания</b>				
Программная установка и считывание напряжения, минимальное напряжение	Настройки N5750A		Настройки N5770A	
	≤ 300 мВ, 20 мА		≤ 300 мВ, 40 мА	
Программная установка и считывание напряжения, высокое напряжение	150 В, 20 мА		150 В, 40 мА	
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию напряжения, пульсации и шум	150 В, 5 А		150 В, 10 А	
Переходная характеристика	150 В, от 0,5 до 4,5 А		150 В, от 1 до 9 А	
Программная установка и считывание тока, минимальный ток	20 мА, 150 В		40 мА, 150 В	
Программная установка и считывание тока, сильный ток	5 А, 150 В		10 А, 150 В	
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию тока	5 А, 150 В		10 А, 150 В	
<b>Требования к нагрузке</b>				
Токовый шунт	N5750A		N5770A	
	0,1 Ом, 15 А		0,1 Ом, 15 А	
Модули электронной нагрузки Keysight N3300	2 - N3305A		3 - N3305A	
Постоянный резистор для измерения пульсаций и шума в режиме стабилизации напряжения	30,0 Ом, 1 кВт		15,0 Ом, 2 кВт	

## Бланк протокола испытаний – Keysight N5751A и N5771A

Keysight N5751A и N5771A	№ протокола	–	Дата	–
	Модель	Минимум	Результаты	Максимум
<b>Программная установка и считывание напряжения</b>				
Минимальное напряжение Vout	Обе	0 мВ	–	+750 мВ
Считывание результата измерения	Обе	Vout –300 мВ	–	Vout +300 мВ
Высокое напряжение Vout	Обе 299,7 В	–	300,3 В	
Считывание результата измерения	Обе	Vout –600 мВ	–	Vout +600 мВ
Влияние нагрузки на стабилизацию напряжения	Обе	–32 мВ	–	+32 мВ
Влияние источника на стабилизацию напряжения	Обе	–32 мВ	–	+32 мВ
<b>Пульсации и шум на выходе в режиме стабилизации напряжения</b>				
Размах	Обе	–	–	150 мВ
Среднеквадратичное значение	Обе	–	–	20 мВ
<b>Переходная характеристика</b>				
Напряжение через 1,5 мс	Обе	–1 В	–	+1 В
<b>Программная установка и считывание тока</b>				
Минимальный ток Iout	N5751A	0 мА	–	+13 мА
	N5771A	0 мА	–	+26 мА
Считывание результата измерения	N5751A	Iout –7,5 мА	–	Iout +7,5 мА
	N5771A	Iout –15 мА	–	Iout +15 мА
Сильный ток Iout	N5751A 2,495 А	–	2,505 А	
	N5771A	4,99 А	–	5,01 А
Считывание результата измерения	N5751A	Iout –10 мА	–	Iout +10 мА
	N5771A	Iout –20 мА	–	Iout +20 мА
Влияние нагрузки в режиме стабилизации тока	N5751A	–5,5 мА	–	+5,5 мА
	N5771A	–6 мА	–	+6 мА
Влияние источника на стабилизацию тока	N5751A	–2,25 мА	–	+2,25 мА
	N5771A	–2,5 мА	–	+2,5 мА
<b>Описание испытания</b>				
Программная установка и считывание напряжения, минимальное напряжение	Настройки N5751A		Настройки N5771A	
	≤ 600 мВ, 40 мА		≤ 600 мВ, 20 мА	
Программная установка и считывание напряжения, высокое напряжение	300 В, 10 мА		300 В, 20 мА	
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию напряжения, пульсации и шум	300 В, 2,5 А		300 В, 5 А	
Переходная характеристика	300 В, от 0,25 до 2,25 А		300 В, от 0,5 до 4,5 А	
Программная установка и считывание тока, минимальный ток	10 мА, 300 В		20 мА, 300 В	
Программная установка и считывание тока, сильный ток	2,5 А, 300 В		5 А, 300 В	
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию тока	2,5 А, 300 В		5 А, 300 В	
<b>Требования к нагрузке</b>				
Токовый шунт	N5751A	0,1 Ом, 15 А	N5771A	0,1 Ом, 15 А
Модули электронной нагрузки Keysight N3300	2 - N3305A		3 - N3305A	
Постоянный резистор для измерения пульсаций и шума в режиме стабилизации напряжения	120 Ом, 1 кВт		60 Ом, 2 кВт	

