

Keysight
Производительная
Система Питания (APS)
Серии N6900/N7900

Руководство по
эксплуатации и
обслуживанию

Добро пожаловать



Данный документ содержит сведения по эксплуатации, обслуживанию и программированию семейства производительных систем питания Keysight. Отзывы об этом документе направляйте в компанию Keysight по адресу www.keysight.com/find/APS-docfeedback.

Предварительные сведения

Правовая информация и требования по технике безопасности

Характеристики и функции модели

Спецификации и характеристики

Информация по эксплуатации

Знакомство с прибором

Установка прибора

Начало работы

Использование производительной системы питания

Использование программного обеспечения Power Assistant

Справка по меню лицевой панели

Информация о программировании SCPI

Знакомство с языком SCPI

Команды в подсистемах

Краткий справочник по командам

Сообщения об ошибках SCPI

Информация по обслуживанию

Диагностика работы

Процедура калибровки

Обратитесь в Keysight Technologies



По вопросам гарантии, обслуживания или технической поддержки можно обратиться в компанию Keysight Technologies.

- В США: 800 829 4844
- В Европе: 31 20 547 9999
- В Японии: 81 426 56 7832

Контактную информацию филиалов компании Keysight в мире см. на сайте www.keysight.com/find/assist или обратитесь к представителю Keysight Technologies.

© Keysight Technologies 2013, 2014 г.

Редакция 5, Август 2014 года

Номер документа руководства N7900-90919

Правовая информация и требования по технике безопасности

Юридические замечания

Замечания по технике безопасности

Предупреждающие символы

Юридические замечания

© Keysight Technologies 2013, 2014 г.

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

Keysight Technologies
550 Clark Drive, Suite 101
Budd Lake, NJ 07828 США

Версии программного обеспечения и редакции документации

Последнюю версию микропрограммного обеспечения можно загрузить на странице продукции сайта www.keysight.com/find/APS.

Последнюю редакцию этого документа можно загрузить по адресу www.keysight.com/find/APS-doc. Последняя редакция также доступна для мобильных устройств по адресу www.keysight.com/find/APS-mobilehelp.

В этом устройстве используется Microsoft Windows CE. Компания Keysight настоятельно рекомендует использовать на всех компьютерах с операционной системой Windows, подключенных к инструментам Windows CE, антивирусное программное обеспечение.

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

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.

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.

Сведения об ограничении прав

Если программное обеспечение предназначено для использования в работе по основному или субподрядному договору с правительством США, оно поставляется и лицензируется как «коммерческое компьютерное программное обеспечение», как определено в DFAR 252.227-7014 (июнь 1995 г.), или как «коммерческий продукт» согласно FAR 2.101(a), или как «компьютерное программное обеспечение с ограниченными правами на использование» согласно FAR 52.227-19 (июнь 1987 г.) либо любой другой статье договора или нормативному документу аналогичного учреждения. Использование, копирование или распространение программного обеспечения оговаривается в условиях стандартной коммерческой лицензии компании Keysight Technologies. Министерства и агентства правительства США, кроме Министерства обороны, получают только ограниченные права согласно FAR 52.227-19(c)(1-2) (июнь 1987 г.). Пользователи из состава правительства США получают только ограниченные права согласно FAR 52.227-14 (июнь 1987 г.) или DFAR 252.227-7015 (b)(2) (ноябрь 1995 г.), что касается технических данных.

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

Данное устройство 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».

Для возврата ненужных изделий обратитесь в местное представительство компании Keysight или посетите веб-сайт www.keysight.com/environment/product для получения дополнительной информации.



Техническая поддержка

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

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 оснащено защитной клеммой заземления. Для снижения риска поражения электрическим током прибор следует подключать к сети переменного тока, используя кабель питания с заземлением, чтобы заземляющий провод плотно прилегал к клемме заземления (защитное заземление) розетки сети питания. Обрыв защитного (заземляющего) провода или отсоединение клеммы защитного заземления влечет за собой риск опасного для здоровья поражения электрическим током.

Запрет на работу во взрывоопасной атмосфере

Не используйте прибор при наличии горючих газов или паров.

Запрет на снятие крышки прибора

Только квалифицированный, обученный обслуживанию персонал, предупрежденный о возможной опасности, может снимать крышки прибора. Перед снятием крышки всегда следует отключать кабель питания и все внешние цепи.

Предохранители

Прибор оборудован внутренним предохранителем, который недоступен для пользователей.

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

Поврежденные приборы или приборы с дефектами следует отключить и принять меры, исключающие случайное использование, пока не будет выполнен ремонт квалифицированным обслуживающим 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 выяснены 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 выяснены и соблюдены.

Предупреждающие символы



Постоянный ток



Переменный ток



Клемма корпуса или шасси



Режим ожидания. Устройство не полностью отсоединено от сети переменного тока, когда выключатель разомкнут.



Осторожно, риск поражения электрическим током



Внимание – см. сопутствующую документацию



Клемма заземления



Знак CE является зарегистрированным товарным знаком Европейского союза.



Знак ETL является зарегистрированным товарным знаком компании Intertek.



N10149

Знак в виде буквы «С» с галочкой является зарегистрированным товарным знаком Австралийской организации по управлению спектрами. Он обозначает соответствие австралийскому стандарту по электромагнитной совместимости, который удовлетворяет условиям закона о радиосвязи от 1992 года.



Декларация об электромагнитной совместимости класса А в Южной Корее
Оборудование относится к классу А, подходит для профессионального использования и предназначено для использования в электромагнитной среде вне помещений.



Содержит одно или несколько веществ из 6 опасных в концентрации, превышающей максимальное значение концентрации; период использования продукта без вредного воздействия на окружающую среду – 40 лет.

1SM1-A

Это текст указывает на то, что этот прибор является продуктом класса А промышленно-научной и медицинской группы 1 (CISPER 11, статья 4)

ICES/NMB-001

Этот текст указывает на соответствие продукта канадскому стандарту для оборудования, которое является источником помех (ICES-001).

Характеристики и функции модели

Характеристики модели

Характеристика	Модели Keysight N6900		Динамические модели Keysight N7900	
	1 кВт	2 кВт	1 кВт	2 кВт
Номинальные значения напряжения/силы тока	N6950A 9 В/100 А N6951A 20 В/50 А N6952A 40 В/25 А N6953A 60 В/16,7 А N6954A 80 В/12,5 А	N6970A 9 В/200 А N6971A 20 В/100 А N6972A 40 В/50 А N6973A 60 В/33,4 А N6974A 80 В/25 А N6976A 120 В/16,7 А N6977A 160 В/12,5 А	N7950A 9 В/100 А N7951A 20 В/50 А N7952A 40 В/25 А N7953A 60 В/16,7 А N7954A 80 В/12,5 А	N7970A 9 В/200 А N7971A 20 В/100 А N7972A 40 В/50 А N7973A 60 В/33,4 А N7974A 80 В/25 А N7976A 120 В/16,7 А N7977A 160 В/12,5 А
Программирование напряжения и силы тока	точность до 14 бит	точность до 14 бит	точность до 16 бит	точность до 16 бит
Измерение напряжения и тока	точность до 18 бит	точность до 18 бит	точность до 18 бит	точность до 18 бит
Программируемое выходное сопротивление	•	•	•	•
Понижение тока до 10 % от номинального ¹	•	•	•	•
Измерения мощности	•	•	•	•
Измерения в ампер-часах и ватт-часах	•	•	•	•
Нижняя граница диапазона измерений тока			•	•
Бесперебойные измерения силы тока			•	•
Настраиваемая частота дискретизации			•	•
Обратное считывание массивов данных			•	•

Характеристика	Модели Keysight N6900		Динамические модели Keysight N7900	
	1 кВт	2 кВт	1 кВт	2 кВт
Регистрация данных во внешний журнал			•	•
Параллельная работа	•	•	•	•
Разводка сигналов	•	•	•	•
Выходные списки			•	•
Произвольные сигналы			•	•
Реле отключения и смены полярности ²			N7950A ³ N7951A-N7954A	N7970A ³ N7971A-N7974A N7976A, N7977A ⁴

¹ Для понижения силы тока до 100 % от номинальной силы тока необходим один модуль рассеивания мощности при использовании модели мощностью 1 кВт или два модуля рассеивания мощности при использовании модели мощностью 2 кВт. При подключении моделей на 2 кВт к одному модулю рассеивания мощности понижение их номинального тока возможно только на 50 %.

² Питание переменного тока всегда подается на выходные клеммы.

³ реле смены полярности не включены в модели N7950A и N7970A.

⁴ В моделях N7976A и N7977A для увеличения скорости защитного отключения кроме гальванических реле отключения имеются транзисторные реле отключения.

Принадлежности/дополнительные модули

Номер принадлежности/дополнительного модуля	Описание
Keysight N7909A	Модуль рассеивания мощности 1 кВт. Для рассеяния номинальной выходной мощности требуется 1 устройство для источников питания мощностью 1 кВт и 2 устройства для источников питания мощностью 2 кВт.
Keysight N7908A Дополнительный модуль 057	Плата модуля записи «Черный ящик». Устанавливается в гнездо в нижней части устройства. В случае установки на экране сведений отображается надпись Option 057 и имеется соответствующая отметка на маркировке устройства.
Keysight N7907A	Набор держателей и выдвижных направляющих – все необходимое для монтажа моделей мощностью 1 кВт и 2 кВт и модуля рассеивания мощности в корпусе 19-дюймовых стоек EIA.
N6700-60012	Только держатели для стойки 1U – для моделей 1 кВт и модуля рассеивания мощности (высота 1,75 дюйма)
5063-9212	Только держатели для стойки 2U – для моделей 2 кВт (высота 3,5 дюйма)

Характеристики и функции модели

5063-9219	Держатели для стойки 2U с ручками – для моделей 2 кВт (высота 3,5 дюйма)
5003-1128	Выдвижные направляющие стойки – для монтажа моделей 1 кВт и 2 кВт и гасителя энергии потока в корпусах 19-дюймовых стоек EIA.
Keysight E664AC	Только направляющие – для монтажа моделей 2 кВт в корпусе 19-дюймовой стойки EIA. Поскольку необходимо обеспечить вентиляцию, для монтажа моделей 1 кВт и модуля рассеивания мощности нельзя использовать направляющие.
Дополнительный модуль UK6	Коммерческая калибровка с данными результатов проверки.
Дополнительный модуль 760	Реле отключения с обращением полярности. В случае установки на экране сведений отображается «Option 760» и добавляется соответствующая отметка на маркировке. Этот дополнительный модуль доступен для большинства моделей N7900.
Дополнительный модуль 761	Реле отключения – без обращения полярности. В случае установки на экране сведений отображается «Option 761» и добавляется соответствующая отметка на маркировке устройства. Этот дополнительный модуль доступен для большинства моделей N7950A и N7970A.
Keysight 14585A	Программное обеспечение управления и анализа

Спецификации и характеристики

Спецификации – Keysight серии N6900

Спецификации – Keysight серии N7900

Характеристики – Keysight серии N6900/N7900 с поддержкой высокого напряжения

Дополнительные характеристики – Keysight серии N6900

Дополнительные характеристики – Keysight серии N7900

Дополнительные характеристики – Keysight серии N6900/N7900 с поддержкой высокого напряжения

Общие характеристики

Графики импеданса выходного сигнала

Предел индуктивной нагрузки

Квадранты выходного сигнала

Характеристика программирования напряжения

Динамическая характеристика выходного сигнала

Точность и шаг настройки измерений

Схемы измерений

Введение

Если не указано иное, технические характеристики гарантируются в диапазоне температуры окружающей среды от 0 до 40 °С после прогрева в течение 30 минут. Технические характеристики применимы к выходным терминалам с подключенными терминалами распознавания (местное распознавание). Производитель дает гарантию на 1 год, что прибор будет демонстрировать заявленную точность

Дополнительные характеристики не гарантируются, поскольку являются характеристиками, определяемыми конструкцией или в ходе типовых испытаний. Все дополнительные характеристики являются типовыми, если не указано иное.

Спецификации – Keysight серии N6900

Технические характеристики для моделей мощностью 1 кВт	N6950A	N6951A	N6952A	N6953A	N6954A
Номинальные значения постоянного тока Источник напряжения: Источник силы тока: Номинальное значение стока тока 10 %: Понижение тока 100 % от номинального значения: ¹ Мощность: ²	От 0 до 9 В От 0 до 100 А -10 А -100 А 900 Вт	От 0 до 20 В От 0 до 50 А -5 А -50 А 1 кВт	От 0 до 40 В От 0 до 25 А -2,5 А -25 А 1 кВт	От 0 до 60 В От 0 до 16,7 А -1,67 А -16,7 А 1 кВт	От 0 до 80 В От 0 до 12,5 А -1,25 А -12,5 А 1 кВт
Пульсация и помехи выходного сигнала ³ Пост. напряжение (средне-некв.): Значение полной амплитуды CV:	1 мВ 9 мВ				
Стабилизация нагрузки Напряжение: Ток:	0,5 мВ 8 мА	0,75 мВ 3 мА	1,5 мВ 1 мА	2 мВ 1 мА	2 мВ 0,8 мА
Точность программирования и измерения напряжения ^{4, 5, 6} Сброс на проводах ≤ 1 В (макс.): Сброс на проводах ≤ 25 % от номинального напряжения:	0,03 % +1,5 мВ 0,03 % +1,9 мВ	0,03 % +3 мВ 0,03 % +4 мВ	0,03 % +6 мВ 0,03 % +7,9 мВ	0,03 % +9 мВ 0,03 % +12 мВ	0,03 % +12 мВ 0,03 % +16 мВ
Программирование силы тока и точность измерений ⁴	0,1 % + 30 мА	0,1 % +15 мА	0,1 % +8 мА	0,1 % +5 мА	0,1 % +4 мА
Переходная характеристика ⁷ Время восстановления: Полоса стабилизации:	100 мкс 150 мВ	100 мкс 150 мВ	100 мкс 100 мВ	100 мкс 150 мВ	100 мкс 200 мВ
Технические характеристики для моделей мощностью 2 кВт	N6970A	N6971A	N6972A	N6973A	N6974A
Номинальные значения постоянного тока Источник напряжения: Источник силы тока: Номинальное значение стока тока 10 %: Понижение тока 100 % от номинального значения: ¹ Мощность: ²	От 0 до 9 В От 0 до 200 А -20 А -200 А 1,8 кВт	От 0 до 20 В От 0 до 100 А -10 А -100 А 2 кВт	От 0 до 40 В От 0 до 50 А -5 А -50 А 2 кВт	От 0 до 60 В От 0 до 33,3 А -3,33 А -33,3 А 2 кВт	От 0 до 80 В От 0 до 25 А -2,5 А -25 А 2 кВт

Технические характеристики для моделей мощностью 2 кВт	N6970A	N6971A	N6972A	N6973A	N6974A
Пульсация и помехи выходного сигнала ³ Пост. напряжение (среднекв.): Значение полной амплитуды CV:	1 мВ 9 мВ				
Стабилизация нагрузки Напряжение: Ток:	0,5 мВ 15 мА	0,75 мВ 6 мА	1,5 мВ 1,5 мА	2 мВ 1,5 мА	2 мВ 1,5 мА
Точность программирования и измерения напряжения ^{4, 5, 6} Сброс на проводах ≤ 1 В (макс.): Сброс на проводах ≤ 25 % от номинального напряжения:	0,03 % +1,5 мВ 0,03 % +1,9 мВ	0,03 % +3 мВ 0,03 % +4 мВ	0,03 % +6 мВ 0,03 % +7,9 мВ	0,03 % +9 мВ 0,03 % +12 мВ	0,03 % +12 мВ 0,03 % +16 мВ
Программирование силы тока и точность измерений ⁴	0,1 % + 60 мА	0,1 % + 30 мА	0,1 % + 15 мА	0,1 % + 10 мА	0,1 % + 8 мА
Переходная характеристика ⁷ Время восстановления: Полоса стабилизации:	100 мкс 150 мВ	100 мкс 150 мВ	100 мкс 100 мВ	100 мкс 150 мВ	100 мкс 200 мВ

¹ Для понижения силы тока до 100 % от номинальной силы тока необходим один модуль рассеивания мощности при использовании модели мощностью 1 кВт или два модуля рассеивания мощности при использовании модели мощностью 2 кВт. При подключении моделей на 2 кВт к одному модулю рассеивания мощности понижение их номинального тока возможно только на 50 %.

² Номинальное значение максимально доступной длительной мощности снижено на 1 % от номинального значения на один градус Цельсия с 40°C до 55°C

³ От 20 Гц до 300 кГц для среднеквадратичного шума; от 20 Гц до 20 МГц для шума полного размаха

⁴ При 23°C ±5°C после 30-минутного прогрева; число циклов линии питания для измерений = 1; действительно в течение 1 года, см. раздел **Интервал калибровки**

⁵ При включенной функции программирования сопротивления компонент смещения, применяемый при программной установке напряжения, будет увеличен на коэффициент, равный 2,1

⁶ Падение напряжения в проводе считается для каждого провода отдельно (+ и -)

⁷ Время на восстановление в пределах полосы стабилизации при изменении нагрузки от 50 % до 100 % от полной нагрузки (время нарастания – 10 мкс)

Спецификации – Keysight серии N7900

Технические характеристики для моделей мощностью 1 кВт	N7950A	N7951A	N7952A	N7953A	N7954A
Номинальные значения постоянного тока Источник напряжения: Источник силы тока: Номинальное значение стока тока 10 %: Понижение тока 100 % от номинального значения: ¹ Мощность: ²	От 0 до 9 В От 0 до 100 А -10 А -100 А 900 Вт	От 0 до 20 В От 0 до 50 А -5 А -50 А 1 кВт	От 0 до 40 В От 0 до 25 А -2,5 А -25 А 1 кВт	От 0 до 60 В От 0 до 16,7 А -1,67 А -16,7 А 1 кВт	От 0 до 80 В От 0 до 12,5 А -1,25 А -12,5 А 1 кВт
Пульсация и помехи выходного сигнала ³ Пост. напряжение (среднекв.): Значение полной амплитуды CV:	1 мВ 9 мВ				
Стабилизация нагрузки Напряжение: Ток:	0,5 мВ 8 мА	0,75 мВ 3 мА	1,5 мВ 1 мА	2 мВ 1 мА	2 мВ 0,8 мА
Точность программирования и измерения напряжения ^{4, 5, 6} Сброс на проводах ≤ 1 В (макс.): Сброс на проводах ≤ 25 % от номинального напряжения:	0,03 % + 1 мВ 0,03 % + 1,4 мВ	0,03 % + 2 мВ 0,03 % + 3 мВ	0,03 % + 4 мВ 0,03 % + 5,9 мВ	0,03 % + 6 мВ 0,03 % + 9 мВ	0,03 % + 8 мВ 0,03 % + 12 мВ
Программирование силы тока и точность измерений ⁴	0,04 % + 15 мА	0,04 % + 8 мА	0,04 % + 4 мА	0,04 % + 2,5 мА	0,04 % + 2 мВ
Точность при измерении силы тока в низком диапазоне	0,05 % + 3 мВ	0,05 % + 1 мА	0,05 % + 0,6 мА	0,05 % + 0,3 мА	0,05 % + 0,25 мА
Переходная характеристика ⁷ Время восстановления: Полоса стабилизации:	100 мкс 150 мВ	100 мкс 150 мВ	100 мкс 100 мВ	100 мкс 150 мВ	100 мкс 200 мВ

Технические характеристики для моделей мощностью 2 кВт	N7970A	N7971A	N7972A	N7973A	N7974A
Номинальные значения постоянного тока Источник напряжения: Источник силы тока: Номинальное значение стока тока 10 %: Понижение тока 100 % от номинального значения: ¹ Мощность: ²	От 0 до 9 В От 0 до 200 А -20 А -200 А 1,8 кВт	От 0 до 20 В От 0 до 100 А -10 А -100 А 2 кВт	От 0 до 40 В От 0 до 50 А -5 А -50 А 2 кВт	От 0 до 60 В От 0 до 33,3 А -3,33 А -33,3 А 2 кВт	От 0 до 80 В От 0 до 25 А -2,5 А -25 А 2 кВт
Пульсация и помехи выходного сигнала ³ Пост. напряжение (среднекв.): Значение полной амплитуды CV:	1 мВ 9 мВ				
Стабилизация нагрузки Напряжение: Ток:	0,5 мВ 15 мА	0,75 мВ 6 мА	1,5 мВ 1,5 мА	2 мВ 1,5 мА	2 мВ 1,5 мА
Точность программирования и измерения напряжения ^{4, 5, 6} Сброс на проводах ≤ 1 В (макс.): Сброс на проводах ≤ 25 % от номинального напряжения:	0,03 % + 1 мВ 0,03 % + 1,4 мВ	0,03 % + 2 мВ 0,03 % + 3 мВ	0,03 % + 4 мВ 0,03 % + 5,9 мВ	0,03 % + 6 мВ 0,03 % + 9 мВ	0,03 % + 8 мВ 0,03 % + 12 мВ
Программирование силы тока и точность измерений ⁴	0,04 % + 30 мА	0,04 % + 15 мА	0,04 % + 8 мА	0,04 % + 5 мА	0,04 % + 4 мА
Точность при измерении силы тока в низком диапазоне	0,05 % + 6 мА	0,05 % + 2 мВ	0,05 % + 1,2 мА	0,05 % + 0,6 мА	0,05 % + 0,5 мА
Переходная характеристика ⁷ Время восстановления: Полоса стабилизации:	100 мкс 150 мВ	100 мкс 150 мВ	100 мкс 100 мВ	100 мкс 150 мВ	100 мкс 200 мВ

¹ Для понижения силы тока до 100 % от номинальной силы тока необходим один модуль рассеивания мощности при использовании модели мощностью 1 кВт или два модуля рассеивания мощности при использовании модели мощностью 2 кВт. При подключении моделей на 2 кВт к одному модулю рассеивания мощности понижение их номинального тока возможно только на 50 %.