## Бланк протокола испытаний – Keysight N5752A и N5772A

Keysight N5752A и N5772A	№ протокола	–	Дата	–
	Модель	Минимум	Результаты	Максимум
<b>Программная установка и считывание напряжения</b>				
Минимальное напряжение Vout	Обе	0 мВ	–	+1500 мВ
Считывание результата измерения	Обе	Vout –600 мВ	–	Vout +600 мВ
Высокое напряжение Vout	Обе	599,4 В	–	600,6 В
Считывание результата измерения	Обе	Vout –1,2 В	–	Vout +1,2 В
Влияние нагрузки на стабилизацию напряжения	Обе	–62 мВ	–	+62 мВ
Влияние источника на стабилизацию напряжения	Обе	–62 мВ	–	+62 мВ
<b>Пульсации и шум на выходе в режиме стабилизации напряжения</b>				
Размах	Обе	–	–	300 мВ
Среднеквадратичное значение	Обе	–	–	60 мВ
<b>Переходная характеристика</b>				
Напряжение через 1,5 мс	Обе	–1 В	–	+1 В
<b>Программная установка и считывание тока</b>				
Минимальный ток Iout	N5752A	0 мА	–	+7,3 мА
	N5772A	0 мА	–	+14 мА
Считывание результата измерения	N5752A	Iout –3,9 мА	–	Iout +3,9 мА
	N5772A	Iout –7,8 мА	–	Iout +7,8 мА
Сильный ток Iout	N5752A	1,2974 А	–	1,3026 А
	N5772A	2,5948 А	–	2,6052 А
Считывание результата измерения	N5752A	Iout –5,2 мА	–	Iout +5,2 мА
	N5772A	Iout –10,4 мА	–	Iout +10,4 мА
Влияние нагрузки в режиме стабилизации тока	N5752A	–5,26 мА	–	+5,26 мА
	N5772A	–5,5 мА	–	+5,5 мА
Влияние источника на стабилизацию тока	N5752A	–2,13 мА	–	+2,13 мА
	N5772A	–2,26 мА	–	+2,26 мА
<b>Описание испытания</b>				
Программная установка и считывание напряжения, минимальное напряжение	Настройки N5752A		Настройки N5772A	
	≤ 1,2 В, 5,2 мА		≤ 1,2 В, 10,4 мА	
Программная установка и считывание напряжения, высокое напряжение	600 В, 5,2 мА		600 В, 10,4 мА	
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию напряжения, пульсации и шум	600 В, 1,3 А		600 В, 2,6 А	
Переходная характеристика	200 В, от 0,13 до 1,17 А		200 В, от 0,26 до 2,34 А	
Программная установка и считывание тока, минимальный ток	5,2 мА, 600 В		10,4 мА, 600 В	
Программная установка и считывание тока, сильный ток	1,3 А, 600 В		2,6 А, 600 В	
Влияние нагрузки и источника на стабилизацию тока	1,3 А, 600 В		2,6 А, 600 В	
<b>Требования к нагрузке</b>				
Токовый шунт	N5752A		N5772A	
	0,1 Ом, 15 А		0,1 Ом, 15 А	
Модули электронной нагрузки Keysight N3300	462 Ом, 1 кВт		231 Ом, 1 кВт	
Постоянный резистор для измерения пульсаций и шума в режиме стабилизации напряжения	462 Ом, 1 кВт		231 Ом, 1 кВт	

## Калибровка

Список оборудования, необходимого для калибровки, приведен в разделе «Необходимое оборудование» настоящего приложения. Общий порядок выполнения процедуры таков:

- В заводской поставке пароль калибровки равен 0. Это означает, что парольная защита снята, и возможность входа в режим калибровки не ограничена. Если же позднее был установлен пароль, необходимо ввести его, в противном случае произойдет ошибка. После входа в режим калибровки пароль может быть изменен пользователем.
- Полностью калибровку выполнять необязательно. Если требуется, можно откалибровать только напряжение или ток, а затем сохранить калибровочные константы. Предусматривается также сохранение даты калибровки (см. CAL:DATE <"date">).
- По завершении процедуры калибровки прибор сохраняет калибровочные константы и начинает их использовать.
- Выйдите из режима калибровки. Обратите внимание, что команда сброса (\*RST) также выключает режим калибровки.

### Процедура калибровки

**Если не указано иное, соединяйте положительную измерительную клемму с положительной выходной клеммой и отрицательную — с отрицательной.**

При калибровке прибора с использованием команд SCPI на большинстве шагов процедуры отправляется запрос \*OPC?, который позволяет убедиться, что источник питания завершил выполнение всех команд, прежде чем продолжить процедуру. Каждый раз, когда передается запрос \*OPC?, необходимо считывать отклик прибора.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Выполнение команд CAL:LEV и CAL:DATA может занять несколько секунд. Если в VISA-приложении происходит тайм-аут, возможно, потребуется изменить значение константы VI\_ATTR\_TMO\_VALUE в функции ViSetAttribute.