² Номинальное значение максимально доступной длительной мощности снижено на 1 % от номинального значения на один градус Цельсия с 40°C до 55°C

³ От 20 Гц до 300 кГц для среднеквадратичного шума; от 20 Гц до 20 МГц для шума полного размаха

⁴ При 23°C ±5°C после 30-минутного прогрева; число циклов линии питания для измерений = 1; действительно в течение 1 года, см. раздел **Интервал калибровки**

⁵ При включенной функции программирования сопротивления компонент смещения, применяемый при программной установке напряжения, будет увеличен на коэффициент, равный 3,15

⁶ Падение напряжения в проводе считается для каждого провода отдельно (+ и -)

⁷ Время на восстановление в пределах полосы стабилизации при изменении нагрузки от 50 % до 100 % от полной нагрузки (время нарастания – 10 мкс)

Характеристики – Keysight серии N6900/N7900 с поддержкой высокого напряжения

Технические характеристики для моделей мощностью 2 кВт	N6976A	N6977A	N7976A	N7977A
Номинальные значения постоянного тока Источник напряжения: Источник силы тока: Номинальное значение стока тока 10 %: Понижение тока 100 % от номинального значения: ¹ Мощность: ²	От 0 до 120 В От 0 до 16,7 А -1,67 А -16,7 А 2 кВт	От 0 до 160 В От 0 до 12,5 А -1,25 А -12,5 А 2 кВт	От 0 до 120 В От 0 до 16,7 А -1,67 А -16,7 А 2 кВт	От 0 до 160 В От 0 до 12,5 А -1,25 А -12,5 А 2 кВт
Пульсация и помехи выходного сигнала ³ Пост. напряжение (среднекв.): Значение полной амплитуды CV:	2 мВ 30 мВ	3 мВ 30 мВ	2 мВ 30 мВ	3 мВ 30 мВ
Стабилизация нагрузки Напряжение: Ток:	4 мВ 1 мА	4 мВ 0,8 мА	4 мВ 1 мА	4 мВ 0,8 мА
Точность программирования и измерения напряжения ^{4, 5, 6} Сброс на проводах ≤ 1 В (макс.): Сброс на проводах ≤ 25 % от номинального напряжения:	0,03 % + 17 мВ 0,03 % + 23 мВ	0,03 % + 24 мВ 0,03 % + 32 мВ	0,03 % + 11 мВ 0,03 % + 17 мВ	0,03 % + 14 мВ 0,03 % + 22 мВ
Программирование силы тока и точность измерений ⁴	0,1 % + 5 мА	0,1 % + 4 мА	0,04 % + 2,5 мА	0,04 % + 2 мВ
Точность при измерении силы тока в низком диапазоне	-	-	0,05 % + 0,4 мА	0,05 % + 0,25 мА
Переходная характеристика ⁷ Время восстановления: Полоса стабилизации:	100 мкс 300 мВ	100 мкс 400 мВ	100 мкс 300 мВ	100 мкс 400 мВ

¹ Два модуля рассеивания мощности должны быть понижены до 100 % от номинальной силы тока; один модуль рассеивания мощности понижается до 50 % от номинальной силы тока.

² Номинальное значение максимально доступной длительной мощности снижено на 1 % от номинального значения на один градус Цельсия с 40°C до 55°C

³ От 20 Гц до 300 кГц для среднеквадратичного шума; от 20 Гц до 20 МГц для шума полного размаха

⁴ При 23°C ± 5°C после 30-минутного прогрева; число циклов линии питания для измерений = 1; действительно в течение 1 года, см. раздел **Интервал калибровки**

⁵ При включенной функции программирования сопротивления компонент смещения, применяемый при программной установке напряжения, будет увеличен на коэффициент, равный 2,1

⁶ Падение напряжения в проводе считается для каждого провода отдельно (+ и -)

⁷ Время на восстановление в пределах полосы стабилизации при изменении нагрузки от 50 % до 100 % от полной нагрузки (время нарастания – 10 мкс)

Дополнительные характеристики – Keysight серии N6900

Характеристики моделей мощностью 1 кВт	N6950A	N6951A	N6952A	N6953A	N6954A
Диапазон программирования напряжения	От 0,009 до 9,18 В	От 0,02 до 20,4 В	От 0,04 до 40,8 В	От 0,06 до 61,2 В	От 0,08 до 81,6 В
Шаг настройки программирования напряжения	0,84 мВ	1,7 мВ	3,5 мВ	5 мВ	6,7 мВ
Диапазон программирования силы тока – без модуля рассеивания мощности	От -10,2 до 102 А	От -5,1 до 51 А	От -2,55 до 25,5 А	От -1,7 до 17 А	От -1,275 до 12,75 А
Диапазон программирования силы тока – с модулем рассеивания мощности	От -102 до 102 А	От -51 до 51 А	От -25,5 до 25,5 А	От -17 до 17 А	От -12,75 до 12,75 А
Шаг установки при программировании силы тока	30 мА	15 мА	8 мА	5 мА	4 мА
Диапазон измерений силы тока	От -225 до 225 А	От -112,5 до 112,5 А	От -56,2 до 56,2 А	От -37,6 до 37,6 А	От -28,1 до 28,1 А
Диапазон программирования сопротивления	От 0 до 0,1 Ом	От 0 до 0,4 Ом	От 0 до 1,6 Ом	От 0 до 3,4 Ом	От 0 до 6,4 Ом
Точность программирования сопротивления ¹	0,12 % + 1,6 мОм*А	0,12 % + 3,2 мОм*А	0,1% + 6,4 мОм*А	0,1% + 8,8 мОм*А	0,1% + 12,8 мОм*А
Шаг установки при программировании сопротивления	0,8 мкОм	3,4 мкОм	13 мкОм	30 мкОм	54 мкОм
Программирование и измерение напряжения TempCo ²	0,0022 % + 30 мкВ	0,0022 % + 60 мкВ	0,0022 % + 120 мкВ	0,0022 % + 180 мкВ	0,0022 % + 220 мкВ
Программирование силы тока и измерение TempCo ²	0,0057 % + 250 мкА	0,0058 % + 125 мкА	0,0058 % + 60 мкА	0,0058 % + 40 мкА	0,0058 % + 30 мкА
Программирование сопротивления TempCo	0,0068 %	0,0070 %	0,0070 %	0,0070 %	0,0070 %

Спецификации и характеристики

Характеристики моделей мощностью 1 кВт	N6950A	N6951A	N6952A	N6953A	N6954A
Защита от перегрузки по напряжению Максимальный параметр: Точность: Время отклика: ³	10,8 В 0,03 % + 1,5 мВ < 30 мкс	24 В 0,03 % + 3 мВ < 30 мкс	48 В 0,03 % + 6 мВ < 30 мкс	72 В 0,03 % + 9 мВ < 30 мкс	96 В 0,03 % + 12 мВ < 30 мкс
Помехи при измерении напряжения (пик)	2 мВ	3,5 мВ	7 мВ	10 мВ	14 мВ
Помехи при измерении силы тока (пик)	45 мА	22 мА	10 мА	6 мА	4 мА
Шум силы тока выходного сигнала Пост. сила тока (среднекв.):	15 мА	15 мА	15 мА	15 мА	15 мА
Сила тока в режиме синфазного сигнала Пост. ток (среднекв.): Значение полной амплитуды СС:	2 мА 10 мА	1 мА 10 мА	1 мА 10 мА	1 мА 10 мА	1,5 мА 10 мА
Время восходящего программирования напряжения ⁴ от 10 % до 90 %: Время стабилизации: ⁶	3 мс 10 мс				
Время нисходящего программирования напряжения ⁵ от 90 % до 10 %: Время стабилизации: ⁶	3 мс 10 мс				
Время восходящего программирования силы тока ⁷ от 10 % до 90 %:	2,5 мс				
Время задержки включения выходного сигнала Приоритет напряжения: Приоритет тока:	12 мс 14 мс				
Стабилизация сети питания ⁸ Напряжение: Ток:	< 10 мкВ < 10 мкА				

Характеристики моделей мощностью 2 кВт	N6970A	N6971A	N6972A	N6973A	N6974A
Диапазон программирования напряжения	От 0,009 до 9,18 В	От 0,02 до 20,4 В	От 0,04 до 40,8 В	От 0,06 до 61,2 В	От 0,08 до 81,6 В
Шаг настройки программирования напряжения	0,84 мВ	1,7 мВ	3,5 мВ	5 мВ	6,7 мВ
Диапазон программирования силы тока – без модуля рассеивания мощности	От -20,4 до 204 А	От -10,2 до 102 А	От -5,1 до 51 А	От -3,4 до 34 А	От -2,55 до 25,5 А
Диапазон программирования силы тока – с модулями рассеивания мощности	От -204 до 204 А	От -102 до 102 А	От -51 до 51 А	От -34 до 34 А	От -25,5 до 25,5 А
Шаг установки при программировании силы тока	60 мА	30 мА	15 мА	10 мА	8 мА
Диапазон измерений силы тока	От -450 до 450 А	От -225 до 225 А	От -112,5 до 112,5 А	От -74,9 до 74,9 А	От -56,2 до 56,2 А
Диапазон программирования сопротивления	От 0 до 0,05 Ом	От 0 до 0,2 Ом	От 0 до 0,8 Ом	От 0 до 1,7 Ом	От 0 до 3,2 Ом
Точность программирования сопротивления ¹	0,12 % +1,6 мОм*А	0,12 % +3,2 мОм*А	0,1 % +6,4 мОм*А	0,1 % +8,8 мОм*А	0,1 % +12,8 мОм*А
Шаг установки при программировании сопротивления	0,4 мкОм	1,7 мкОм	7 мкОм	15 мкОм	27 мкОм
Программирование и измерение напряжения TempCo ²	0,0022 % + 30 мкВ	0,0022 % + 60 мкВ	0,0022 % + 120 мкВ	0,0022 % + 180 мкВ	0,0022 % + 220 мкВ
Программирование силы тока и измерение TempCo ²	0,0048 % + 500 мкА	0,0049 % + 250 мкА	0,0049 % + 120 мкА	0,0049 % + 80 мкА	0,0049 % + 60 мкА
Программирование сопротивления TempCo	0,0060 %	0,0060 %	0,0060 %	0,0060 %	0,0060 %
Защита от перегрузки по напряжению Максимальный параметр: Точность: Время отклика: ³	10,8 В 0,03 % + 1,5 мВ < 30 мкс	24 В 0,03 % + 3 мВ < 30 мкс	48 В 0,03 % + 6 мВ < 30 мкс	72 В 0,03 % + 9 мВ < 30 мкс	96 В 0,03 % + 12 мВ < 30 мкс

Спецификации и характеристики

Характеристики моделей мощностью 2 кВт	N6970A	N6971A	N6972A	N6973A	N6974A
Помехи при измерении напряжения (пик)	2 мВ	3,5 мВ	7 мВ	10 мВ	14 мВ
Помехи при измерении силы тока (пик)	75 мА	45 мА	18 мА	12 мА	7 мА
Шум силы тока выходного сигнала Пост. сила тока (среднекв.):	20 мА	20 мА	15 мА	15 мА	15 мА
Сила тока в режиме синфазного сигнала Пост. ток (среднекв.): Значение полной амплитуды СС:	2 мА 15 мА	1 мА 10 мА	1 мА 10 мА	1 мА 10 мА	2 мА 10 мА
Время восходящего программирования напряжения ⁴ от 10 % до 90 %: Время стабилизации: ⁶	3 мс 10 мс				
Время нисходящего программирования напряжения ⁵ от 90 % до 10 %: Время стабилизации: ⁶	3 мс 10 мс				
Время восходящего программирования силы тока ⁷ от 10 % до 90 %:	2,5 мс				
Время задержки включения выходного сигнала Приоритет напряжения: Приоритет тока:	12 мс 14 мс				
Стабилизация сети питания ⁸ Напряжение: Ток:	< 10 мкВ < 10 мкА				

¹ Точность программирования сопротивления изменяется в зависимости от силы тока выходного сигнала. Например, для модели N7970A при нагрузке 0,1 Ом и переходной характеристике 50 А точность вычисляется следующим образом: $(0,1 \text{ Ом} * 0,06 \%) + (1,6 \text{ мОм} * \text{А}/50 \text{ А}) = 92 \text{ мкОм}$.

² на градус Цельсия

³ От возникновения перегрузки по напряжению до запуска процесса выключения

⁴ При полной резистивной нагрузке и переходе напряжения от 0,1 % до 100 % от номинального выходного значения

⁵ При отсутствии нагрузки и переходе напряжения от 100 % до 0,1 % от номинального выходного значения

⁶ От начала изменения напряжения до 0,1 % от конечного значения полного масштаба

⁷ При полной резистивной нагрузке и переходе силы тока от 0,1 % до 100 % от номинального выходного значения

⁸ Стабилизация сети питания предусмотрена в конструкции.

Дополнительные характеристики – Keysight серии N7900

Характеристики моделей мощностью 1 кВт	N7950A	N7951A	N7952A	N7953A	N7954A
Диапазон программирования напряжения	От 0,009 до 9,18 В	От 0,02 до 20,4 В	От 0,04 до 40,8 В	От 0,06 до 61,2 В	От 0,08 до 81,6 В
Шаг настройки программирования напряжения	0,21 мВ	0,42 мВ	0,84 мВ	1,25 мВ	1,68 мВ
Диапазон программирования силы тока – без модуля рассеивания мощности	От -10,2 до 102 А	От -5,1 до 51 А	От -2,55 до 25,5 А	От -1,7 до 17 А	От -1,275 до 12,75 А
Диапазон программирования силы тока – с модулем рассеивания мощности	От -102 до 102 А	От -51 до 51 А	От -25,5 до 25,5 А	От -17 до 17 А	От -12,75 до 12,75 А
Шаг установки при программировании силы тока	1,9 мА	0,95 мА	0,47 мА	0,32 мА	0,24 мА
Диапазон измерений силы тока Диапазон высоких значений Диапазон низких значений	От -225 до 225 А От -11 до 11 А	От -112,5 до 112,5 А От -5,5 до 5,5 А	От -56,2 до 56,2 А От -2,75 до 2,75 А	От -37,6 до 37,6 А От -1,84 до 1,84 А	От -28,1 до 28,1 А От -1,37 до 1,37 А
Диапазон программирования сопротивления	От 0 до 0,1 Ом	От 0 до 0,4 Ом	От 0 до 1,6 Ом	От 0 до 3,4 Ом	От 0 до 6,4 Ом
Точность программирования сопротивления ¹	0,06 % +1,6 мОм*А	0,06 % +3,2 мОм*А	0,06 % +6,4 мОм*А	0,06 % +8,8 мОм*А	0,06 % +12,8 мОм*А
Шаг установки при программировании сопротивления	0,8 мкОм	3,4 мкОм	13 мкОм	30 мкОм	54 мкОм
Программирование и измерение напряжения TempCo ²	0,0022 % + 30 мкВ	0,0022 % + 60 мкВ	0,0022 % + 120 мкВ	0,0022 % + 180 мкВ	0,0022 % + 220 мкВ
Программирование силы тока и измерение TempCo ²	0,0035 % + 250 мкА	0,0035 % + 125 мкА	0,0042 % + 60 мкА	0,0037 % + 40 мкА	0,0036 % + 30 мкА
Низкий диапазон измерения силы тока TempCo ²	0,0042 % + 80 мкА	0,0045 % + 40 мкА	0,0050 % + 20 мкА	0,0046 % + 12 мкА	0,0045 % + 9 мкА

Спецификации и характеристики

Характеристики моделей мощностью 1 кВт	N7950A	N7951A	N7952A	N7953A	N7954A
Программирование сопротивления TempCo	0,0046 %	0,0049 %	0,0054 %	0,0050 %	0,0049 %
Защита от перегрузки по напряжению Максимальный параметр: Точность: Время отклика: ³	10,8 В 0,03 % + 1 мВ < 30 мкс	24 В 0,03% + 2 мВ < 30 мкс	48 В 0,03 % + 4 мВ < 30 мкс	72 В 0,03 % + 6 мВ < 30 мкс	96 В 0,03 % + 8 мВ < 30 мкс
Помехи при измерении напряжения (пик)	2 мВ	3,5 мВ	7 мВ	10 мВ	14 мВ
Помехи при измерении силы тока (пик)	45 мА	22 мА	10 мА	6 мА	4 мА
Помехи при измерении силы тока в низком диапазоне (пик)	30 мА	17 мА	7 мА	4 мА	2 мА
Шум силы тока выходного сигнала Пост. сила тока (среднекв.):	15 мА	15 мА	15 мА	15 мА	15 мА
Сила тока в режиме синфазного сигнала Пост. ток (среднекв.): Значение полной амплитуды СС:	2 мА 10 мА	1 мА 10 мА	1 мА 10 мА	1 мА 10 мА	1,5 мА 10 мА
Время восходящего программирования напряжения ⁴ от 10 % до 90 %: Время стабилизации: ⁶	0,5 мс 1 мс				
Время нисходящего программирования напряжения ⁵ от 90 % до 10 %: Время стабилизации: ⁶	0,35 мс 0,8 мс				
Время восходящего программирования силы тока ⁷ от 10 % до 90 %:	2,5 мс				
Период задержки включения выходного сигнала Приоритет напряжения: со включенным реле: Приоритет тока: со включенным реле:	12 мс 38 мс 14 мс 46 мс				

Характеристики моделей мощностью 1 кВт	N7950A	N7951A	N7952A	N7953A	N7954A
Стабилизация сети питания ⁸ Напряжение: Ток:	< 10 мкВ < 10 мкА				
Узкая полоса пропускания сигнала Программирование напряжения: ⁹ Программирование силы тока: ¹⁰ Измерение напряжения: Измерение силы тока:	Пост. ток для 1 кГц (-1 дБ); пост. ток для 2 кГц (-3 дБ) Пост. ток для 70 Гц (-1 дБ); пост. ток для 120 Гц (-3 дБ) Пост. ток для 14 кГц (-1 дБ); пост. ток для 25 кГц (-3 дБ) Пост. ток для 14 кГц (-1 дБ); пост. ток для 25 кГц (-3 дБ)				
Характеристики моделей мощностью 2 кВт	N7970A	N7971A	N7972A	N7973A	N7974A
Диапазон программирования напряжения	От 0,009 до 9,18 В	От 0,02 до 20,4 В	От 0,04 до 40,8 В	От 0,06 до 61,2 В	От 0,08 до 81,6 В
Шаг настройки программирования напряжения	0,21 мВ	0,42 мВ	0,84 мВ	1,25 мВ	1,68 мВ
Диапазон программирования силы тока – без модуля рассеивания мощности	От -20,4 до 204 А	От -10,2 до 102 А	От -5,1 до 51 А	От -3,4 до 34 А	От -2,55 до 25,5 А
Диапазон программирования силы тока – с модулями рассеивания мощности	От -204 до 204 А	От -102 до 102 А	От -51 до 51 А	От -34 до 34 А	От -25,5 до 25,5 А
Шаг установки при программировании силы тока	3,8 мА	1,9 мА	0,95 мА	0,64 мА	0,48 мА
Диапазон измерений силы тока Диапазон высоких значений Диапазон низких значений	От -450 до 450 А От -22 до 22 А	От -225 до 225 А От -11 до 11 А	От -112,5 до 112,5 А От -5,5 до 5,5 А	От -74,9 до 74,9 А От -3,67 до 3,67 А	От -56,2 до 56,2 А От -2,75 до 2,75 А
Диапазон программирования сопротивления	От 0 до 0,05 Ом	От 0 до 0,2 Ом	От 0 до 0,8 Ом	От 0 до 1,7 Ом	От 0 до 3,2 Ом
Точность программирования сопротивления ¹	0,06 % +1,6 мОм*А	0,06 % +3,2 мОм*А	0,06 % +6,4 мОм*А	0,06 % +8,8 мОм*А	0,06 % +12,8 мОм*А

Спецификации и характеристики

Характеристики моделей мощностью 2 кВт	N7970A	N7971A	N7972A	N7973A	N7974A
Шаг установки при программировании сопротивления	0,4 мкОм	1,7 мкОм	7 мкОм	15 мкОм	27 мкОм
Программирование и измерение напряжения TempCo ²	0,0022 % + 30 мкВ	0,0022 % + 60 мкВ	0,0022 % + 120 мкВ	0,0022 % + 180 мкВ	0,0022 % + 220 мкВ
Программирование силы тока и измерение TempCo ²	0,0029 % + 500 мкА	0,0031 % + 250 мкА	0,0035 % + 120 мкА	0,0032 % + 80 мкА	0,0032 % + 60 мкА
Низкий диапазон измерения силы тока TempCo ²	0,0040 % + 160 мкА	0,0041 % + 80 мкА	0,0045 % + 40 мкА	0,0042 % + 24 мкА	0,0041 % + 18 мкА
Программирование сопротивления TempCo	0,0043 %	0,0045 %	0,0049 %	0,0046 %	0,0045 %
Защита от перегрузки по напряжению Максимальный параметр: Точность: Время отклика: ³	10,8 В 0,03 % + 1 мВ < 30 мкс	24 В 0,03 % + 2 мВ < 30 мкс	48 В 0,03 % + 4 мВ < 30 мкс	72 В 0,03 % + 6 мВ < 30 мкс	96 В 0,03 % + 8 мВ < 30 мкс
Помехи при измерении напряжения (пик)	2 мВ	3,5 мВ	7 мВ	10 мВ	14 мВ
Помехи при измерении силы тока (пик)	75 мА	45 мА	18 мА	12 мА	7 мА
Помехи при измерении силы тока в низком диапазоне (пик)	50 мА	30 мА	12 мА	6 мА	3 мА
Шум силы тока выходного сигнала Пост. сила тока (среднекв.):	20 мА	20 мА	15 мА	15 мА	15 мА
Сила тока в режиме синфазного сигнала Пост. ток (среднекв.): Значение полной амплитуды СС:	2 мА 15 мА	1 мА 10 мА	1 мА 10 мА	1 мА 10 мА	2 мА 10 мА
Время восходящего программирования напряжения ⁴ от 10 % до 90 %: Время стабилизации: ⁶	0,5 мс 1 мс				

Характеристики моделей мощностью 2 кВт	N7970A	N7971A	N7972A	N7973A	N7974A
Время нисходящего программирования напряжения ⁵ от 90 % до 10 %: Время стабилизации: ⁶			0,35 мс 0,8 мс		
Время восходящего программирования силы тока ⁷ от 10 % до 90 %:			2,5 мс		
Период задержки включения выходного сигнала Приоритет напряжения: со включенным реле: Приоритет тока: со включенным реле:			12 мс 38 мс 14 мс 46 мс		
Стабилизация сети питания ⁸ Напряжение: Ток:			< 10 мкВ < 10 мкА		
Узкая полоса пропускания сигнала Программирование напряжения: ⁹ Программирование силы тока: ¹⁰ Измерение напряжения: Измерение силы тока:			Пост. ток для 1 кГц (-1 дБ); пост. ток для 2 кГц (-3 дБ) Пост. ток для 70 Гц (-1 дБ); пост. ток для 120 Гц (-3 дБ) Пост. ток для 14 кГц (-1 дБ); пост. ток для 25 кГц (-3 дБ) Пост. ток для 14 кГц (-1 дБ); пост. ток для 25 кГц (-3 дБ)		

¹ Точность программирования сопротивления изменяется в зависимости от силы тока выходного сигнала. Например, для модели N7970A при нагрузке 0,1 Ом и переходной характеристике 50 А точность вычисляется следующим образом: $(0,1 \text{ Ом} * 0,06 \%) + (1,6 \text{ мОм} * \text{А}/50 \text{ А}) = 92 \text{ мкОм}$.