---

### Калибровка программной установки и измерения напряжения

- |               |   |
|---------------|---|
| <b>Шаг 1.</b> | Подсоедините вход для измерения напряжения прибора Keysight 3458A к выходу.   |
| <b>Шаг 2.</b> | Включите режим калибровки напряжения.<br><br>*RST<br>OUTP ON<br>CAL:STAT ON   |
| <b>Шаг 3.</b> | Установите предельный ток достаточно большим, чтобы не ограничивать программную установку напряжения.<br><br>ISET 0.5 |
| <b>Шаг 4.</b> | Выберите калибровку напряжения.<br><br>CAL:VOLT   |
| <b>Шаг 5.</b> | Выберите первую точку калибровки напряжения.<br><br>CAL:LEV P1<br>*OPC?   |
| <b>Шаг 6.</b> | Измерьте выходное напряжение и введите данные.<br><br>CAL:DATA <data>   |
| <b>Шаг 7.</b> | Выберите вторую точку калибровки напряжения.<br><br>CAL:LEV P2<br>*OPC?   |
| <b>Шаг 8.</b> | Измерьте выходное напряжение и введите данные.<br><br>CAL:DATA <data>   |
| <b>Шаг 9.</b> | Выйдите из режима калибровки.<br><br>CAL:STAT OFF   |

### Калибровка программной установки и измерения тока

- Шаг 1.** Подсоедините к выходу прецизионный резистивный шунт. Подсоедините прибор Keysight 3458A к клеммам шунта. Шунт должен обеспечивать измерение тока, составляющего как минимум 120% от максимального номинального тока источника питания.
- Шаг 2.** Включите режим калибровки тока.  
\*RST OUTP ON  
CAL:STAT ON
- Шаг 3.** Установите выходное напряжение достаточно высоким, чтобы скомпенсировать падение напряжения в проводах нагрузки и токовом шунте.  
VSET 0.5
- Шаг 4.** Выберите калибровку тока.  
CAL:CURR
- Шаг 5.** Выберите первую точку калибровки тока.  
CAL:LEV P1  
\*OPC?
- Шаг 6.** Рассчитайте ток шунта ( $I=V/R$ ) и введите данные.  
CAL:DATA <data>
- Шаг 7.** Выберите вторую точку калибровки тока.  
CAL:LEV P2  
\*OPC?
- Шаг 8.** Рассчитайте ток шунта ( $I=V/R$ ) и введите данные.  
CAL:DATA <data>
- Шаг 9.** Выйдите из режима калибровки.  
CAL:STAT OFF

## Приложение В. Обслуживание

Эта глава посвящена процедурам, связанным с возвратом неисправного прибора в компанию Keysight Technologies для обслуживания или ремонта. Приведена процедура диагностики конкретных симптомов неисправности. Фактически ремонт производится посредством замены прибора.

### Предлагаемые типы обслуживания

Если в течение гарантийного срока в приборе возникнет неисправность, компания Keysight Technologies произведет его безвозмездную замену или ремонт. По истечении гарантийного срока компания Keysight Technologies производит замену и ремонт по конкурентоспособным расценкам.

Обратитесь в ближайший сервисный центр компании Keysight Technologies. Персонал центра организует ремонт или замену прибора.

### Упаковка для транспортировки

Если прибор предстоит отправить в компанию Keysight Technologies для обслуживания или ремонта, обязательный порядок действий таков:

- Прикрепите к прибору ярлычок, идентифицирующий владельца и требуемый вид обслуживания или ремонта. Укажите номер модели и полный серийный номер.
- Поместите прибор в оригинальный упаковочный ящик с надлежащим упаковочным материалом для транспортировки.
- Скрепите упаковочный ящик прочной лентой ил и металлическими полосами.

Если оригинальный упаковочный ящик отсутствует, поместите прибор в ящик, позволяющий окружить прибор со всех сторон слоем сжимающего упаковочного материала толщиной как минимум 10 см. Используйте антистатические упаковочные материалы во избежание дополнительного повреждения прибора.

Компания Keysight Technologies рекомендует всегда страховать транспортировку.

### Диагностический контрольный список

Если имеются признаки ненадлежащей работы прибора, определите причину неисправности (источник питания, нагрузка или внешние цепи), следуя изложенным ниже процедурам.

#### Процедура проверки при включении

Выключите прибор и устраните все внешние соединения. Выполните процедуру проверки при включении, описанную в главе 2.

#### Руководство по устранению неполадок

Если в ходе процедуры проверки были выявлены неполадки, воспользуйтесь приведенным ниже руководством для диагностики конкретных симптомов. Если после выполнения указанных действий неполадки не исчезают, возвратите прибор в компанию Keysight Technologies для обслуживания.

Симптом	Проверка	Действие
Нет напряжения на выходе.	Исправен ли сетевой шнур?	Проверьте сетевой шнур на наличие обрывов. Замените его при необходимости.
Ни один индикатор не горит.	Находится ли напряжение сети в номинальном диапазоне?	Проверьте напряжение сети. Включите прибор в сеть переменного тока с надлежащим напряжением.
Напряжение на выходе появляется на короткое время, но выход быстро отключается. На цифровом индикаторе отображается надпись «АС».	Напряжение сети падает при подсоединении нагрузки?	Проверьте напряжение сети. Включите прибор в сеть переменного тока с надлежащим напряжением.
Напряжение на выходе появляется на короткое время, но выход быстро отключается. На цифровом индикаторе отображается надпись «OUP».	Источник питания настроен для дистанционного измерения?	Проверьте, не отсоединился ли положительный или отрицательный провод.
Выходное напряжение не регулируется. На передней панели горит индикатор «СС».	Источник питания работает в режиме стабилизации тока?	Проверьте установленное значение предельного тока и ток нагрузки.
Выходное напряжение не регулируется. На передней панели горит индикатор «CV».	Делается попытка установить выходное напряжение выше порога защиты от перегрузки по напряжению или ниже нижнего предела?	Установите порог защиты от перегрузки по напряжению или нижний предел напряжения так, чтобы они не ограничивали выходное напряжение.
Выходной ток не регулируется. На передней панели горит индикатор «CV».	Источник питания работает в режиме стабилизации напряжения?	Проверьте установленные значения предельного тока и выходного напряжения.

Симптом	Проверка	Действие
Сильные пульсации на выходе.	Источник питания работает в режиме дистанционного измерения?	Проверьте соединения проводов нагрузки и измерения на предмет шума и вносимого импеданса. Большое падение напряжения на проводах нагрузки? Минимизируйте падение напряжения на проводах нагрузки.
Нет напряжения на выходе. На цифровом индикаторе отображается надпись «OUP».	Сработала цепь защиты от перегрузки по напряжению.	Выключите выключатель питания (POWER). Проверьте соединения нагрузки. Если используется аналоговое программирование, проверьте, не установлен ли порог защиты от перегрузки по напряжению меньшим, чем требуемое выходное напряжение.
Нет напряжения на выходе. На передней панели мигает индикатор PROT.	На цифровом индикаторе отображается надпись «EPA»? На цифровом индикаторе отображается надпись «SO»? На цифровом индикаторе отображается надпись «O7P»?  На цифровом индикаторе отображается надпись «OCP»?	Проверьте соединение контактов «Разрешение» разъема J1. Проверьте установки переключателя SW1.  Проверьте соединение контактов «Запирание» разъема J1. Проверьте, не перекрыты ли выпускные или выпускные вентиляционные отверстия. Проверьте, не установлен ли прибор вблизи от оборудования, выделяющего тепло. Проверьте установленное значение предельного тока и ток нагрузки.
Плохая стабилизация на нагрузке. На передней панели горит индикатор «CV».	Правильно ли подсоединены измерительные провода?	Подсоедините измерительные провода, как описано в гл. 2.
Органы управления передней панели не функционируют.	Источник питания работает в режиме блокировки передней панели?	Выключите выключатель питания (POWER) и подождите, пока погаснет цифровой индикатор. Включите выключатель питания и нажмите кнопку REM/LOC.

### Сообщения об ошибках

#### Отображение очереди ошибок SCPI

Считывание всей очереди ошибок с ее последующей очисткой производится следующей командой: SYST:ERR?

#### Список сообщений об ошибках

В следующей таблице перечислены различные сообщения об ошибках, поддерживаемые источником питания:

Ошибка	Ошибки устройства (устанавливают бит 3 регистра событий статуса стандартных событий)
0	<b>No error</b> (Нет ошибки) Это отклик на запрос ERR? при отсутствии ошибок.
100	<b>Too many channels</b> (Слишком много каналов) Указано больше каналов, чем имеется в базовом блоке.
101	<b>Calibration state is off</b> (Режим калибровки выключен) Прибор не находится в режиме калибровки. Команды калибровки приниматься не будут.
102	<b>Calibration password is incorrect</b> (Неверный пароль калибровки) Указан неверный пароль калибровки.
104	<b>Bad sequence of calibration commands</b> (Недопустимая последовательность команд калибровки) Команды калибровки введены в ненадлежащей последовательности.
114	<b>CAL:DATE must be yyyy/mm/dd</b> (Параметр CAL:DATE должен задаваться в формате yyyy/mm/dd) Дата калибровки должна вводиться в следующем числовом формате: уууу=год, мм=месяц, dd=дата.
203	<b>Compatibility function not implemented</b> (Совместимая функция не реализована) Запрошенная совместимая функция недоступна.
204	<b>NVRAM checksum error</b> (Ошибка контрольной суммы энергонезависимой памяти) В энергонезависимой памяти прибора обнаружена ошибка контрольной суммы.
205	<b>NVRAM full</b> (Переполнение энергонезависимой памяти) Энергонезависимая память прибора переполнена.
206	<b>File not found</b> (Файл не найден) Внутренний калибровочный файл или внутренний файл атрибутов канала не найден в энергонезависимой памяти.