² на градус Цельсия

³ От возникновения перегрузки по напряжению до запуска процесса выключения

⁴ При полной резистивной нагрузке и переходе напряжения от 0,1 % до 100 % от номинального выходного значения

⁵ При отсутствии нагрузки и переходе напряжения от 100 % до 0,1 % от номинального выходного значения

⁶ От начала изменения напряжения до 0,1 % от конечного значения полного масштаба

⁷ При полной резистивной нагрузке и переходе силы тока от 0,1 % до 100 % от номинального выходного значения

⁸ Стабилизация сети питания предусмотрена в конструкции.

⁹ При выборе высокого значения полосы пропускания, без условия нагрузки (см. [Характеристика программирования напряжения](#))

¹⁰ С условием резистивной нагрузки

Дополнительные характеристики – Keysight серии N6900/N7900 с поддержкой высокого напряжения

Характеристики моделей мощностью 2 кВт	N6976A	N6977A	N7976A	N7977A
Диапазон программирования напряжения	От 0,12 до 122,4 В	От 0,16 до 163,2 В	От 0,12 до 122,4 В	От 0,16 до 163,2 В
Шаг настройки программирования напряжения	16,9 мВ	22,5 мВ	2,5 мВ	3,6 мВ
Диапазон программирования силы тока – без модуля рассеивания мощности	От -1,7 до 17 А	От -1,275 до 12,75 А	От -1,7 до 17 А	От -1,275 до 12,75 А
Диапазон программирования силы тока – с модулем рассеивания мощности	От -17 до 17 А	От -12,75 до 12,75 А	От -17 до 17 А	От -12,75 до 12,75 А
Шаг установки при программировании силы тока	5 мА	3,8 мА	0,32 мА	0,24 мА
Диапазон измерений силы тока Диапазон высоких значений Диапазон низких значений	От -37,6 до 37,6 А –	От -28,1 до 28,1 А –	От -37,6 до 37,6 А От -1,84 до 1,84 А	От -28,1 до 28,1 А От -1,37 до 1,37 А
Диапазон программирования сопротивления	От 0 до 6,8 Ом	От 0 до 12,8 Ом	От 0 до 6,8 Ом	От 0 до 12,8 Ом
Точность программирования сопротивления ¹	0,1 % + 17,7 мОм*А	0,1 % + 25,6 мОм*А	0,06 % + 17,7 мОм*А	0,06 % + 25,6 мОм*А
Шаг установки при программировании сопротивления	60 мкОм	108 мкОм	60 мкОм	108 мкОм
Программирование и измерение напряжения TempCo ²	0,0022 % + 430 мкВ	0,0022 % + 570 мкВ	0,0022 % + 430 мкВ	0,0022 % + 530 мкВ
Программирование силы тока и измерение TempCo ²	0,0065 % + 12 мкА	0,0058 % + 30 мкА	0,0036 % + 40 мкА	0,0036 % + 30 мкА
Низкий диапазон измерения силы тока TempCo ²	–	–	0,0046 % + 12 мкА	0,0045 % + 9 мкА

Характеристики моделей мощностью 2 кВт	N6976A	N6977A	N7976A	N7977A
Программирование сопротивления TempCo	0,0060 %	0,0060 %	0,0050 %	0,0046 %
Защита от перегрузки по напряжению Максимальный параметр: Точность: Время отклика: ³	144 В 0,03 % + 17 мВ < 30 мкс	192 В 0,03 % + 24 мВ < 30 мкс	144 В 0,03 % + 11 мВ < 30 мкс	192 В 0,03 % + 14 мВ < 30 мкс
Помехи при измерении напряжения (пик)	18 мВ	23 мВ	18 мВ	23 мВ
Помехи при измерении силы тока (пик)	6 мА	4 мА	6 мА	4 мА
Помехи при измерении силы тока в низком диапазоне (пик)	–	–	4 мА	2 мА
Шум силы тока выходного сигнала Пост. сила тока (среднекв.):	15 мА	15 мА	15 мА	15 мА
Сила тока в режиме синфазного сигнала Пост. ток (среднекв.): Значение полной амплитуды СС:	2 мА 10 мА	2 мА 10 мА	2 мА 10 мА	2 мА 10 мА
Время восходящего программирования напряжения ⁴ от 10 % до 90 %: Время стабилизации: ⁶	3 мс 10 мс		0,5 мс 1 мс	
Время нисходящего программирования напряжения ⁵ от 90 % до 10 %: Время стабилизации: ⁶	3 мс 10 мс		0,35 мс 0,8 мс	
Время восходящего программирования силы тока ⁷ от 10 % до 90 %:	2,5 мс		2,5 мс	
Период задержки включения выходного сигнала Приоритет напряжения: со включенным реле: Приоритет тока: со включенным реле:	12 мс – 14 мс –		12 мс 38 мс 14 мс 46 мс	

Спецификации и характеристики

Характеристики моделей мощностью 2 кВт	N6976A	N6977A	N7976A	N7977A
Стабилизация сети питания ⁸ Напряжение: Ток:	< 10 мкВ < 10 мкА		< 10 мкВ < 10 мкА	
Узкая полоса пропускания сигнала Программирование напряжения: ⁹ Программирование силы тока: ¹⁰ Измерение напряжения: Измерение силы тока:	-		Пост. ток для 1 кГц (-1 дБ); пост. ток для 2 кГц (-3 дБ) Пост. ток для 70 Гц (-1 дБ); пост. ток для 120 Гц (-3 дБ) Пост. ток для 14 кГц (-1 дБ); пост. ток для 25 кГц (-3 дБ) Пост. ток для 14 кГц (-1 дБ); пост. ток для 25 кГц (-3 дБ)	

¹ Точность программирования сопротивления изменяется в зависимости от силы тока выходного сигнала. Например, для модели N7970A при нагрузке 0,1 Ом и переходной характеристике 50 А точность вычисляется следующим образом: $(0,1 \text{ Ом} * 0,06 \%) + (1,6 \text{ мОм} * A/50 \text{ А}) = 92 \text{ мкОм}$.

² на градус Цельсия

³ От возникновения перегрузки по напряжению до запуска процесса выключения

⁴ При полной резистивной нагрузке и переходе напряжения от 0,1 % до 100 % от номинального выходного значения

⁵ При отсутствии нагрузки и переходе напряжения от 100 % до 0,1 % от номинального выходного значения

⁶ От начала изменения напряжения до 0,1 % от конечного значения полного масштаба

⁷ При полной резистивной нагрузке и переходе силы тока от 0,1 % до 100 % от номинального выходного значения

⁸ Стабилизация сети питания предусмотрена в конструкции.

⁹ При выборе высокого значения полосы пропускания, без условия нагрузки (см. [Характеристика программирования напряжения](#))

¹⁰ С условием резистивной нагрузки

Общие характеристики

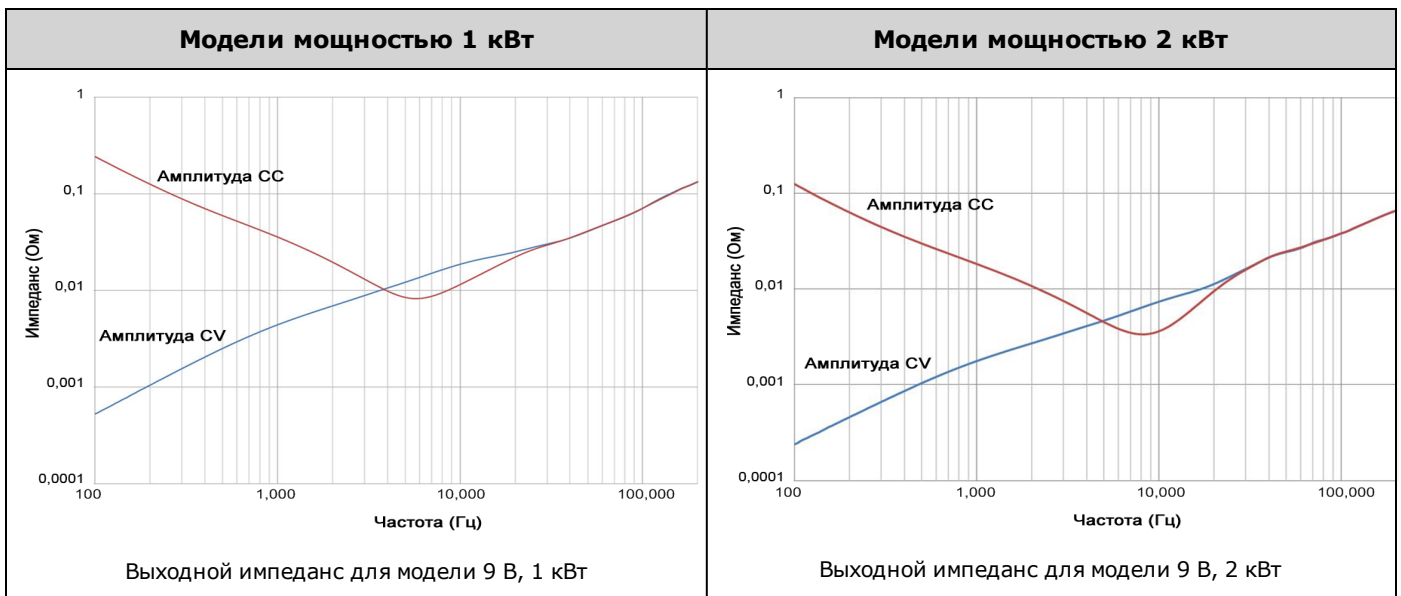
Общие технические характеристики	Все модели
Время обработки команды	≤ 1 мс с момента получения команды до начала изменения выходного сигнала. Применимо к простым командам настроек через интерфейс GPIB (см. раздел Время обработки команд)
<p>Цифровой порт Максимальное номинальное напряжение:</p> <p>Контакты 1 и 2 как FLT:</p> <p>Контакты 1–7 как выходные:</p> <p>Контакты 1–7 как входные:</p> <p>Контакт 8:</p>	<p>+16,5 В пост. тока/- 5 В пост. тока между контактами</p> <p>Максимальное выходное напряжение низкого уровня = 0,5 В при 4 мА Максимальный втекающий ток низкого уровня = 4 мА Стандартный ток утечки высокого уровня = 1 мА при 16,5 В постоянного тока</p> <p>Максимальное выходное напряжение низкого уровня = 0,5 В при 4 мА; 1 В при 50 мА; 1,75 В при 100 мА Максимальный втекающий ток низкого уровня = 100 мА Стандартный ток утечки высокого уровня = 0,8 мА при 16,5 В постоянного тока</p> <p>Максимальное входное напряжение низкого уровня = 0,8 В Минимальное входное напряжение высокого уровня = 2 В Стандартный ток низкого уровня = 2 мА при 0 В (внутреннее повышение на 2,2 кОм) Стандартный ток утечки высокого уровня = 0,12 мА при 16,5 В постоянного тока</p> <p>Контакт 8 является общим (внутреннее подключение к заземлению корпуса)</p>
Интерфейсы компьютера LXI 2011 USB GPIB Язык	<p>Соединение по сети Ethernet со скоростью 10/100 Мбит/с с использованием неэкранированного кабеля на основе скрученных пар (сокет, протокол VXI-11, пользовательский веб-интерфейс)</p> <p>USB 2.0 (протокол USB-TMC488)</p> <p>GPIB IEEE 488</p> <p>Соответствие стандартам SCPI - 1993, IEEE 488.2</p>

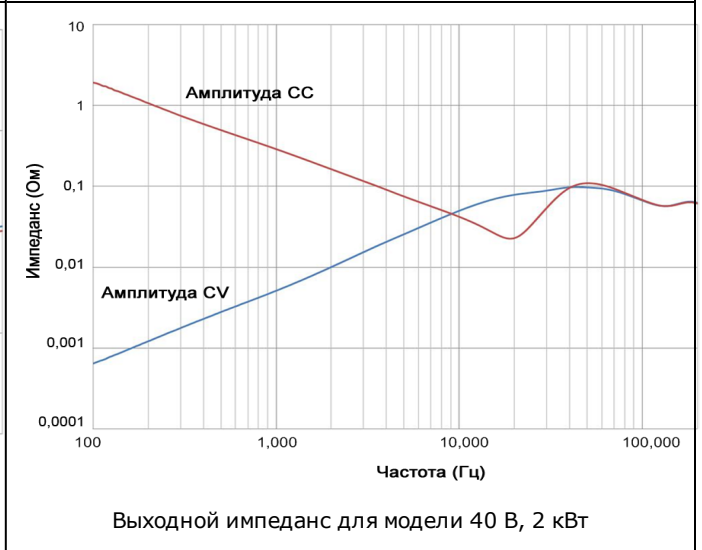
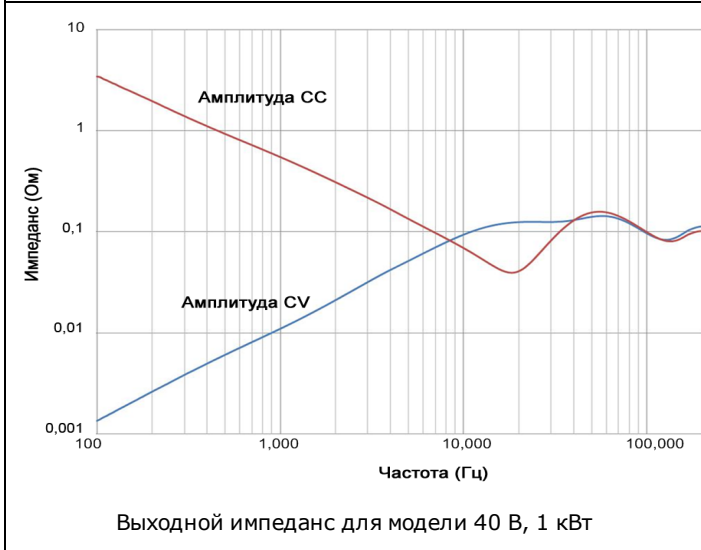
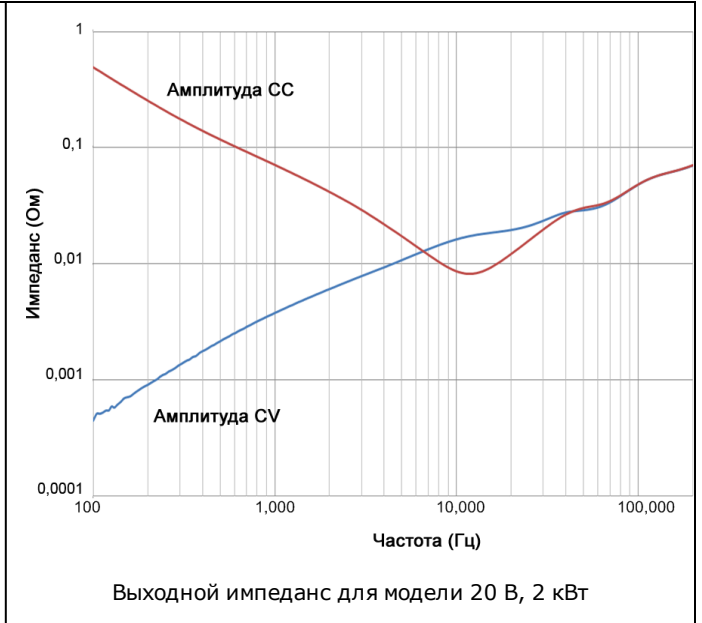
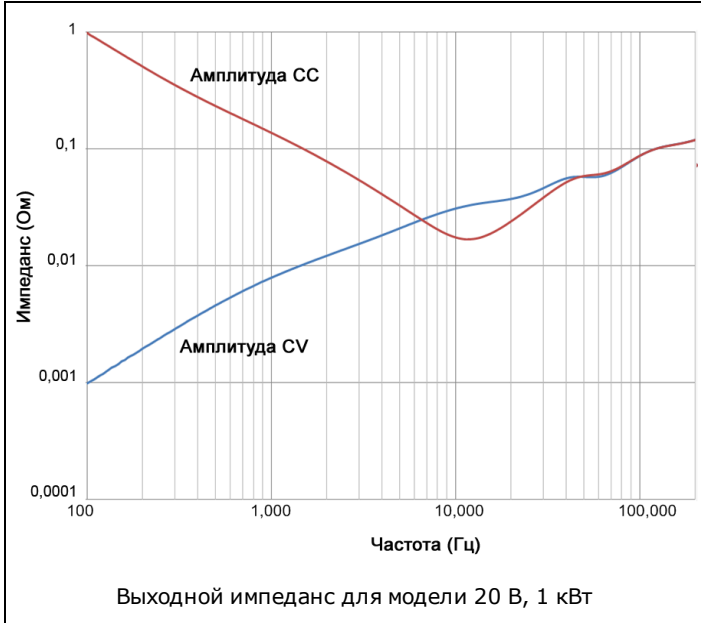
Спецификации и характеристики

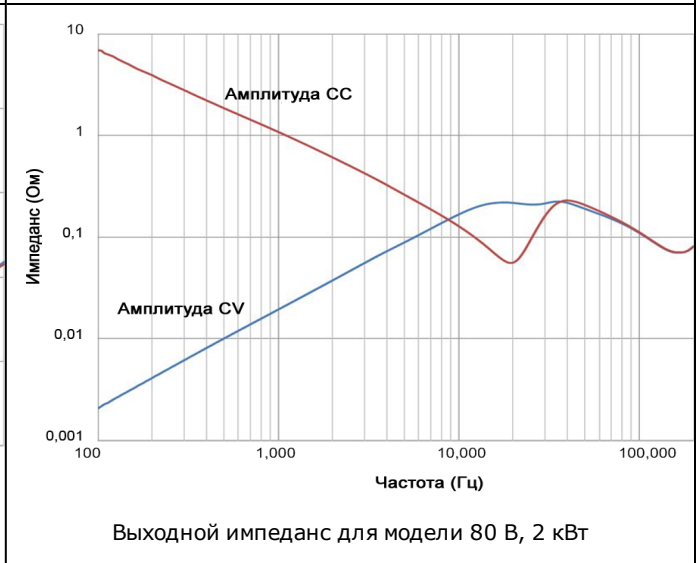
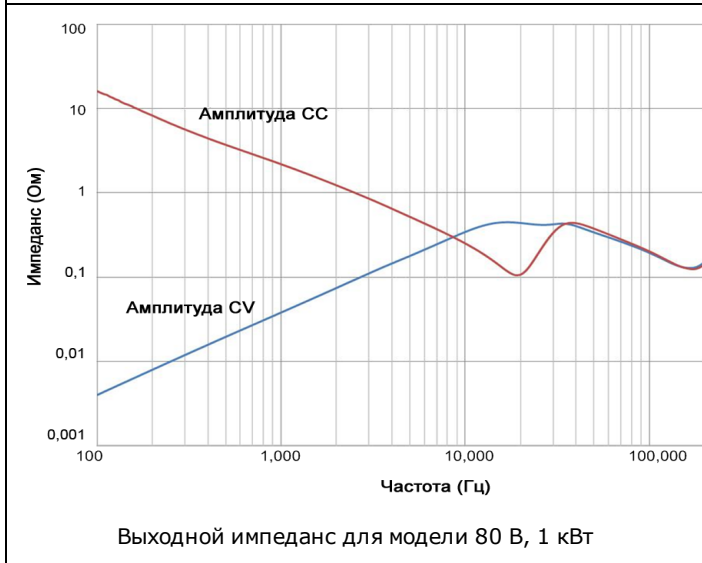
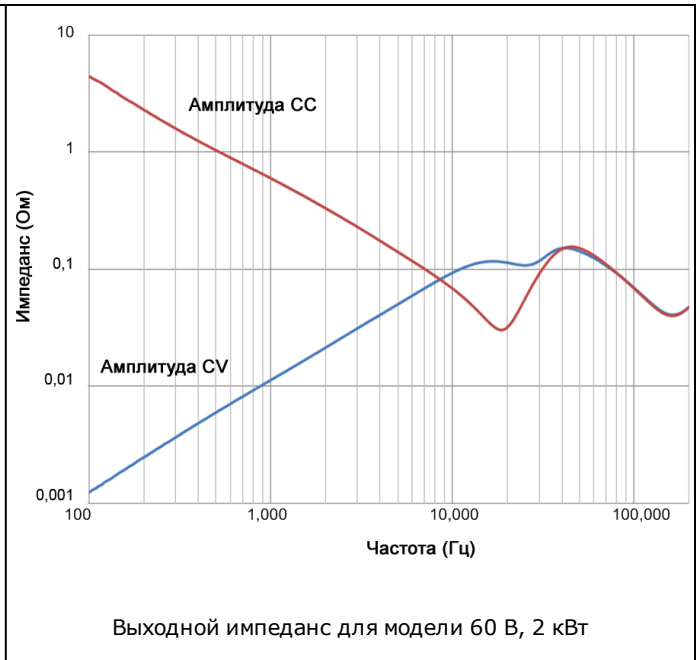
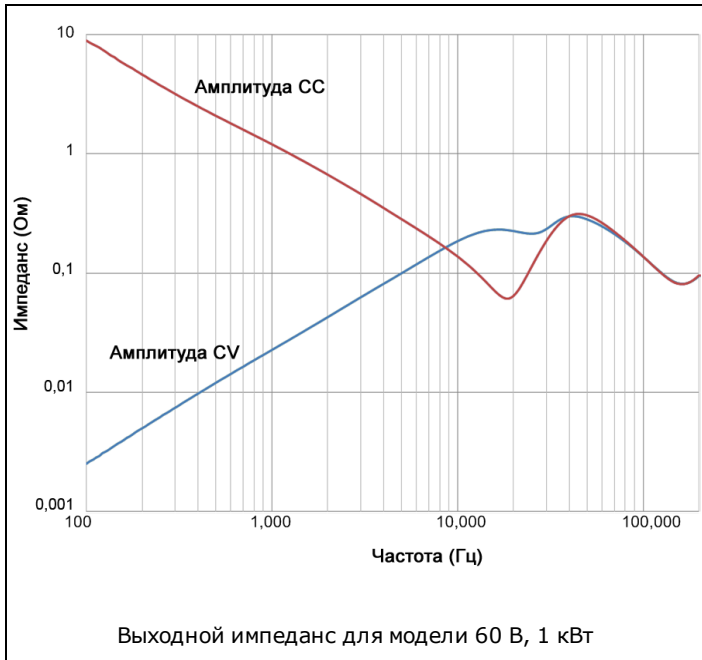
<p>Нормативно-правовое соответствие ЭМС:</p> <p>Безопасность:</p>	<p>Соответствие европейской директиве по электромагнитной совместимости продуктов для испытаний и измерений Соответствие австралийскому стандарту и наличие знака C-Tick Данное устройство, работающее в диапазоне, соответствует канадскому стандарту ISM ICES-001 Cet appareil ISM est conforme à la norme NMB-001 du Canada</p> <p>Соответствует Европейской директиве по низковольтному оборудованию и имеет маркировку CE. Соответствует нормативным требованиям по технике безопасности США и Канады.</p> <p>Заявления о соответствии требованиям для данного устройства можно загрузить в Интернете. Перейдите по адресу http://www.keysight.com/go/conformity, а затем по ссылке «Declarations of Conformity».</p>
<p>Окружающая среда Условия эксплуатации: Температурный диапазон:</p> <p>Относительная влажность:</p> <p>Высота над уровнем моря:</p> <p>Температура хранения:</p>	<p>Эксплуатация в помещении, категория установки II (для входного переменного тока), степень загрязнения 2</p> <p>От 0 до 55 °C (максимальная непрерывная мощность снижается по сравнению с номинальной на 1 % на один градус от 40 до 55 °C)</p> <p>95 % или менее (без конденсации)</p> <p>До 2000 метров</p> <p>От -30 до 70 °C</p>
<p>Заявление об акустическом шуме</p>	<p>Соответствует требованиям директивы об уровне производимого шума Германии от 18 января 1991 г.</p> <p>Звуковое давление (низкое давление) < 70 дБ (А), в рабочей зоне оператора, Стандартный режим работы, соответствие стандарту EN 27779 (стандартные испытания).</p>
<p>Изолирование выходных разъемов Максимальные номинальные значения:</p>	<p>Разность потенциалом между любым выходным контактом и другим контактом или заземлением корпуса не может превышать ±240 В пост. тока.</p>

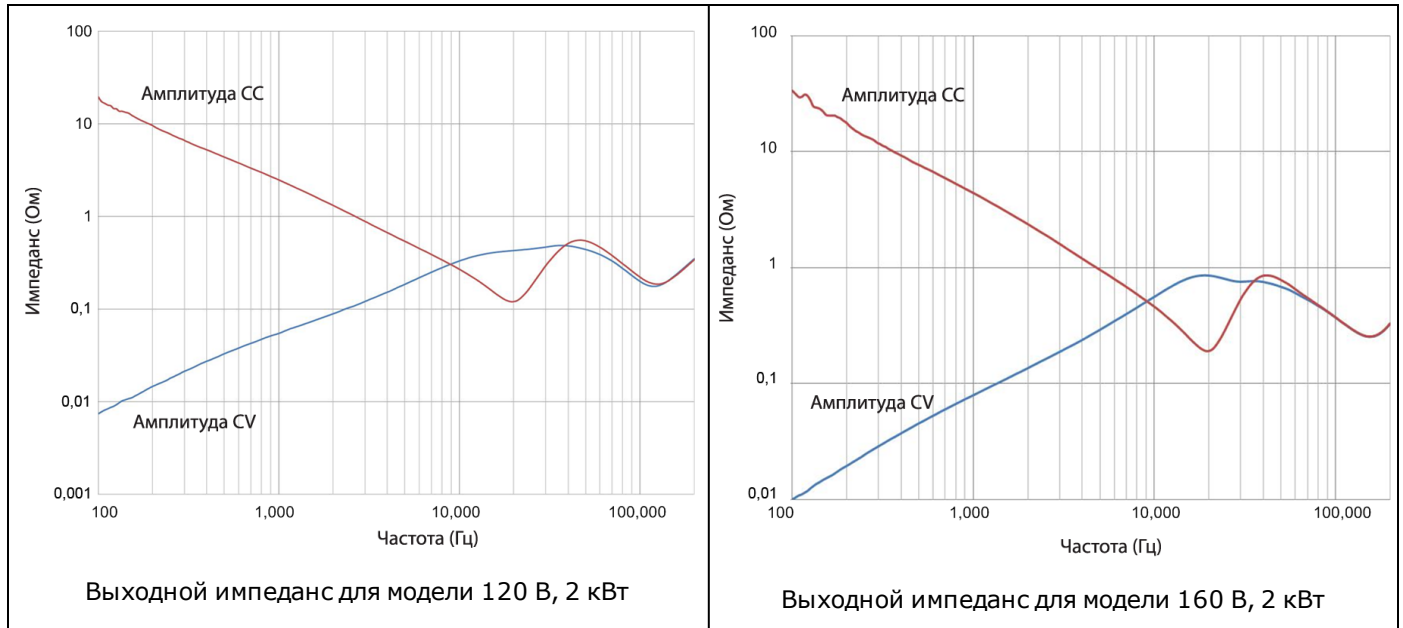
<p>Вход переменного тока Номинальные значения:</p> <p>Входной диапазон:</p> <p>Потребляемая мощность:</p> <p>Коэффициент мощности:</p> <p>Плавкий предохранитель:</p>	<p>100–120, 200–240 В перем. тока 50/60 Гц 100–120, 208 В перем. тока 400 Гц</p> <p>±10 % от номинального значения</p> <p>2000 ВА для устройств мощностью 1 кВт; 3000 ВА для устройств мощностью 2 кВт 0,99 при номинальной входной и расчетной мощности</p> <p>Внутренний плавкий предохранитель – не доступен для пользователя</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ. Если номинальное напряжение цепей подачи питания переменного тока составляет 100–120 В переменного тока, они не могут обеспечивать достаточный электрический ток для питания моделей 1 кВт или 2 кВт во время работы в режиме полной номинальной мощности выходного сигнала. При подключении к сети переменного тока 100–120 В прибор выключает выходной сигнал и устанавливает бит состояния CP+ или PF, когда мощность выходного сигнала превышает 700 Вт.</p>
<p>Стандартный вес</p>	<p>Модели мощностью 1 кВт: 23 фунтов (10,5 кг) Модели мощностью 2 кВт: 34 фунтов (15,5 кг) N7909A: 18 фунтов (8,2 кг)</p>

Графики импеданса выходного сигнала



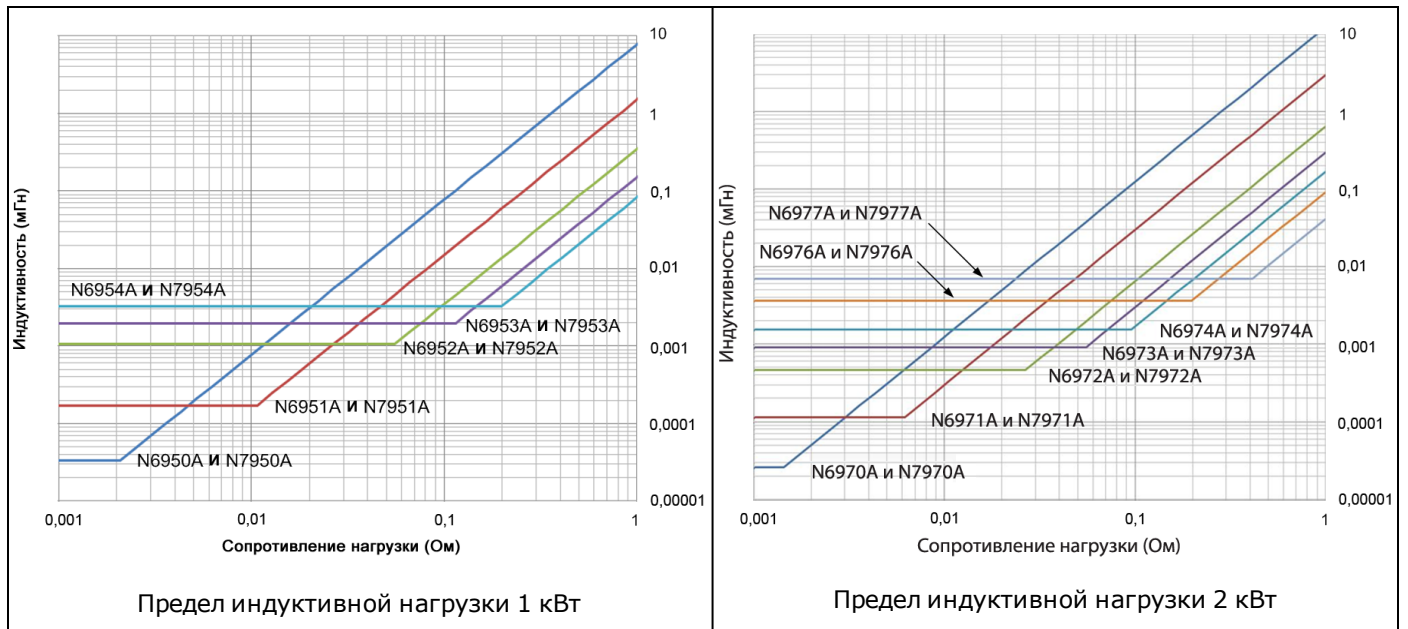






Предел индуктивной нагрузки

На следующих рисунках показаны границы индуктивной нагрузки для быстрой работы в режиме CV/CC кроссовера. Работа с превышением граничных показателей индуктивной нагрузки может привести к неустойчивости на выходе. Границы отражают условия эксплуатации, в том числе бросок тока 20 %. Обратите внимание, что при увеличении сопротивления нагрузки возможно увеличение выходной индукции.



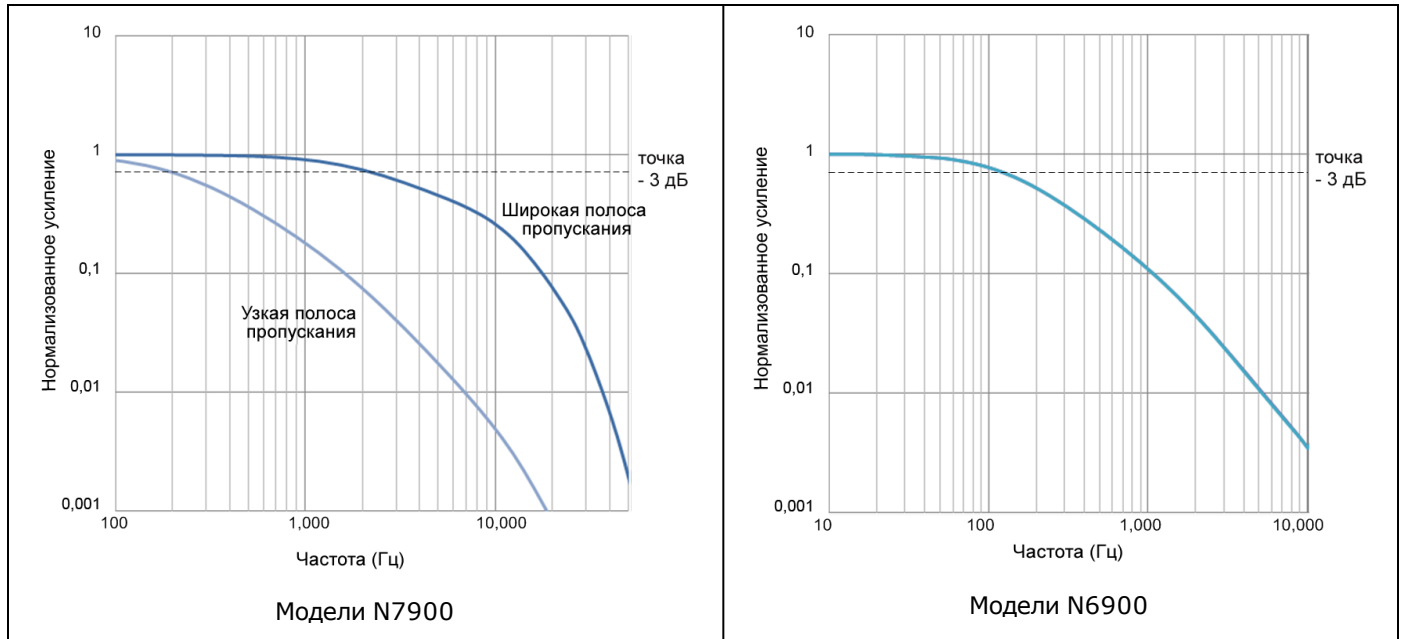
Квадранты выходного сигнала



Модели мощностью 1 кВт	N6950A N7950A	N6951A N7951A	N6952A N7952A	N6953A N7953A	N6954A N7954A		
+ номинальное напряжение	9 В	20 В	40 В	60 В	80 В		
+ номинальный ток	100 А	50 А	25 А	16,7 А	12,5 А		
- Номинальный ток (с модулем рассеивания мощности)	-100 А	-50 А	-25 А	-16,7 А	-12,5 А		
V1	0,68 В	0,525 В	1,9 В	1,47 В	2 В		
V2	0,068 В	0,0525 В	0,19 В	0,147 В	0,2 В		
Минимальное понижающее сопротивление	6,8 МОм	10,5 МОм	76 МОм	89 МОм	160 МОм		
Модели мощностью 2 кВт	N6970A N7970A	N6971A N7971A	N6972A N7972A	N6973A N7973A	N6974A N7974A	N6976A N7976A	N6977A N7977A
+ номинальное напряжение	9 В	20 В	40 В	60 В	80 В	120 В	160 В
+ номинальный ток	200 А	100 А	50 А	33,3 А	25 А	16,7 А	12,5 А
- Номинальный ток (с модулем рассеивания мощности)	-200 А	-100 А	-50 А	-33,3 А	-25 А	-16,7 А	-12,5 А
V1	0,68 В	0,525 В	1,9 В	1,47 В	2 В	3 В	4 В
V2	0,068 В	0,0525 В	0,19 В	0,147 В	0,2 В	0,3 В	0,4 В
Минимальное понижающее сопротивление	3,4 МОм	5,2 МОм	38 МОм	45 МОм	80 МОм	180 МОм	320 МОм

Характеристика программирования напряжения

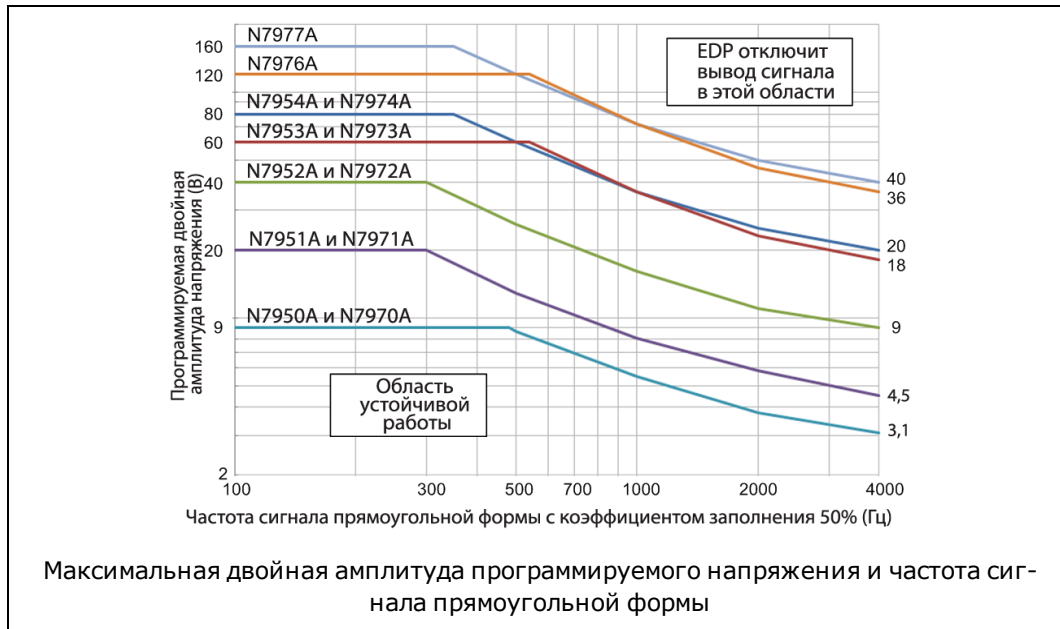
На следующих графиках показана амплитудно-частотная характеристика программируемого выходного напряжения. Они действительны только для слабых сигналов без нагрузки.



Динамическая характеристика выходного сигнала

Только для моделей N7900

На следующих графиках показаны пороговые значения амплитуды прямоугольного сигнала и частоты для каждой модели. В случае превышения порогового значения амплитуды постоянное генерирование прямоугольных сигналов может привести к включению защиты от избыточной динамики (EDP), в результате отключается выход. Защита EDP может включаться при перепадах напряжения, связанных с запрограммированным изменением, с использованием списков, сигналов произвольной формы или под нагрузкой.