**Ошибки устройства (продолжение)**

<b>Ошибка</b>	<b>Ошибки устройства (устанавливают бит 3 регистра событий статуса стандартных событий)</b>
209	<b>Output communications failure</b> (Ошибка связи с выходом) В источнике питания произошла аппаратная ошибка.
302	<b>Option not installed</b> (Опция не установлена) Опция, запрошенная данной командой, не установлена.
351	<b>VOLT setting conflicts with VOLT:PROT setting</b> (Параметр VOLT конфликтует с параметром VOLT:PROT) Попытка установить выходное напряжение выше установленного верхнего предела напряжения.
352	<b>VOLT:PROT setting conflicts with VOLT setting</b> (Параметр VOLT:PROT конфликтует с параметром VOLT) Попытка установить порог защиты от перегрузки по напряжению ниже установленного выходного напряжения.
353	<b>VOLT setting conflicts with VOLT:LIM:LOW setting</b> (Параметр VOLT конфликтует с параметром VOLT:LIM:LOW) Попытка установить выходное напряжение ниже установленного нижнего предела напряжения.
354	<b>VOLT:LIM:LOW setting conflicts with VOLT setting</b> (Параметр VOLT:LIM:LOW конфликтует с параметром VOLT) Попытка установить нижний предел напряжения выше установленного выходного напряжения.
<b>Ошибки команд (устанавливают бит 5 регистра событий статуса стандартных событий)</b>	
-100	<b>Command error</b> (Ошибка команды) Общая ошибка синтаксиса.
-101	<b>Invalid character</b> (Недопустимый символ) В командной строке обнаружен недопустимый символ.
-102	<b>Syntax error</b> (Синтаксическая ошибка) В командной строке обнаружен недопустимый синтаксис. Проверьте наличие пробелов.
-103	<b>Invalid separator</b> (Недопустимый разделитель) В командной строке обнаружен недопустимый разделитель. Проверьте правильность употребления символов , ; :
-104	<b>Data type error</b> (Ошибка типа данных) В командной строке обнаружен тип данных, отличный от допустимого.
-105	<b>GET not allowed</b> (Команда GET не разрешена) Подача команды GET в командной строке не разрешена.
-108	<b>Parameter not allowed</b> (Параметр не разрешен) Количество принятых параметров превышает ожидаемое.
-109	<b>Missing parameter</b> (Отсутствует параметр) Количество принятых параметров меньше ожидаемого.
-110	<b>Command header error</b> (Ошибка заголовка команды) Обнаружена ошибка в заголовке команды.
-111	<b>Header separator error</b> (Ошибка разделителя заголовков) В командной строке обнаружен символ, не являющийся допустимым разделителем заголовков.
-112	<b>Program mnemonic too long</b> (Слишком длинная мнемоника программы) Заголовок содержит более 12 символов.
-113	<b>Undefined header</b> (Неопределенный заголовок) Получена команда, недействительная для данного прибора.
-114	<b>Header suffix out of range</b> (Суффикс заголовка выходит за пределы диапазона) Недопустимое значение числового суффикса.
-120	<b>Numeric data error</b> (Ошибка числовых данных) Ошибка числовых данных общего характера.
-121	<b>Invalid character in number</b> (Недопустимый символ в числе) В командной строке обнаружен символ, недопустимый для используемого типа данных.
-123	<b>Exponent too large</b> (Экспонента слишком велика) Значение экспоненты превышает 32 000.
-124	<b>Too many digits</b> (Слишком много разрядов) Мантисса числового параметра содержит более 255 разрядов, не считая ведущих нулей.
-128	<b>Numeric data not allowed</b> (Числовые данные не разрешены) Принят числовой параметр, в то время как ожидалась символьная строка.

**Ошибки команд (продолжение)**

<b>Ошибка</b>	<b>Ошибки устройства (устанавливают бит 3 регистра событий статуса стандартных событий)</b>
-130	<b>Suffix error</b> (Ошибка суффикса) Ошибка суффикса общего характера.
-131	<b>Invalid suffix</b> (Неверный суффикс) Неверно задан суффикс для числового параметра.
-134	<b>Suffix too long</b> (Слишком длинный суффикс) Суффикс содержит более 12 символов.
-138	<b>Suffix not allowed</b> (Суффикс не разрешен) Эта команда не поддерживает суффиксы.
-140	<b>Character data error</b> (Ошибка символьных данных) Ошибка символьных данных общего характера.
-141	<b>Invalid character data</b> (Недопустимые символьные данные) Либо элемент символьных данных содержит недопустимый символ, либо сам элемент недопустим.
-144	<b>Character data too long</b> (Слишком длинные символьные данные) Элемент символьных данных содержит более 12 символов.
-148	<b>Character data not allowed</b> (Символьные данные не разрешены) Принят дискретный параметр, в то время как ожидался строковый или числовой параметр.
-150	<b>String data error</b> (Ошибка строковых данных) Ошибка строковых данных общего характера.
-151	<b>Invalid string data</b> (Недопустимые строковые данные) Принята недопустимая символьная строка. Убедитесь, что строка заключена в кавычки.
-158	<b>String data not allowed</b> (Строковые данные не разрешены) Принята символьная строка, но это не разрешено для данной команды.
-160	<b>Block data error</b> (Ошибка блочных данных) Ошибка блочных данных общего характера.
-161	<b>Invalid block data</b> (Недопустимые блочные данные) Число переданных байтов данных не соответствует числу байтов, указанному в заголовке.
-168	<b>Block data not allowed</b> (Блочные данные не разрешены) Данные были переданы в произвольном блочном формате, но это не разрешено для данной команды.
-170	<b>Expression error</b> (Ошибка выражения) Ошибка выражения общего характера.
-171	<b>Invalid expression data</b> (Недопустимые данные выражения) Обнаружен недопустимый элемент данных выражения.
-178	<b>Expression data not allowed (Данные выражения не разрешены)</b> Принят элемент данных выражения, но это не разрешено для данной команды.
<b>Ошибки выполнения (устанавливают бит 4 регистра событий статуса стандартных событий)</b>	
-200	<b>Execution error</b> (Ошибка выполнения) Ошибка синтаксиса общего характера.
-220	<b>Parameter error</b> (Ошибка параметра) Произошла ошибка, связанная с элементом данных.
-221	<b>Settings conflict</b> (Конфликт настроек) Не удалось выполнить элемент данных из-за текущего состояния прибора.
-222	<b>Data out of range</b> (Данные выходят за допустимые пределы) Не удалось выполнить элемент данных, так как значение выходило за допустимые пределы.
-223	<b>Too much data</b> (Слишком много данных) Принят элемент данных, содержащий больше данных, чем прибор способен обработать.
-224	<b>Illegal parameter value</b> (Недопустимое значение параметра) Не получено ожидавшееся точное значение.
-225	<b>Out of memory</b> (Недостаточно памяти) Устройству не хватает памяти для выполнения запрошенной операции.