Точность и шаг настройки измерений - при меньших интервалах измерений

В следующей таблице показана точность измерений с короткими интервалами и разрешение с различными настройками числа циклов линии питания (NPLC). Изменения возникают из-за шумовых характеристик аналогово-цифрового преобразователя. В таблице используется сигнал базового уровня 1 NPLC без дополнительного шума. Чтобы определить точность измерения с более короткими интервалами усреднения, просто вычислите процент диапазона, затем добавьте его к неизменному значению точности, находящемуся в таблице технических характеристик.

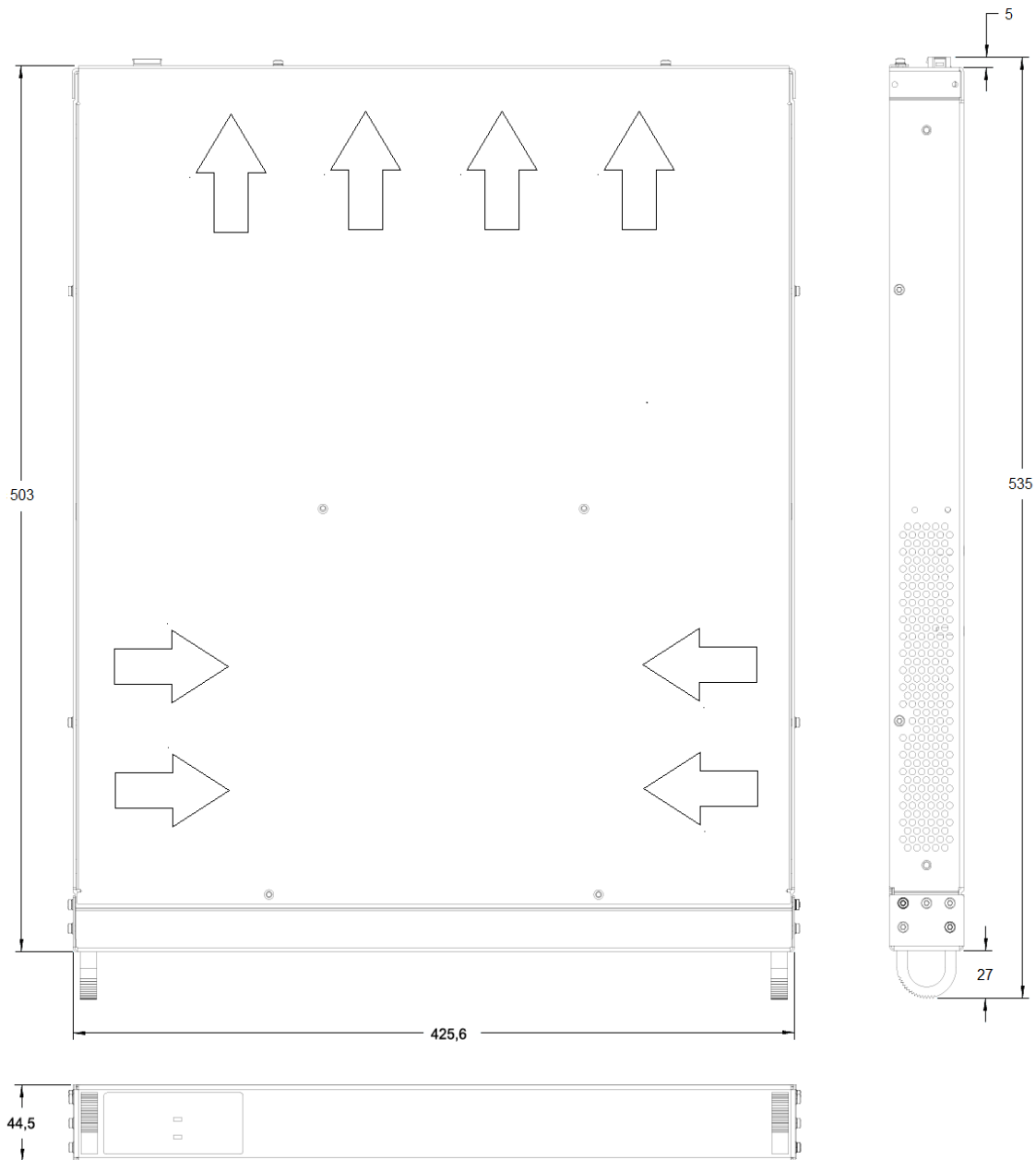
Например, чтобы определить процент диапазона, добавляемый к характеристике точности измерения напряжения на N6950A при выполнении измерений при 0,003 NPLC, просто умножьте полную номинальную характеристику напряжения на процент диапазона, добавляемого к значению технической характеристики: $9 \text{ В} \times 0,006 \% = 0,54 \text{ мВ}$. Добавьте это число к доле смещения характеристики точности измерения: $1,5 \text{ мВ} + 0,54 \text{ мВ}$. Новое значение точности измерения напряжения составляет $0,03 \% + 2,04 \text{ мВ}$ при 0003 NPLC.

Спецификации и характеристики

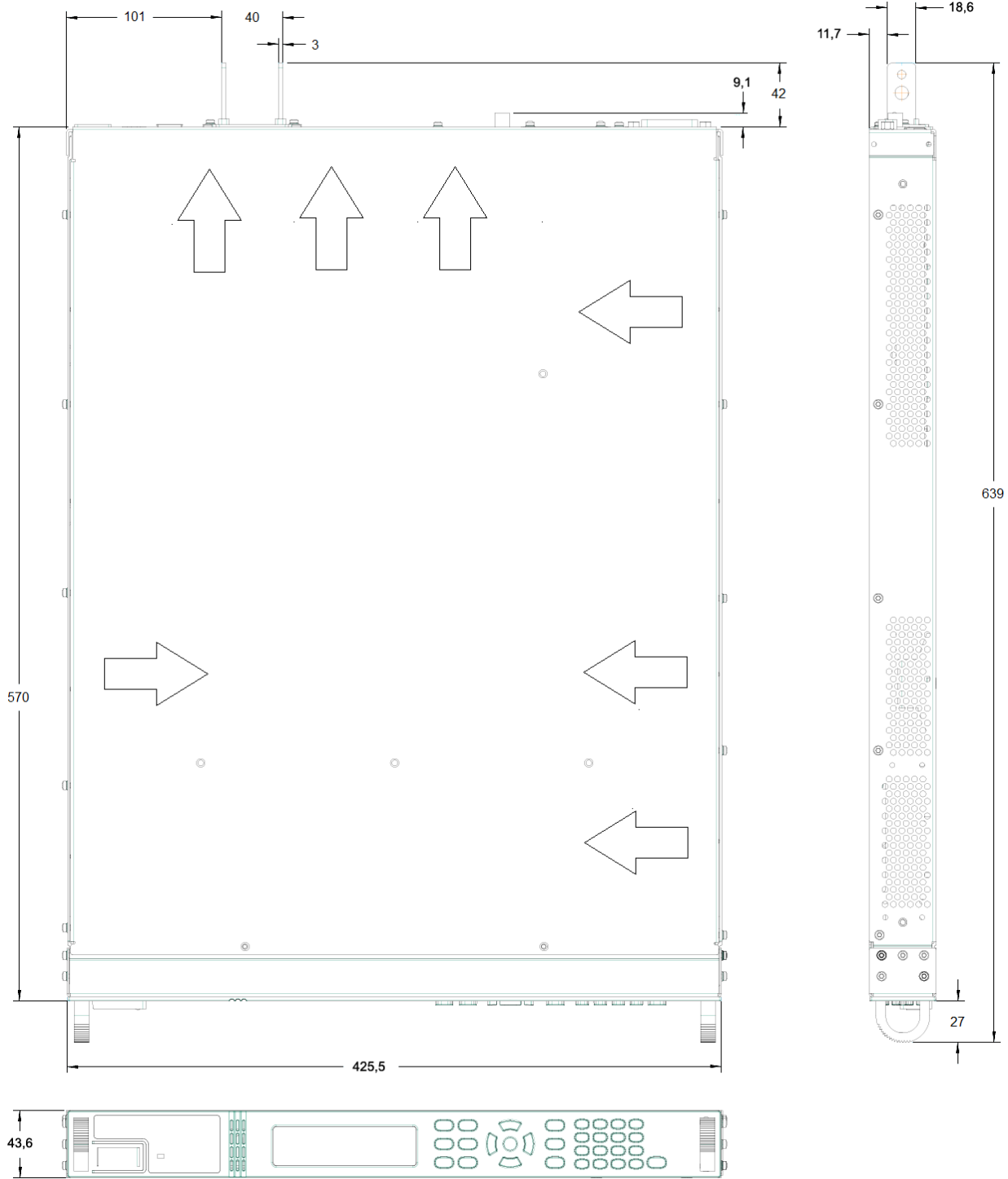
		Измерение напряжения		Измерение тока		Измерение силы тока в диапазоне низких значений (только для моделей N7900)	
NPLC при 60 Гц	Количество точек для усреднения	процент диапазона, добавленный к характеристике	Эффективный шаг настройки (в битах)	процент диапазона, добавленный к характеристике	Эффективный шаг настройки (в битах)	процент диапазона, добавленный к характеристике	Эффективный шаг настройки (в битах)
1	3255	0	>20	0	>19	0	>16
0,6	1953	0,00001 %	19,9	0,00026 %	18,6	0,002 %	15,6
0,1	325	0,00076 %	17,0	0,0019 %	15,7	0,015 %	12,7
0,06	195	0,0011 %	16,5	0,0027 %	15,2	0,022 %	12,2
0,031	100	0,0016 %	15,9	0,0041 %	14,6	0,033 %	11,6
0,010	33	0,0031 %	15,0	0,0078 %	13,6	0,063 %	10,6
0,006	20	0,0041 %	14,6	0,010 %	13,3	0,082 %	10,3
0,003	10	0,006 %	14,0	0,015 %	12,7	0,120 %	9,7
0,000-3	1	0,02 %	12,3	0,049 %	11,0	0,390 %	8,0

Аналогово-цифровой преобразователь измерений имеет разрешение 18 бит. Однако в некоторых сочетаниях шума измерений и усреднения точек данных эффективное разрешение может изменяться (см. таблицу). При выполнении измерений с одной точкой без усреднения уровень шума в сигнале измерения значительно выше разрешения аналогово-цифрового преобразователя, поэтому происходит ограничение последующих повторений измерений. При усреднении большего количества точек данных возможно повышение точности измерений за пределами исходного разрешения аналогово-цифрового преобразователя. Например, повторяемость измерений в диапазоне высоких значений силы тока на N7950A с использованием значения 0,6 NPLC позволяет достичь эффективного разрешения 18,6 бит. Чтобы преобразовать биты в силу тока, используйте значение бит и полную номинальную характеристику силы тока: $100 \text{ A} \times 2^{-18,6} = 252 \text{ мкА}$. Разрешение измерения составляет 252 мкА.

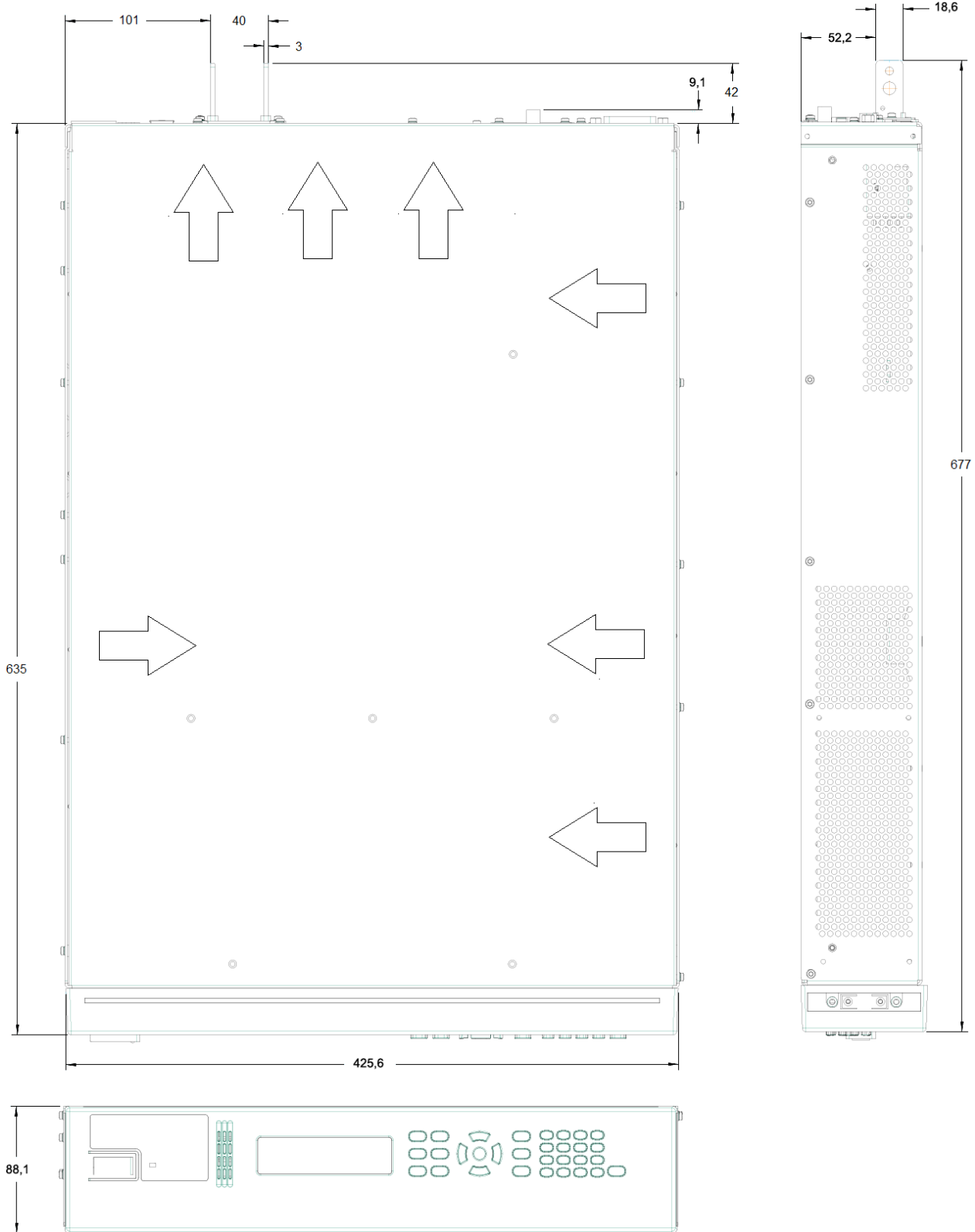
Схемы измерений - все измерения указаны в миллиметрах



Модуль рассеивания мощности



Модели мощностью 1 кВт



Модели мощностью 2 кВт

Информация по эксплуатации

Знакомство с прибором

Установка прибора

Начало работы

Использование производительной системы питания

Использование программного обеспечения Power Assistant

Знакомство с прибором

Краткое описание производительной системы питания

Краткий обзор лицевой панели

Краткий обзор дисплея на лицевой панели

Краткий обзор клавиш на лицевой панели

Краткий обзор задней панели

Краткий обзор модуля рассеивания мощности

Производительная система питания (APS) включает источники питания постоянного тока для монтажа в стойку 1U и 2U и модули рассеивания мощности, функции и характеристики которых оптимизированы для автоматизированных диагностических систем.

Для моделей APS доступны уровни мощности 1 кВт и 2 кВт. Уровень напряжения изменяется от 9 В до 160 В. Уровень тока изменяется от 12,5 А до 200 А.

Возможности выходов и системы в целом описаны далее. Некоторые из перечисленных возможностей не во всех источниках питания. В разделе **Модели и дополнительные модули** описаны возможности, реализованные только в определенных моделях модулей питания.

Возможности выходов

- Предусматривается возможность программной установки выходного напряжения и тока во всем рабочем диапазоне.
- Для выхода можно настроить режим приоритета напряжения или тока
- Программирование быстрого увеличения и уменьшения напряжения
- Программирование выходного сопротивления
- Задержка включения/выключения для последовательного включения/выключения выхода на нескольких устройствах
- Возможность перераспределения тока для параллельных выходов
- Возможности защиты включают определение перегрузки по напряжению, перегрузки по току, перегрева и распознавание отсоединенных измерительных проводов
- Работа в режиме двухквadrантного вывода обеспечивает возможность повышения и понижения тока
- 10 % от номинального тока потребления при работе во втором квадранте (в режиме нагрузки); 100 % с модулем рассеивания мощности N7909A
- Реле отключения выхода на моделях N7900 (реле смены полярности не включены в модели N7950A и N7970A)

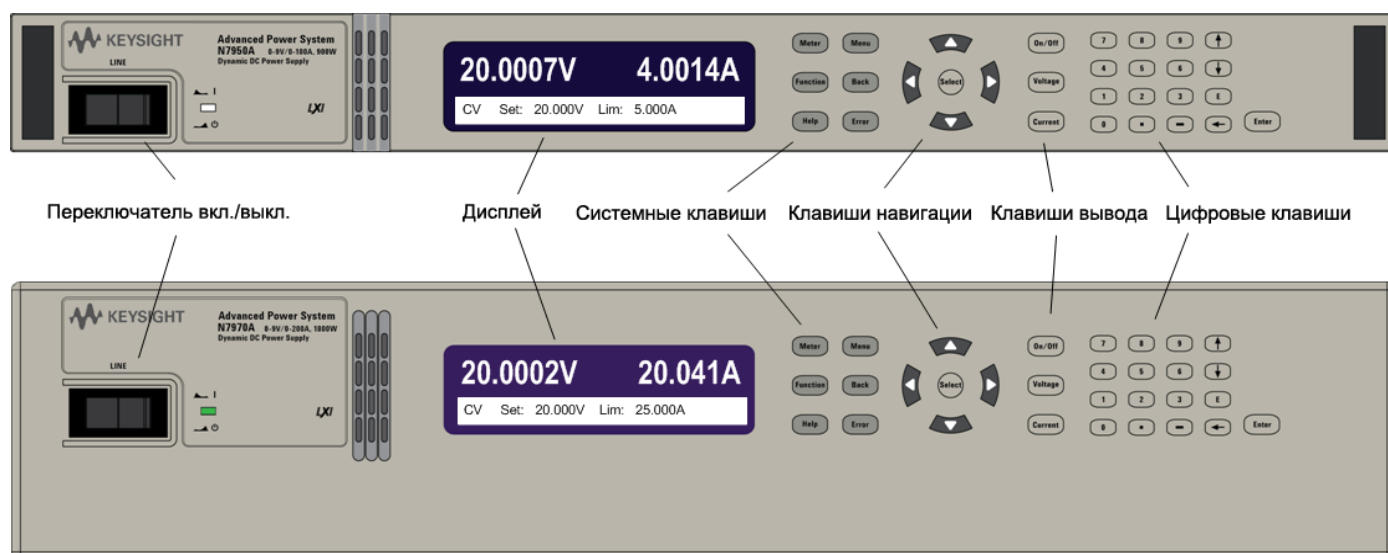
Функции измерения

- Частота дискретизации 5,12 мкс
- Измерения мощности в реальном времени
- Измерения в ампер-часах и ватт-часах
- Бесперебойное измерение тока во всех диапазонах на моделях N7900
- Возможность оцифрованного измерения на моделях N7900
- Непрерывная регистрация данных во внешний журнал на моделях N7900
- Непрерывная запись данных в «Черный ящик» (устанавливается дополнительно)

Функции системы

- Сохранение до 10 состояний прибора в энергонезависимой памяти и возможность их вызова
- Возможность настраиваемой разводки сигнала
- Встроенные интерфейсы дистанционного программирования: GPIB (IEEE-488), интерфейс локальной сети и USB
- Настройка меню лицевой панели в соответствии с параметрами GPIB и локальной сети
- Совместимость с LXI Core 2011, включая встроенный веб-сервер
- Поддержка SCPI (стандартные команды для программируемых приборов)

Краткий обзор лицевой панели



Краткий обзор дисплея на лицевой панели



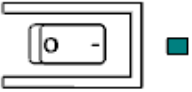

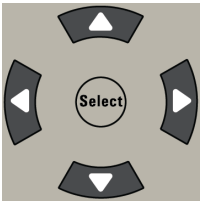

Измерение напряжения и тока	Отображение фактического выходного напряжения и тока
Рабочий режим	<p>Отображаются следующие значения:</p> <p>OFF = выходной сигнал выключен</p> <p>CV = выходной сигнал находится в режиме постоянного напряжения</p> <p>CC = выходной сигнал находится в режиме постоянной силы тока</p> <p>CP+ = выходной сигнал выключен из-за достижения предельного положительного значения мощности</p> <p>CP- = выходной сигнал выключен из-за достижения предельного отрицательного значения мощности</p> <p>VL+ = выходной сигнал находится в режиме работы с предельным положительным значением напряжения</p> <p>CL+/- = выходной сигнал находится в режиме работы с предельным положительным или отрицательным значением силы тока</p> <p>OV = выходной сигнал выключен из-за срабатывания защиты от перегрузки по напряжению</p> <p>OV- = выходной сигнал выключен из-за срабатывания защиты от перегрузки по отрицательному напряжению</p> <p>OC = выходной сигнал выключен из-за срабатывания защиты от перегрузки по току</p> <p>OT = выходной сигнал выключен из-за срабатывания защиты от перегрева</p> <p>PF = выходной сигнал выключен из-за появления условия для выхода напряжения из допустимого диапазона</p> <p>SF = обнаружено повреждение проводов распознавания</p> <p>P = прибор параллельно подсоединен к другому прибору</p> <p>Inh = выходной сигнал выключен из-за получения внешнего запрещающего сигнала</p> <p>Unr = выходной сигнал не регулируется</p> <p>Prot = выходной сигнал выключен из-за возникновения условия срабатывания защиты на другом устройстве</p> <p>Edr = выходной сигнал выключен из-за срабатывания защиты при избыточной динамике выходного сигнала</p> <p>UProt = пользовательский сигнал защиты выключил выходной сигнал</p> <p>IPK+/- = выходной сигнал достиг предельного положительного или отрицательного значения пиковой силы тока</p> <p>CSF = возник сбой перераспределения тока</p>