Ошибка	Ошибки устройства (устанавливают бит 3 регистра событий статуса стандартных событий)
-226	<b>Lists not same length</b> (Списки имеют разную длину) Один или несколько списков отличаются по длине.
-230	<b>Data corrupt or stale</b> (Испорченные или застрявшие данные) Возможно, данные недопустимы. Новая операция чтения была начата, но не закончена.
-231	<b>Data questionable</b> (Сомнительные данные) Точность измерений вызывает сомнения.
-232	<b>Invalid format</b> (Недопустимый формат) Ненадлежащий формат или структура данных.
-233	<b>Invalid version</b> (Недопустимая версия) Неправильная версия формата данных для этого прибора.
-240	<b>Hardware error</b> (Аппаратная ошибка) Команду выполнить не удалось из-за аппаратной неисправности в приборе.
-241	<b>Hardware missing</b> (Отсутствует оборудование) Команду выполнить не удалось из-за отсутствия требуемого оборудования — например, опции.
-260	<b>Expression error</b> (Ошибка выражения) Произошла ошибка, связанная с элементом данных программы выражения.
-261	<b>Math error in expression</b> (Математическая ошибка в выражении) Не удалось выполнить элемент данных программы выражения из-за математической ошибки.
	<b>Ошибки запроса (устанавливают бит 2 регистра событий статуса стандартных событий)</b>
-400	<b>Query Error</b> (Ошибка запроса) Ошибка запроса общего характера.
-410	<b>Query INTERRUPTED</b> (Запрос ПРЕРВАН) Возникло состояние, приведшее к ошибке прерывания запроса.
-420	<b>Query UNTERMINATED</b> (Запрос НЕ ЗАВЕРШЕН) Возникло состояние, приведшее к ошибке незавершенного запроса.
-430	<b>Query DEADLOCKED</b> (Запрос ЗАБЛОКИРОВАН) Возникло состояние, приведшее к ошибке блокирования запроса.
-440	<b>Query UNTERMINATED after indefinite response</b> (Запрос НЕ ЗАВЕРШЕН после неопределенного отклика) После выполнения запроса, указывающего на неопределенный отклик, в том же программном сообщении был получен еще один запрос.

## Приложение Г. Совместимость

Источники питания Keysight N5700 программно совместимы с источниками питания Keysight 603xA. Это означает, что дистанционное программирование источников питания Keysight N5700 можно осуществлять с использованием тех же команд, что и для источников питания 603xA.

**ВНИМАНИЕ** Не смешивайте совместимые команды и команды SCPI в одной программе. Это приведет к непредсказуемому поведению прибора.

### Общие сведения о различиях

В приведенной ниже таблице изложены особенности работы совместимых команд в источнике питания Keysight N5700 в сравнении с Keysight 603xA.

Позиция	Различия
Запросы	Источник питания Keysight N5700 откликается на множественные запросы. Разделение чисел пробелами не разрешается. Не допускается последовательность действий, при которой пользователь запрашивает информацию, считывает ее частично, передает другую команду и завершает считывание информации, возвращенной исходным запросом. Передача второго запроса без считывания отклика на первый приведет к ошибке. Запрос номера модели возвращает только номера моделей N5700.
Функции статуса	Последовательный опрос выполняется в соответствии с моделью статуса SCPI, а не как в источнике питания 603xA. Запрос на обслуживание (SRQ) выполняется в соответствии с моделью статуса SCPI. Параллельный опрос не поддерживается.
Параметры	Максимальные значения соответствуют максимальным значениям для Keysight N5700.
Измерение	Числа с плавающей точкой, возвращаемые прибором, могут отличаться синтаксисом или числом разрядов.
Калибровка	Калибровка должна производиться при помощи команд SCPI.
Хранение состояний	Приборы Keysight N5700 имеют 16 ячеек энергозависимой памяти для хранения состояний.

### Сводка совместимых команд

В следующей таблице перечислены совместимые команды, поддерживаемые источниками питания Keysight N5700. Все совместимые команды принимаются прибором, но некоторые из них не имеют эффекта.

Совместимая команда	Описание	Сходная команда SCPI
ASTS?	Запрос накопленного статуса (ASTS). Отклик представляет собой сумму двоичных весов битов регистра ASTS. После запроса в регистре ASTS устанавливается текущий статус.	STAT:OPER:EVEN? STAT:QUES:EVEN? *ESE?
CLR	Возврат прибора в состояние после включения питания. То же, что и *RST.	*RST
DLY	<delay> Вызывает ошибку 203.	
DLY?	Вызывает ошибку 203.	
ERR?	Запрашивает текущую программную или аппаратную ошибку. Код ошибки, позволяющий ее идентифицировать, возвращается по интерфейсу GPIB. После чтения регистра ошибки очищается.	SYST:ERR?
FAULT?	Запрос регистра сбоя. Бит регистра сбоя устанавливается, если соответствующий бит установлен как в регистре статуса, так и в регистре маски. Отклик представляет собой целое число в диапазоне от 0 до 255. После чтения регистра ошибки очищается.	STAT:OPER? STAT:QUES? *ESE?

Совместимая команда	Описание	Сходная команда SCPI
FOLD	Включение и отключение защиты от перегрузки по току. Это разрешено только для режима стабилизации тока (FOLD 2). Соответствующая команда для режима стабилизации напряжения (FOLD1) вызывает ошибку 203.	CURR:PROT:STAT
FOLD?	Запрос состояния функции защиты от перегрузки по току. Отклик — FOLD 2.	CURR:PROT:STAT?
HOLD	Когда этот режим включен (HOLD 1), значения VSET, ISET, FOLD и UNMASK удерживаются до тех пор, пока не произойдет запуск. Это относится только к совместимым функциям, но не к функциям SCPI.	VOLT:TRIG CURR:TRIG
HOLD?	Запрос состояния функции удержания. Отклик — HOLD 1.	
ID?	Запрос идентификационных данных (номера модели) источника питания.	*IDN?
IMAX	Установка мягкого предела программной установки тока. При попытке программной установки тока, превышающего данный предел, произойдет ошибка.	
IMAX?	Запрос мягкого предела программной установки тока. Отклик представляет собой вещественное число.	
IOUT?	Запрос измеренного значения выходного тока. Отклик представляет собой вещественное число.	MEAS:CURR?
ISET	<current> Установка выходного тока.	CURR
ISET?	Запрос установленного значения выходного тока. Отклик представляет собой вещественное число.	CURR?
OUT	<on off> Включение и отключение выхода. Значение 1 вызывает включение выхода, параметр 0 — отключение.	OUTP:STAT
OUT?	Запрос состояния выхода. Отклик — OUT 1 (включен) или OUT 0 (выключен). Когда выход отключен, на передней панели отображается надпись «OFF».	OUTP:STAT?
OVP	Установка верхнего предела напряжения.	VOLT:PROT:LEV
OVP?	Запрос установленного значения верхнего предела напряжения. Отклик представляет собой вещественное число.	VOLT:PROT:LEV?
RCL	<reg> Восстановление сохраненных настроек. В памяти прибора может храниться до 16 состояний. Необходимо, чтобы настройки были предварительно записаны в соответствующую ячейку памяти командой STO.	*RCL
ROM?	Запрос даты выпуска установленной в источнике питания версии микропрограммного обеспечения.	*IDN?
RST	Сброс сработавшей защиты.	OUTP:PROT:CLE
SRQ	<setting> Вызывает ошибку 203. Запрос на обслуживание поддерживается источником питания только при использовании команд SCPI.	*SRQ
SRQ?	Всегда возвращает 0.	*SRQ?
STO	<reg> Сохранение текущих настроек источника питания в регистре с указанным номером. В памяти прибора может храниться до 16 состояний.	*SAV
STS?	Запрос текущего статуса. Отклик представляет собой сумму двоичных весов битов регистра статуса. Отклик — STS <n>.	STAT:OPER:COND? STAT:QUES:COND?
TEST?	Всегда возвращает 0.	*TST?
TRG	Применение настроек, удерживаемых командой HOLD 1.	