Знакомство с прибором

<p>Параметры напряжения и силы тока</p>	<p>Отображение запрограммированного напряжения и тока. Эти параметры могут не совпадать с измеренными выходными значениями напряжения или тока. Например, при работе в режиме стабилизации напряжения для выходного тока (предельного) может быть задано значение 1 А, однако для стабилизации напряжения фактический (измеренный) выходной ток должен быть менее 1 А. По достижении предельного значения тока выход будет работать в режиме ограничения тока, а не стабилизации напряжения. В этом случае фактическое выходное напряжение будет меньше настроенного.</p>
<p>Область состояния</p>	<p>Показывает следующие виды активности удаленного интерфейса: Err = возникла ошибка (для просмотра сообщения об ошибке нажмите кнопку Error) Lan = ЛВС подключена и настроена IO = на одном из интерфейсов дистанционного управления выполнена операция</p>

Краткий обзор клавиш на лицевой панели

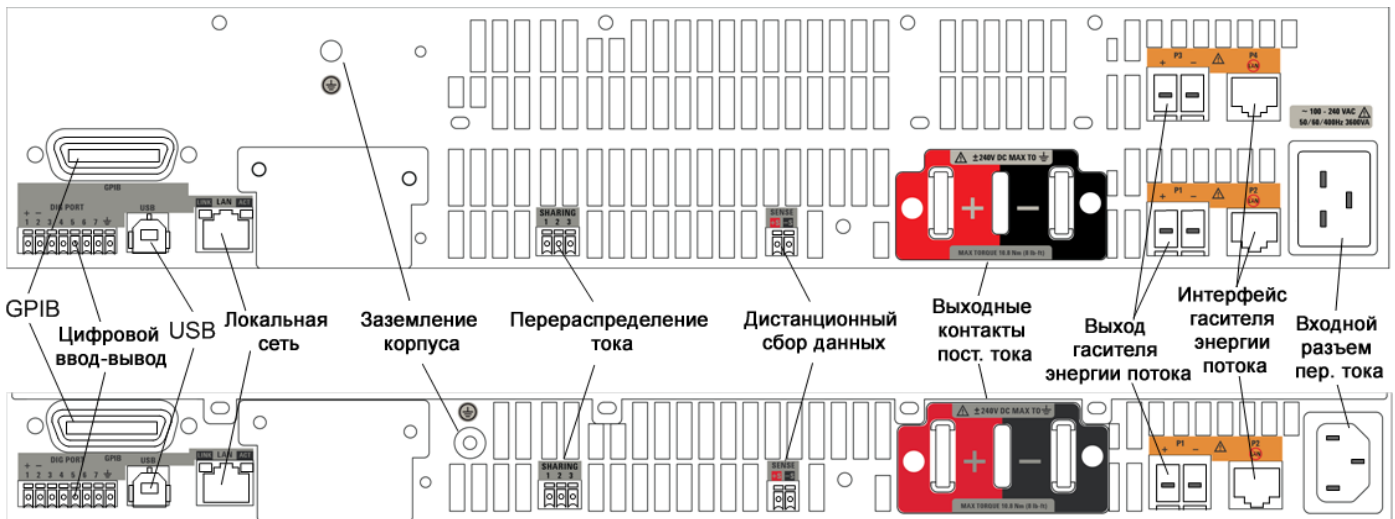
В следующей таблице представлены основные элементы лицевой панели в основном слева направо.

	<p>Переключатель вкл./выкл. служит для включения и выключения устройства. Индикатор рядом с этим переключателем показывает состояние дисплея. Зеленый цвет указывает на нормальный режим работы дисплея. Желтый цвет показывает, что дисплей находится в режиме хранителя экрана. Он также горит во время процесса загрузки. Нажмите любую клавишу для выхода из режима экранной заставки.</p>
	<p>Клавиши системы позволяют перейти к следующим измерителям и командным меню лицевой панели. Meter – возврат дисплея в режим измерения. Также выполняется переключение между измерениями тока и мощности. Menu – вход в командное меню. Function – зарезервирована для дальнейшего использования. Back – выход из меню без вступления в силу каких-либо изменений. Help – вывод справки об отображаемом элементе меню. Error – отображение сообщений об ошибках, имеющихся в очереди ошибок.</p>
	<p>Клавиши навигации выполняют следующие функции. С помощью клавиш со стрелками можно перемещаться по командным меню. Они также служат для выбора букв в полях для ввода буквенно-цифровых данных. Клавиша Select позволяет сделать выбор в командном меню. Кроме того, она активирует режим редактирования числовых параметров.</p>
	<p>Клавиши управления выходами выполняют следующие функции. On/Off – управление выходом. Voltage – изменение установленного значения напряжения. Current – изменение установленного значения тока.</p>

	<p>Цифровая клавиатура предназначена для следующего.</p> <p>Клавиши 0–9 предназначены для ввода цифр.</p> <p>Клавиша (.) предназначена для ввода десятичного разделителя.</p> <p>Клавиша (-) используется для ввода знака «минус».</p> <p>Клавиши со стрелками вверх и вниз позволяют увеличить или уменьшить настройки напряжения или тока. Они также служат для выбора букв в текстовых полях.</p> <p>Клавиша E позволяет вводить экспоненту. Введите значение справа от E.</p> <p>С помощью клавиши Backspace можно удалить цифру слева от курсора.</p> <p>Клавиша Enter осуществляет ввод значения. Если покинуть поле ввода без нажатия клавиши Enter, введенное значение будет проигнорировано.</p>
--	---

Примечание Чтобы открыть контекстную справку, нажмите клавишу Help.

Краткий обзор задней панели



В следующей таблице показаны основные элементы задней панели в основном слева на право.

GPIB	Разъем интерфейса GPIB
Цифровой ввод/вывод	Контакты цифрового ввода/вывода
USB	Разъем интерфейса USB
LAN	Разъем интерфейса локальной сети
Заземление корпуса	Контакт заземления корпуса. Обеспечивает заземление
Перераспределение тока	Разъем перераспределения тока
Дистанционный сбор данных	Разъемы с функцией программного запроса

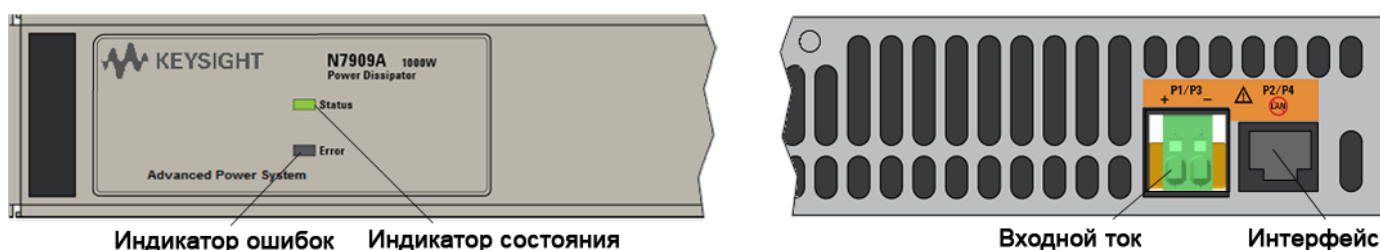
Знакомство с прибором

Выход постоянного тока	Положительный и отрицательный контакты выхода
Выход модуля рассеивания мощности P1	Силовые разъемы для N7909A. Для источников питания мощностью 1 кВт требуется один модуль рассеивания мощности. Для источников питания мощностью 2 кВт требуются два модуля рассеивания мощности для рассеивания номинальной выходной мощности.
Интерфейс модуля рассеивания мощности P2	Интерфейс модуля рассеивания мощности. Для каждого модуля требуется один интерфейс. Для подключения интерфейса P2 используйте только кабель CAT6A, поставляемый в комплекте с устройством.
Входной разъем переменного тока	Волоконный вход переменного тока

ОСТОРОЖНО

Для защиты от поражения электрическим током кабель питания должен быть заземлен. При наличии электрической розетки только с двумя контактами подсоедините винт заземления на корпусе (см. выше) к рабочему заземлению.

Краткий обзор модуля рассеивания мощности



В следующей таблице приведены основные элементы лицевой и задней панелей.

Индикатор состояния	Зеленый – источник питания распознал устройство N7909A, которое готово к работе. Желтый – питание может подаваться, однако соединение с источником питания не установлено.
Индикатор ошибок	Красный – произошла ошибка. Это может произойти из-за отключения кабеля или аппаратной ошибки. Светодиодный индикатор будет мигать из-за перегрева.
Ввод тока P1/P3	Силовые разъемы для источника питания. Для источников питания мощностью 1 кВт требуется один модуль рассеивания мощности. Для источников питания мощностью 2 кВт требуются два модуля рассеивания мощности для рассеивания номинальной выходной мощности.
Интерфейс P2/P4	Интерфейс N7909A. Для каждого модуля рассеивания мощности требуется разъем интерфейса. Для подключения интерфейса P2 используйте только кабель CAT6A, поставляемый в комплекте с устройством.





Справка по меню лицевой панели


Рассмотрим меню лицевой панели.

Нажмите кнопку **Menu**, чтобы войти в меню лицевой панели.


Краткую инструкцию по навигации в меню лицевой панели см. в разделе [Использование меню лицевой панели](#).

Справка по меню

1-й уровень	2-й уровень	3-й уровень	Описание
Output	Voltage		Установка выходного напряжения
	Current		Установка выходного тока
	Mode		Программирование режима приоритетов выходов
	Sequence		Отображение последовательных команд
		Delay	Установка задержки включения и отключения выхода
		Couple	Настройка объединения состояния выходов
	Advanced		Отображение дополнительных команд
		Slew	Установка скорости нарастания выходного тока или напряжения
		Polarity	Установка полярности выхода 
		Resistance	Установка выходного сопротивления
		Bandwidth	Установка полосы пропускания выходного напряжения
	CurrSharing	Включение/выключение перераспределения выходного тока	
Measure	Range		Выбор диапазонов измерения напряжения и тока
	Sweep		Настройка выборки измерений и NPLC 
	NPLC		Установка числа циклов линии питания 
	Window		Выбор прямоугольного окна или окна Хэннинга 
	Control		Инициирование, запуск и прерывание измерения; отображение состояния запуска
	AhWh		Измерение или сброс значения А. ч. и Вт. ч.
	Temp		Отображение температуры окружающей среды и предельной температуры

1-й уровень	2-й уровень	3-й уровень	Описание
Transient	Mode		Выбор режима изменения тока или напряжения
	Step		Установка значений напряжения и тока для однократного изменения и сигналов запуска
	List		Отображение команд меню List 
		Pace	Задание режима перебора списка — по длительности (Dwell) или по запускающему сигналу (Trigger).
		Repeat	Задание числа повторений списка или установка режима непрерывного перебора списка.
		Terminate	Задание способа окончания списка.
		Config	Настройка отдельных шагов списка
		Reset	Сброс списка и всех его параметров.
	Arb		Отображение команд меню Arb 
		Repeat	Настройка числа повторов произвольного сигнала или непрерывного произвольного сигнала
		Terminate	Настройка условий прерывания произвольного сигнала
		Config	Настройка отдельных параметров произвольного сигнала
	TrigSource		Настройка источника запуска переходного сигнала и произвольного сигнала с компакт-диска
	Control		Инициирование, запуск и прекращение переходных сигналов; отображение состояния запуска
Protect	OVP		Настройка параметров защиты от перегрузки по напряжению
	OCP		Настройка параметров защиты от перегрузки по току.
	Inhibit		Настройка параметров режима ввода запрещающего сигнала
	WDog		Настройка параметров защиты сторожевой схемы
	SFD		Включение/выключение обнаружения сбоев распознавания
	Mode		Определение выполнения выключения для всех условий защиты
	Clear		Сброс состояний срабатывания защиты и отображения состояния выхода
States	Reset		Сброс всех настроек прибора до заводских (*RST)
	SaveRecall		Сохранение и вызов настроек прибора
	PowerOn		Выбор состояния при включении питания прибора

1-й уровень меню	2-й уровень	3-й и 4-й уровни	Описание
System	IO		Отображение команд ввода-вывода
		LAN	Отображение команд меню локальной сети
		Settings	Просмотр настроек активной сети
		Modify	Изменение конфигурации сети (IP-адрес, имя, DNS, WINS, mDNS, службы)
		Apply	Применение изменений конфигурации и перезапуск устройства
		Cancel	Отмена изменений конфигурации
		Reset	Выполнение сброса настроек локальной сети с помощью переключателя LCI стандарта LXI и перезапуск
		Defaults	Восстановление настроек сети по умолчанию и перезапуск
		USB	Отображение строки идентификации USB
		GPIB	Отображение или изменение адреса GPIB
		DigPort	Отображение команд DigPort
		Pins	Настройка отдельных контактов цифрового порта
		Data	Чтение или запись данных через цифровой порт
	BBR		Отображение команд модуля записи «Черный ящик»
		Status	Отображение состояния модуля записи BBR
		Period	Настройка периода записи данных BBR
		Snapshot	Создание снимка данных BBR
	Signal		Отображение команд сигналов
		Define	Определение отдельных выражений сигналов
		Couple	Настройка включения выхода/источника пары выходов
		Protect	Настройка функции пользовательской защиты
		Status	Настройка источника пользовательского статуса
		Threshold	Настройка компараторов пороговых величин сигнала

	Preferences		Отображение команд меню пользовательских настроек
		Clock	Настройка реального времени для модуля записи «Черный ящик»
		Display	Настройка экранной заставки и вида запуска измерительного прибора
		LineFreq	Задание пользовательских настроек частоты линии
		Lock	Блокирование кнопок лицевой панели с помощью пароля
		Relay	Задание пользовательских настроек реле выхода 
	Admin		Отображение команд администрирования
		Login	Ввод пароля для доступа к функциям администрирования
		Cal	Отображение команд калибровки
		Vprog	Калибровка программируемого напряжения
		Curr	Калибровка программируемого тока и измерения
		Misc	Калибровка функций CMRR, CurrTC, CurrSharing и ResBout
		Count	Просмотр счетчика калибровки
		Date	Сохранение даты калибровки
		Save	Сохранение данных калибровки
		IO	Включение/выключение локальной сети, USB и GPIB
		Sanitize	Выполнение безопасного удаления NISPOМ всех пользовательских данных
		Update	Обновление микропрограммного обеспечения с защитой паролем
		Options	Установка параметров микропрограммного обеспечения
		Password	Изменение пароля администратора
	About		Отображение модели, дополнительных модулей, серийного номера и микропрограммного обеспечения

Установка прибора

Перед установкой и эксплуатацией

Подключение одного устройства

Параллельное подключение

Последовательное подключение

Подключение модуля рассеивания мощности

Интерфейсные подключения

Установка в стойку

«Черный ящик»

Перед установкой и эксплуатацией

Осмотр прибора

Получив систему питания APS, осмотрите ее для обнаружения явных повреждений, которые могли произойти во время перевозки. Если таковые имеются, уведомите об этом компанию-перевозчика и ближайший офис продаж и поддержки компании Keysight. Соответствующую информацию см. на веб-сайте www.keysight.com/find/assist.

До списания системы храните упаковочную коробку и материалы на случай, если систему придется возвращать.

Проверка комплектации

Перед началом работы ознакомьтесь со следующим списком и убедитесь в наличии этих компонентов. Если что-либо отсутствует, обратитесь в ближайший центр продаж и технической поддержки Keysight.

Комплектация N6900/N7900	Описание	Номер детали
Кабель питания	Кабель питания в соответствии с местными требованиями	Обратитесь в отдел продаж и поддержки компании Keysight
Компакт-диск со справочной информацией об изделии (Product Reference CD)	Содержит программное обеспечение и документацию.	Keysight N7900-13601
Компакт-диск Automation-Ready	Содержит пакет библиотек ввода-вывода Keysight IO Libraries Suite.	Keysight E2094N
Штекер цифрового разъема	8-контактный разъем для цифрового порта	Keysight 1253-6408; Phoenix Contact 1840421
Штекер разъема перераспределения	3-контактный разъем порта для перераспределения	Keysight 0360-3038; Phoenix Contact 1840379
Считывающий кабель	2-контактный + и - проводной считывающий кабель	Keysight 5190-4501 Разъем: Keysight 1253-8485; Phoenix Contact 1952267
Защитная крышка	Защитная крышка для выходных сборных шин	Keysight 5003-1126
Сертификат о калибровке	Сертификат о калибровке с указанием серийного номера	—
Комплект оборудования	1 набор оборудования для электрической шины для сильного тока 1 набор оборудования для электрической шины для слабого тока	Keysight 5067-6031

Комплектация N7909A	Описание	Номер детали
Краткая инструкция по установке	Содержит информацию по установке	N7909-90001
Штекеры кабелей питания модуля рассеивания мощности	2-контактные штекеры для сборного кабеля	Keysight 0360-3050; Phoenix Contact 1718481
Кабель интерфейса модуля рассеивания мощности	Кабель 1 м (CAT6A) для интерфейсных подключений	Keysight 8121-2314

Обзор сведений по технике безопасности

Данный источник питания представляет собой прибор 1 класса безопасности; это значит, что на нем имеется клемма защитного заземления. Эта клемма должна быть соединена с «землей» через источник питания, оборудованный заземленной розеткой. Общие сведения о технике безопасности см. на стр. [Краткие сведения о технике безопасности](#). Прежде чем приступать к установке или эксплуатации источника питания, проверьте ее и ознакомьтесь с предупреждениями и инструкциями по технике безопасности, приведенными в настоящем руководстве. Предупреждения о безопасности для определенных процедур приведены в соответствующих разделах данного руководства.

ОСТОРОЖНО

Некоторые модели генерируют напряжение выше 60 В постоянного тока. Убедитесь, что все подключения прибора, провода нагрузки и соединения нагрузки изолированы или закрыты таким образом, что случайный контакт со смертельными выходными напряжениями невозможен.

Обзор условий окружающей среды

ОСТОРОЖНО

Не используйте прибор при наличии горючих газов или паров.

Условия окружающей среды для источника питания описаны в разделе [Технические характеристики](#). В большинстве случаев устройство предназначено для работы в помещениях с контролируемыми условиями окружающей среды. Запрещается использовать устройство при температуре окружающей среды выше +55 °C. Это касается как установки в стойку, так и установки на рабочих поверхностях.

Обеспечение необходимого притока воздуха

ВНИМАНИЕ

Не блокируйте отверстия для впуска воздуха на боковых стенках прибора и отверстия для выпуска воздуха на задней стенке прибора.

Размеры источника питания и схема представлены в разделе [Технические характеристики](#). Вентиляторы охлаждают источник питания, втягивая воздух с боковых сторон и выталкивая сзади. Прибор должен быть установлен так, чтобы с боков и позади прибора оставалось достаточно места (не менее 51 мм) для обеспечения адекватной циркуляции воздуха.

Подключение одного устройства

Соединение для сетевого шнура

Соединения для передачи выходного сигнала

Отдельные соединения нагрузки

Несколько соединений нагрузки

Соединения для дистанционного распознавания

Дополнительные замечания по нагрузке

Соединение для сетевого шнура

ОСТОРОЖНО

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.

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».

Подсоедините шнур питания, входящий в комплект устройства, к силовому разъему переменного тока на задней панели. Если в комплекте с устройством был поставлен сетевой шнур неподходящего типа, обратитесь в ближайший офис продаж и технической поддержки компании Keysight.

Разъем питания от сети переменного тока на задней стенке устройства является универсальным. Он рассчитан на номинальное напряжение электросети в диапазоне от 100 до 240 В \sim . Поддерживаемая частота – 50, 60 или 400 Гц.

Примечание

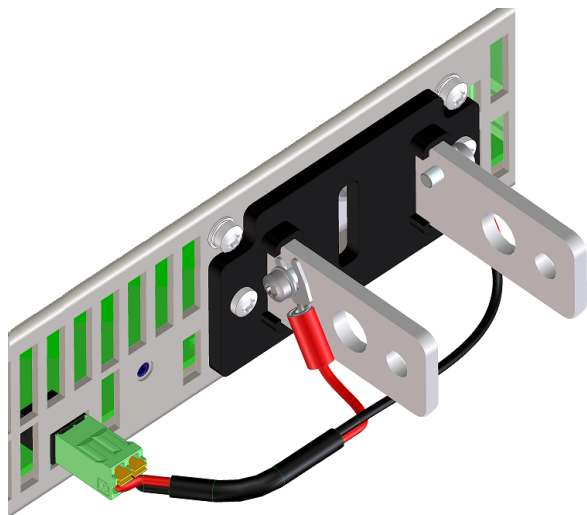
Отсоединяемый сетевой шнур может использоваться в качестве устройства аварийного размыкания цепи. Отсоединение сетевого шнура приведет к прекращению подачи напряжения сети на устройство. Кабель питания должен находиться в доступном месте.

Эксплуатация в электрических цепях переменного тока с номинальным напряжением ниже 180 В \sim

Если номинальное напряжение цепей подачи питания переменного тока составляет 100–120 В переменного тока, они не могут обеспечивать достаточный электрический ток для питания моделей 1 кВт или 2 кВт во время работы в режиме полной номинальной мощности выходного сигнала. При подключении к сети переменного тока 100–120 В прибор выключает выходной сигнал и устанавливает бит состояния CP+ или PF, когда мощность выходного сигнала превышает 700 Вт.

Разъемы считывания данных

В комплект прибора входит считывающий кабель. Подсоедините считывающий кабель к разъему сбора данных и выходным контактам. Вставьте штекер в разъем сбора данных и подсоедините лепестковые соединители к винтам на выходных контактах.



ВНИМАНИЕ При установке считывающего кабеля соблюдайте полярность.

Если считывающий кабель не установлен до включения прибора или отсоединился, прибор выдает ошибку распознавания (SF) с помощью индикации на лицевой панели. Устройство будет работать, однако напряжение на выходных контактах будет приблизительно на 1 % выше запрограммированного значения. После подключения считывающего кабеля прибор вернется к обычному состоянию и работе.

Соединения для передачи выходного сигнала

ОСТОРОЖНО **ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ.** Перед подключением кабелей к задней панели отключайте питание переменного тока. Некоторые модели генерируют напряжение выше 60 В постоянного тока. Убедитесь, что все подключения прибора, провода нагрузки и соединения нагрузки изолированы или закрыты таким образом, что случайный контакт со смертельными выходными напряжениями невозможен.

При подключении нагрузки к источнику питания необходимо учитывать следующие факторы:

- Допустимая токовая нагрузка подключаемого провода
- Номинальные данные изоляции провода нагрузки (не должны превышать максимальное выходное напряжение)
- Падение напряжения провода нагрузки
- Эффект шума и импеданса провода нагрузки

Размер провода

ОСТОРОЖНО

ОПАСНОСТЬ ВОЗГОРАНИЯ. Для удовлетворения требованиям безопасности провода нагрузки должны быть достаточно толстыми во избежание перегрева при максимальном токе короткого замыкания от источника питания. При наличии нескольких устройств нагрузки любая пара проводов нагрузки должна обеспечивать безопасную подачу максимального номинального тока с источника питания. Для источников питания с большей допустимой токовой нагрузкой могут потребоваться параллельные провода нагрузки.

В следующей таблице приведены характеристики медного провода AWG (американский калибр проводов).

AWG	Эквивалент в мм ²	Ближайший метрический размер	Допустимая токовая нагрузка в амперах (примечание 1)	Сопротивление (примечание 2)
18	0,823	1,0 мм ²	14	6,385
16	1,31	1,5 мм ²	18	4,016
14	2,08	2,5 мм ²	25	2,526
12	3,31	4 мм ²	30	1,589
10	5,26	6 мм ²	40	0,9994
8	8,37	10 мм ²	60	0,6285
6	13,30	16 мм ²	80	0,3953
4	21,15	25 мм ²	105	0,2486
2	33,62	35 мм ²	140	0,1564
1/0	53,48	70 мм ²	195	0,0983
2/0	67,43	70 мм ²	225	0,0779
3/0	84,95	95 мм ²	260	0,0618

Примечание 1. Допустимая токовая нагрузка в амперах приводится для температуры 26–30 °С с номинальной температурой проводника 60 °С. При высоких температурах допустимая токовая нагрузка снижается.

Примечание 2. Сопротивление в Ом/1000 футов при температуре провода 20 °С.

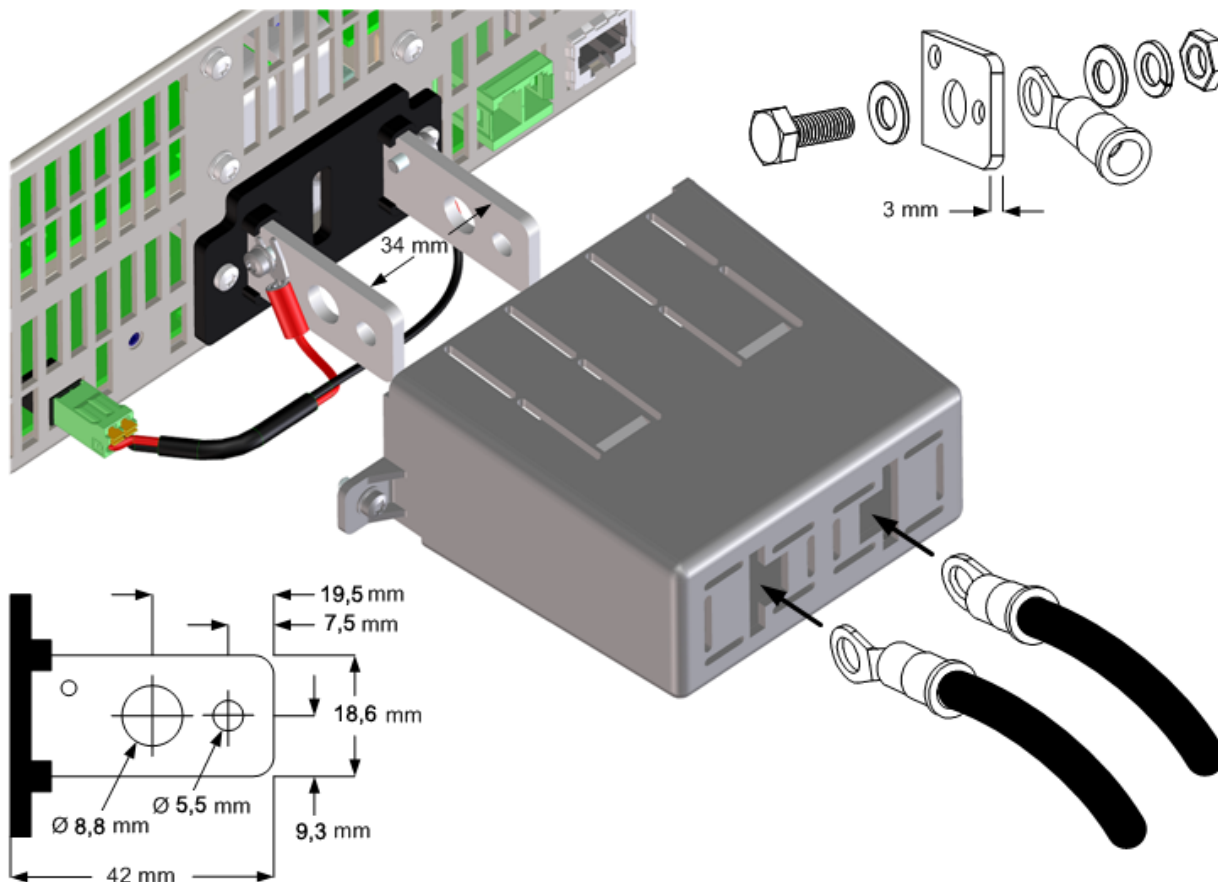
Помимо температуры проводов, при выборе диаметра проводов необходимо также учитывать падение напряжения. Источник питания выдерживает падение напряжения 1 В на провод, поддерживая при этом запрограммированные выходные значения и точность измерений (см. характеристики **N6900** и **N7900**). Падение напряжения до 25 % от номинального выходного напряжения приводят к небольшому снижению запрограммированных выходных значений и точности измерения. Конечно любое падение напряжения в проводах нагрузки снижает максимальное напряжение на нагрузке. Чтобы определить максимальное доступное напря-

жение на нагрузке, необходимо вычесть значение падения напряжения в проводах нагрузки из номинального напряжения источника питания.

Отдельные соединения нагрузки

ВНИМАНИЕ Момент затяжки не должен превышать 10,8 Нм (8 фунт-фут).

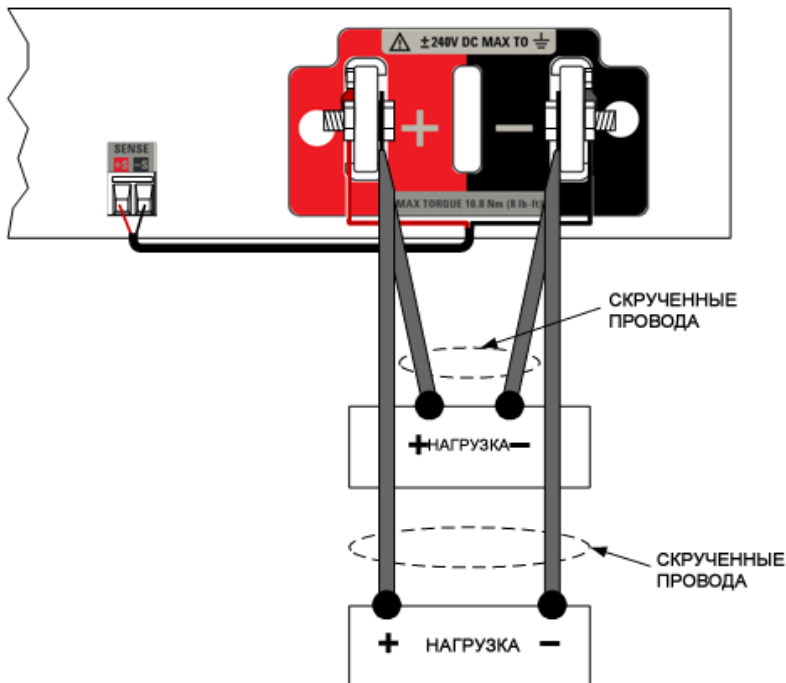
1. Как показано на следующем рисунке, надежно закрепите наконечники на концах проводов нагрузки. НЕ используйте провода без наконечников для подключения нагрузки к источнику питания.
2. Протяните провода через защитную крышку перед подключением их к сборным шинам. Для проводов больших диаметров предусмотрены вырезы. На рисунке показан рекомендуемый крепеж для подключения проводов к сборным шинам. Необходимо установить все кабельные соединения. Убедитесь, что крепежные детали проводов не закорачивают выходные контакты.
3. Вставьте контакты проводов в сборные шины так, чтобы обеспечить достаточно места для установки экрана. Скрутите или соберите вместе провода нагрузки, чтобы снизить индуктивность и наводки. Целью является постоянная минимизация области контура или физического пространства между положительным и отрицательным проводами вывода от источника питания к нагрузке.
4. Подсоедините защитную крышку к задней панели. Обратите внимание, что кабели с проводами большого сечения должны быть оснащены эластичной муфтой для предотвращения изгиба защитной крышки или сборных шин.



Несколько соединений нагрузки

Если осуществляется местное измерение параметров в условиях, когда к одному выходу подсоединено несколько нагрузок, каждую нагрузку следует подсоединять к выходным клеммам отдельными соединительными проводами, как показано на следующем рисунке. Таким образом, уменьшаются эффекты взаимного влияния и в полной мере используется низкий выходной импеданс источника питания. Каждую пару проводов следует делать как можно более короткой, при этом провода следует скручивать или связывать для уменьшения индуктивности и наводок. Целью является постоянная минимизация области контура или физического пространства между положительным и отрицательным проводами вывода от источника питания к нагрузке.

Если для нагрузки требуются распределительные клеммы, расположенные далеко от источника питания, скрутите или скрепите провода, идущие от выходных клемм до удаленных распределительных клемм. Каждую нагрузку следует подсоединять к распределительным клеммам отдельно. В этом случае рекомендуется дистанционное потенциальное распознавание. Измерение должно проводиться либо на удаленных распределительных клеммах, либо, если одно устройство нагрузки более чувствительно, чем другие, непосредственно на критической нагрузке.



Соединения для дистанционного распознавания

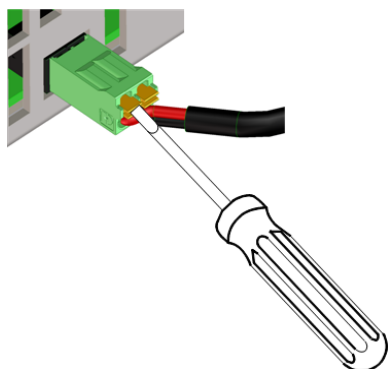
Дистанционное измерение улучшает стабилизацию напряжения на нагрузке за счет того, что напряжение контролируется непосредственно на нагрузке, а не на выходных клеммах. Это позволяет источнику питания автоматически компенсировать падение напряжения на проводах нагрузки. Дистанционное измерение особенно полезно при работе в режиме стабилизации напряжения, когда импеданс нагрузки изменяется или провода нагрузки имеют значительное сопротивление. В случае работы в режиме стабилизации тока оно не имеет никакого эффекта. Поскольку распознавание выполняется независимо от других функций источника питания, его можно использовать без учета того, как запрограммирован источник питания.

Чтобы подготовить устройство для дистанционного измерения, необходимо сначала снять шины, соединяющие нагрузочные и измерительные клеммы.

Примечание Нажмите на оранжевые выступы маленькой плоской отверткой для освобождения и вставки считывающих кабелей.

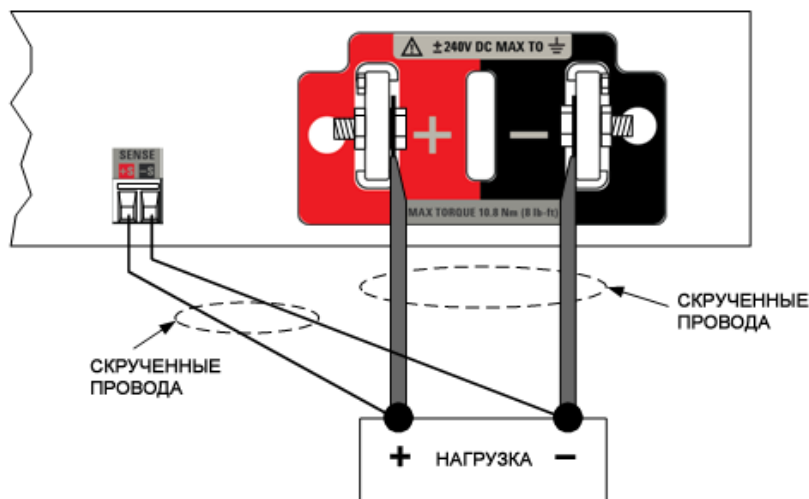
Размер считывающего кабеля должен быть от макс. AWG 16 (1,5 мм²) до мин. AWG 24 (0,2 мм²).

Зачистите изоляцию провода на 10 мм.



Затем выполните соединения, как показано на приведенном ниже рисунке. Подсоедините нагрузку к выходным терминалам, используя отдельные соединительные провода. Расстояние между проводами в паре должно быть минимальным, скрутите или скрепите их для уменьшения индуктивности и наводки. Длина каждого провода нагрузки не должна превышать 14,7 метра (50 футов) во избежание эффекта индукции.

Подсоединяйте измерительные провода как можно ближе к нагрузке. НЕ объединяйте пары считывающих проводов с проводами нагрузки, они должны находиться на расстоянии. Считывающие провода могут быть большего сечения, чем провода нагрузки. Считывающие провода могут выдерживать ток 1 мА, что не сказывается на точности измерения. Однако следует обратить внимание, что любое падение напряжения в считывающих проводах может ухудшать регулирование выходного напряжения. Сопротивление считывающих проводов должно быть меньше 0,5 Ом на каждом проводе (для этого требуется провод 20 AWG или с большим сечением длиной около 15 м).



Распознавание отсоединенных/короткозамкнутых измерительных проводов или с противоположной полярностью

Измерительные провода составляют часть цепи обратной связи выходов. Необходимо предотвратить их случайное отсоединение. При обнаружении разомкнутого считывающего провода до выключения выхода или когда выход включен прибор отображает ошибку распознавания (SF) с помощью индикации состояния на лицевой панели. Время отклика составляет около 50 микросекунд. Чтобы эта ошибка выполняла роль функции защиты выхода, воспользуйтесь возможностью **усовершенствованной разводки сигналов**. В противном случае источник питания перейдет в режим местного распознавания с напряжением на выходных контактах приблизительно на 1 % выше запрограммированного значения. После повторного подключения считывающих проводов прибор вернется к обычному состоянию и работе.

Эту функцию можно отключить, если она вызывает неприемлемые сбои на порте DUT или конфигурация провода либо динамика нагрузки приводят к ложным ошибкам системы.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Protect\SFD Установите флажок Enable sense fault detection для включения обнаружения сбоев распознавания; снимите его для отключения функции. Затем нажмите Select .	Включение/выключение обнаружения сбоев распознавания: SENS:FAUL:STAT ON OFF

Закороченные считывающие провода обнаруживаются с помощью функции защиты от перегрузки по напряжению. Эта функция не программируется и приводит к отключению выхода из-за сбоя в результате перегрузки по напряжению (OV).

Считывающие провода с обратной полярностью обнаруживаются с помощью функции защиты от превышения отрицательного напряжения. Эта функция не программируется и приводит к отключению выхода из-за сбоя в результате превышения отрицательного напряжения (OV-).

Примечание

Очень важно убедиться, что считывающие провода подключены правильно. Это необходимо, поскольку функция защиты от перегрузки по напряжению не может обнаружить ошибки в подключении, когда отключен выход. Поэтому на нагрузку ненадолго может подаваться незапрограммированное напряжение.

Защита от перегрузки по напряжению

Защита от перегрузки по напряжению (OVP) является настраиваемой функцией и обеспечивается на основе напряжения в считывающем проводе. Если с помощью цепи от перегрузки по напряжению (OVP) отслеживается напряжение в считывающем проводе, а не на выходном контакте, определение напряжения на нагрузке будет более точным. Поскольку эта функция может не выполняться из-за неправильного подключения считывающего провода, вы также можете воспользоваться резервной функцией местной защиты от перегрузки по напряжению (OVP). Дальнейшую информацию см. в **Руководстве по настройке защиты выходов**.

Местная защита от перенапряжения (Backup local OVP) отслеживает запрограммированную настройку OVP и выдает ошибку, если напряжение на положительном и отрицательном выходных контактах повышается более чем на 1 В + 10 % номинального напряжения устройства по сравнению с программной установкой напряжения OVP.

Выходной шум

Все наводки в измерительных проводках, передадутся на выходные клеммы и могут отрицательно повлиять на стабилизацию напряжения на нагрузке. Чтобы свести внешние наводки к минимуму, следует скрутить измерительные провода или использовать плоский кабель. В условиях очень сильных наводок может возникнуть необходимость в экранировании измерительных проводов. Заземлять экран следует только со стороны источника питания. Не используйте экран как один из измерительных проводников.

Шумовые характеристики, приведенные в разделе **Технические характеристики**, действуют для выходных клемм в режиме местного измерения. Однако наведенные в проводах шумы или переходные токи, действующие на индуктивность и сопротивление провода нагрузки, могут создать переходные напряжения на нагрузке. Если желательно свести к минимуму переходные напряжения, подсоедините параллельно нагрузке алюминиевый или танталовый конденсатор емкостью около 10 мкФ на 1 фут (30,5 см) длины провода нагрузки.

Дополнительные замечания по нагрузке

Время отклика с внешним конденсатором

При программировании прибора с внешним конденсатором время отклика по напряжению может быть больше, чем просто у резистивной нагрузки. Используйте следующую формулу для оценки дополнительного времени на отклик при восходящем программировании:

$$\text{Время отклика} = \frac{\text{(дополнительный выходной конденсатор)} \times \text{(изменение выходного напряжения)}}{\text{(установленное предельное значение тока)} - \text{(ток нагрузки)}}$$

Обратите внимание, что программное изменение напряжения на внешнем выходном конденсаторе может вызвать кратковременный переход источника питания в режим стабилизации тока или мощности, на что потребуются дополнительное время по сравнению с приведенным выше. Настройка соответствующей скорости нарастания напряжения при использовании внешнего конденсатора может предотвратить переход в режим постоянного тока.

Положительное и отрицательное напряжение

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. Работа с источником питания возможна при напряжении ± 240 В постоянного тока на любой из выходных клемм, в том числе выходном напряжении с «земли».

Примечание

Модели APS оптимизированы для заземления отрицательного выходного контакта. Заземление положительного контакта может привести к увеличению шума при измерении тока и снижению точности измерения.

Параллельное подключение

Описание параллельного подключения

Производство кабелей для перераспределения тока

Соединения нагрузки, распознавания и перераспределения

Описание параллельного подключения

Параллельное соединение выходов позволяет создать больший ток, чем тот, который может быть получен от одного выхода. Рекомендуется использовать перераспределение тока (для получения дополнительной информации см. раздел [Операция перераспределения тока](#)). Обратите внимание, что устройства могут работать параллельно без использования функции перераспределения тока, однако выходной ток будет распределяться неравномерно и режим стабилизации напряжения будет поддерживаться не на всех устройствах.

ВНИМАНИЕ

Во избежание возможного повреждения оборудования:

- Не подключайте в параллельной конфигурации более пяти устройств, имеющих **одинаковые номинальные значения напряжения**.
- Параллельное подключение моделей N6900 и N7900 запрещено.
- Всегда соединяйте вместе **отрицательные** выходные контакты всех устройств, участвующих в перераспределении тока, вместе во избежание повреждения шины перераспределения.