Совместимая команда	Описание	Сходная команда SCPI
UNMASK	<setting> Установка битов регистра маски в соответствии со значением параметра. Параметр — это целое число, представляющее собой сумму двоичных весов битов. Регистр маски работает в связке с регистрами статуса и сбоя.	STAT:OPER:NTR STAT:OPER:PTR STAT:QUES:NTR STAT:QUES:PTR
UNMASK?	Запрос содержимого регистра маски. Отклик — UNMASK <n>.	STAT:OPER:NTR? STAT:OPER:PTR? STAT:QUES:NTR? STAT:QUES:PTR?
VMAX	Установка мягкого предела программной установки напряжения. При попытке программной установки напряжения, превышающего данный предел, произойдет ошибка.	
VMAX?	Запрос мягкого предела программной установки напряжения. Отклик — VMAX <n>.	
VOUT?	Запрос измеренного значения выходного напряжения. Отклик представляет собой вещественное число.	MEAS:VOLT?
VSET	<voltage> Установка выходного напряжения.	VOLT
VSET?	Запрос установленного значения выходного напряжения. Отклик представляет собой вещественное число.	VOLT?

## Декларация соответствия

В соответствии с инструкцией 22 ISO/IEC и стандартом CEN/CENELEC EN 45014

	Ответственная сторона	Другое место производства
<b>Наименование производителя:</b>	Keysight Technologies, Inc.	Lambda EMI
<b>Адрес производителя:</b>	550 Clark Drive, Suite 101 Budd Lake, New Jersey 07828 USA	405 Essex Rd Neptune, NJ, 07753-7701 USA

**Заявляет под свою единоличную ответственность, что указанное ниже изделие в оригинальной поставке**

<b>Наименование изделия:</b>	Источник питания N5700
<b>Номера моделей:</b>	N5741A, N5742A, N5743A, N5744A, N5745A, N5746A, N5747A, N5748A, N5749A, N5750A, N5751A, N5752A, N5761A, N5762A, N5763A, N5764A, N5765A, N5766A, N5767A, N5748A, N5769A, N5770A, N5771A, N5772A, N6700
<b>Опции:</b>	Настоящая декларация распространяется на все опции для указанных выше изделий
<b>отвечает основным требованиям следующих применимых директив ЕС, в соответствии с чем и имеет маркировку CE:</b>	
	Директива по низковольтному оборудованию (73/23/ЕЕС, с поправками, внесенными директивой 93/68/ЕЕС)
	Директива по электромагнитной совместимости (89/336/ЕЕС, с поправками, внесенными директивой 93/68/ЕЕС)

**и соответствует следующим стандартам:**

ЭМС	Стандарт	Предел
	IEC 61326 :1997+A1 :1998+A2 :2001	Требования к электромагнитной совместимости измерительного, управляющего и лабораторного оборудования
	EN55011:1998 & A1 :1999	IEC/EN 61000-4-2:1995
	IEC/EN 61000-4-3:1995	Группа 1, класс А
	IEC 61000-4-4:1995	Контактный разряд 4 кВ, воздушный разряд 8 кВ
	IEC 61000-4-5:1995	3 В/м, 80–1000 МГц, АМ 80%
	IEC 61000-4-6:1996	Сигнальные линии 0,5 кВ, силовые линии 1 кВ
	IEC 61000-4-11:1993	Дифференциальный — 0,5 кВ, синфазный режим — 1 кВ
		3 В (эфф.), 0,15–80 МГц, АМ 80%
		100%/20 мс

Канада: ICES-001:1998  
Австралия/Новая Зеландия: AS/NZS 2064.1  
Это изделие было испытано в типовой конфигурации.

<b>Безопасность</b>	IEC 61010-1:2001 / EN 61010-1:2001 Канада: CSA C22.2 No. 61010-1, 2 издание UL 61010-1, 2 издание
---------------------	---

#### **Дополнительная информация:**

**Эта декларация соответствия действует для перечисленных выше изделий, выведенных на рынок ЕС после указанной даты:**

**1 января 2004 г.**

---

Дата	Билл Дарси (Bill Darcy), менеджер по техническим стандартам и нормам на изделия
------	--

За дальнейшей информацией обращайтесь в местный офис продаж Keysight Technologies, местному агенту или дистрибьютору компании, или в компанию Keysight Technologies Deutschland GmbH, Herrenberger Strasse 130, D 71034 Boblingen, Germany.

## **Обновления руководства**

С момента публикации настоящее руководство претерпело следующие изменения.

#### **06.01.06**

В разделы «Обмен данными по интерфейсу LAN» и «Настройка параметров интерфейса LAN» добавлена информация о парольной защите веб-сервера.

#### **27.03.06**

В разделы «Номинальные параметры моделей», «Основные характеристики» и «Бланк протокола испытаний — ...» добавлена информация о минимальных устанавливаемых напряжении и токе.



Информация в данном документе  
может быть изменена без  
предварительного уведомления  
© Keysight Technologies, 2014-2017  
Редакция 4, январь 2006г.



Номер документа: 5969-2917RURU  
[www.keysight.com](http://www.keysight.com)