Условия для перераспределения тока:

- Контакты **перераспределения** должны быть подключены для операции перераспределения тока, как показано на рисунке в разделе Соединения нагрузки, распознавания и перераспределения. Если кабель перераспределения отключен, параллельные устройства будут работать, однако перераспределение тока и поддержка стабилизации напряжения обеспечиваться не будут.
- Включайте и выключайте выходы вместе. Рекомендуется использовать цифровые контакты ввода-вывода для единого перехода нескольких устройств в состояние включения/выключения, как описано в разделе [Управление последовательностью операций вывода](#).
- Не используйте функцию местного распознавания в случае возможного падения напряжения больше чем на 0,5 % от номинального напряжения устройств в соответствии с измерениями между точками местного распознавания любого устройства и соответствующими точками любого другого параллельного устройства. Используйте дистанционное распознавание, как показано в разделе Соединения нагрузки, распознавания и перераспределения.

Производство кабелей для перераспределения тока

В комплект каждого устройства входит штекер разъема, однако сам кабель нужно собрать. Необходимо обеспечить кабельные соединения. На следующем рисунке показана сборка кабеля. Обратите внимание, что контакт 1 не используется. Краткое описание:

- Размер провода должен быть AWG 20 или 22 (0,5 мм²).
 - Зачистите изоляцию провода на 7 мм.
 - Вставьте провода в разъем и затяните зажимной контакт.
-

- Для снижения уровня шума смотайте или свяжите провода. Экранирование не требуется.
- Подсоедините контакты 2 друг к другу и контакты 3 друг к другу.



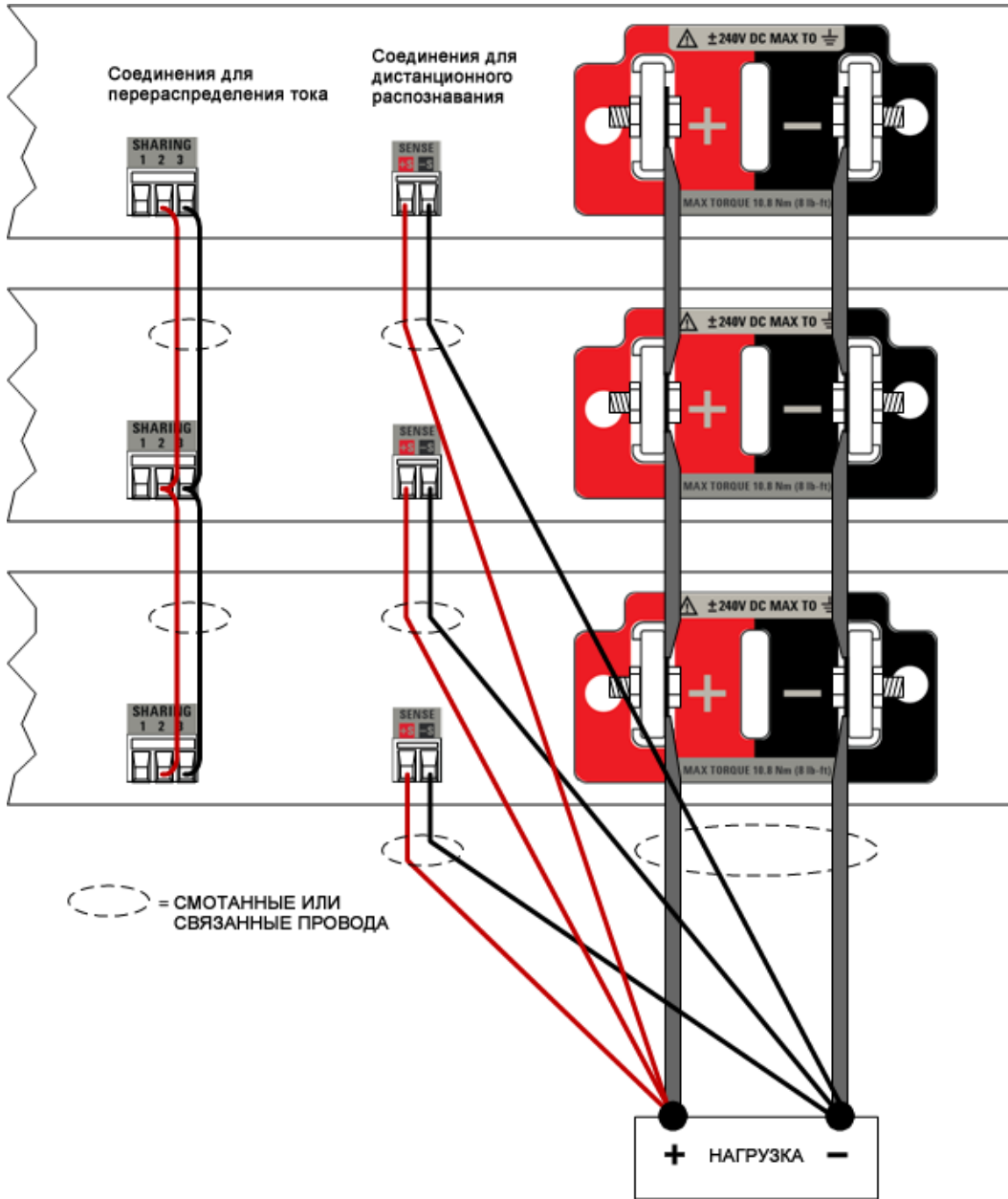
Соединения нагрузки, распознавания и перераспределения

На следующем рисунке показано, как подсоединить параллельно три устройства. Обратите внимание на следующие рекомендации:

- Устанавливайте параллельные устройства относительно близко друг к другу в конфигурации установки в стек.
- Для параллельного подключения выходных контактов друг над другом вместо кабелей можно использовать сборные шины. Поместите сборные шины с внутренней стороны выходных контактов.
- Провода от источников питания к нагрузке должны быть максимально короткими, а также их необходимо скручивать или связывать, чтобы сократить индуктивность проводов и наводки. Целью является постоянная минимизация области контура или физического пространства между положительным и отрицательным проводами вывода от источника питания к нагрузке.
- Если устройства нельзя установить близко друг к другу, рекомендуется симметричное расположение отдельных пар проводов нагрузки равной длины с подключением к общей точке нагрузки. Так достигается наилучшая динамическая характеристика.
- Подсоедините считывающие кабели каждого параллельного устройства непосредственно к нагрузке.

Несмотря на то, что на рисунке показано рекомендованное дистанционное распознавание, в случае абсолютной необходимости можно использовать местное распознавание. Однако при местном распознавании цепи перераспределения будут работать должным образом, только если падение напряжения, измеренное между точками местного распознавания любого устройства и соответствующими точками параллельного устройства, составляет меньше 0,5 % максимального номинального напряжения устройств.

Параллельное подключение



Последовательное подключение

Описание последовательного подключения

Соединения нагрузки, распознавания и диодов

Замечания по использованию диодов при последовательном включении ИП

Пределы емкости

Описание последовательного подключения

При последовательном подключении источников питания можно достичь более высокого напряжения, чем при использовании одного устройства. Обратите внимание на следующие важные замечания:

- Если у проверяемого устройства отсутствует собственная аккумуляторная батарея, источник питания или большой накопитель энергии, источники питания можно подсоединить и использовать последовательно. Соблюдайте соответствующие предупреждения и предостережения (см. ниже).
- Если в проверяемом устройстве имеется небольшой конденсатор, в большинстве случаев допускается последовательное подключение источников питания. Для получения дополнительной информации см. таблицу [Пределы емкости](#) в конце данного раздела.
- Когда устройства, например большие конденсаторы, источники питания, аккумуляторные батареи или другие источники энергии, которые могут направлять ток назад на источник питания, подключены к выходу, при последовательном подключении всегда используйте **последовательный предохранительный диод**. Этот диод защищает устройства от повреждения обратным током, как описано в разделе [Замечания по использованию диодов при последовательном включении ИП](#). Если использование последовательного диода неприемлемо, обратитесь в компанию [Keysight Technologies](#) для получения консультации технического специалиста по устройствам питания.

Всегда необходимо соблюдать следующие предупреждения и предостережения.

ОСТОРОЖНО

ОПАСНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ. «Плавающие» постоянные потенциалы не должны превышать 240 В. Ни одна выходная клемма не должна иметь постоянный потенциал относительно шасси, превышающий 240 В.

ВНИМАНИЕ

Во избежание возможного повреждения оборудования:

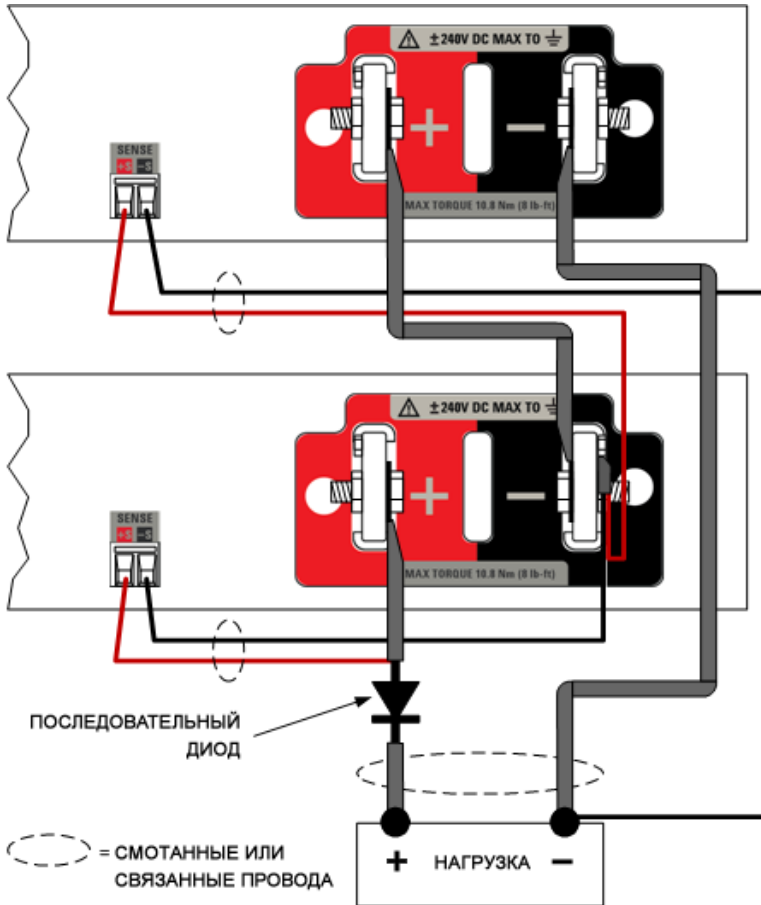
- Соединять последовательно можно только выходы, имеющие **одинаковые номинальные значения напряжения и тока**.
- Подключение моделей N6900 и N7900 запрещено.
- Замкните **выходные реле** на моделях N7900. Выходные реле не предназначены для переключения напряжения выше номинальных значений отдельных приборов.
- Всегда включайте и выключайте питание переменного тока одновременно. Не оставляйте устройства включенными, если имеются выключенные устройства.
- Всегда включайте и выключайте выходы одновременно. Рекомендуется использовать цифровые контакты ввода-вывода для единого перехода нескольких устройств в состояние включения/выключения, как описано в разделе [Управление последовательностью операций вывода](#).

- Всегда программируйте одинаковые значения напряжения на всех устройствах и синхронизируйте программируемое повышение и понижение напряжение на устройствах.
- На всех последовательно подключенных устройствах установите одинаковое **предельное положительное значение тока**.
- Установите для **предельного отрицательного тока** **наименьшее отрицательное** значение, тем самым обеспечивая прибору максимальную возможность защиты и регулировки напряжения.
- Объедините в пару системы защиты выхода последовательно подключенных устройств, как описано в разделе **Защита системы от сбоев и запрещающих сигналов**. Это предотвращает неравномерное распределение напряжения между устройствами в результате одного или нескольких выключений из-за сбоя.
- Если подключены кабели перераспределения тока, ни при каких обстоятельствах не включайте функцию перераспределения, в противном случае источник питания может быть поврежден. Для получения информации об отключении см. раздел **Включение перераспределения тока**. Для защиты устройства на случай непреднамеренного включения функции перераспределения тока необходимо физически отсоединить кабель перераспределения тока от разъема на задней панели устройства.
- Не используйте модуль рассеивания мощности N7909A при последовательном подключении источников питания. Запрещается последовательное подключение, если источники питания используются для понижения тока.

Соединения нагрузки, распознавания и диодов

На следующем рисунке показано последовательное подключение трех устройств. Обратите внимание на следующие рекомендации:

- Для обеспечения защиты от тока обратной полярности в любом случае рекомендуется всегда подключать последовательный диод на одной линии с нагрузкой, как показано на рисунке.
- При установке в стек устанавливайте устройства относительно близко друг над другом.
- Провода от источников питания к нагрузке должны быть максимально короткими, а также их необходимо скручивать или связывать, чтобы сократить индуктивность проводов и наводки. Целью является постоянная минимизация области контура или физического пространства между положительным и отрицательным проводами вывода от источника питания к нагрузке.
- При использовании последовательного диода подсоединяйте считывающие провода, как показано ниже. Если диод не используется, подсоединяйте положительный провод непосредственно к нагрузке.



Замечания по использованию диодов при последовательном включении ИП

Последовательный диод служит для защиты источников питания путем изолирования потенциально опасного внешнего источника энергии от выходных сигналов и, таким образом, исключения риска повреждения прибора в результате обратного тока. Использование защитного диода не позволяет выполнять понижение тока. На источниках питания невозможно выполнить нисходящее программирование напряжения при нагрузке, а также они не могут служить в качестве нагрузки.

Номинальное обратное напряжение последовательного диода должно быть не менее суммы номинальных напряжений всех последовательно подключенных устройств. Необходимо предусмотреть соответствующий запас для выбросов напряжения и максимального номинального значения силы тока на последовательно подключенных устройствах.

Как показано на рисунке, положительный провод распознавания конечного устройства должен быть присоединен к аноду (на стороне источника питания) диода, но не к катоду (на стороне нагрузки). Это позволяет защитить провода распознавания от возможного повреждения. Обратите внимание, что при этом снижается точность регулировки напряжения и программирования на стороне нагрузки.

Чтобы увеличить точность программирования, используйте цифровой мультиметр для измерения напряжения при нагрузке и компенсации спада напряжения на диодах программным путем, регулируя напряжение выходного сигнала источников питания. Спад на диодах будет отличаться в зависимости от силы тока выходного сигнала и температуры.

Примечание

Если использование последовательного диода неприемлемо, обратитесь в компанию **Keysight Technologies** для получения консультации технического специалиста по устройствам питания.

Пределы емкости

В следующей таблице показана максимальная емкость нагрузки при последовательном подключении. Если емкость нагрузки превышает эти значения, необходимо установить последовательный диод, как описано выше.

Модели мощностью 1 кВт последовательное соединение	Максимальная емкость нагрузки при последовательном подключении 2 устройств	Модели мощностью 2 кВт последовательное соединение	Максимальная емкость нагрузки при последовательном подключении 2 устройств
N6950A/N7950A	381 мкФ	N6970A/N7970A	763 мкФ
N6951A/N7951A	94 мкФ	N6971A/N7971A	188 мкФ
N6952A/N7952A	23 мкФ	N6972A/N7972A	46 мкФ
N6953A/N7953A	11 мкФ	N6973A/N7973A	22 мкФ
N6954A/N7954A	6 мкФ	N6974A/N7974A	12 мкФ
		N6976A/N7976A	5,5 мкФ
		N6977A/N7977A	3 мкФ

Подключение модуля рассеивания мощности

Модуль рассеивания мощности N7909A

Производство кабелей питания

Соединения модуля рассеивания мощности – устройства мощностью 1 кВт

Соединения модуля рассеивания мощности – устройства мощностью 2 кВт

Модуль рассеивания мощности N7909A

Модуль рассеивания мощности N7909A требуется для обеспечения 100 % номинального тока потребления при работе во втором квадранте (в режиме нагрузки) для моделей APS. Дополнительную информацию о понижении тока см. в разделе [Операция понижения тока](#).

Размеры модуля рассеивания мощности и схема представлены в разделе [Технические характеристики](#). Вентилятор охлаждает модуль рассеивания мощности, втягивая воздух с боковых сторон и выталкивая сзади. Не блокируйте отверстия для впуска воздуха на боковых стенках прибора и отверстия для выпуска воздуха на задней стенке прибора. Дополнительные требования по установке приведены ниже.

- Модуль рассеивания мощности должен быть установлен так, чтобы с боков и позади прибора оставалось достаточно места для обеспечения адекватной циркуляции воздуха – не менее 50 мм (2 дюймов).
- Модуль рассеивания мощности можно установить рядом с источником питания (выше, ниже или с боку от него) на расстоянии 1 метра.
- Отключите источник питания перед подключением любых модулей рассеивания мощности. При включении питания выполняется обнаружение и автоматическое включение модуля рассеивания мощности.
- Используйте только входящий в комплект кабель CAT6A для интерфейсных подключений. Вставьте кабель в разъемы **P2**. При установке второго модуля рассеивания мощности для устройств мощностью 2 кВт подсоедините второй кабель CAT6A к разъему **P4** на источнике питания. Не используйте другие кабели локальной сети, поскольку они не будут работать должным образом. Входящий в комплект кабель CAT6A экранируется, и экран используется в качестве проводника.

ВНИМАНИЕ Никогда не подключайте кабель CAT6A к разъему локальной сети, в противном случае устройство будет повреждено.

- Используйте сборный кабель питания для подключений (P1) (см. ниже). Вставьте кабель в разъемы **P1**. При установке второго модуля рассеивания мощности для устройств мощностью 2 кВт подсоедините второй кабель питания к разъему **P3** к источнику питания.

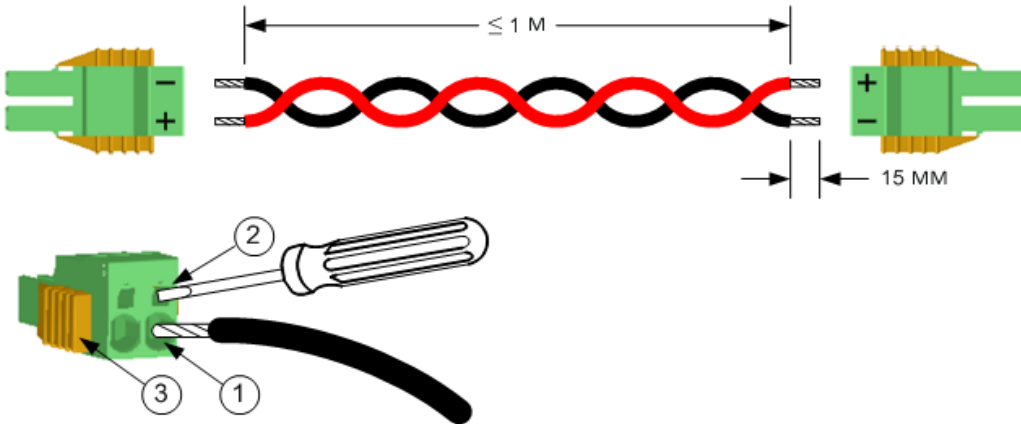
Производство кабелей питания

В комплект модуля рассеивания мощности входят две концевые кабельные муфты. Необходимо обеспечить кабельные соединения. На следующем рисунке показана процедура сборки. Краткое описание:

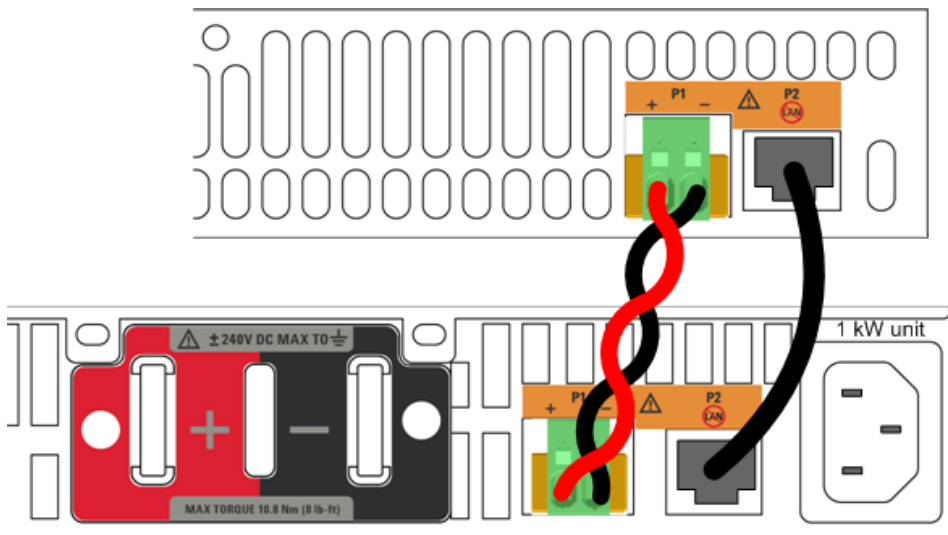
- Длина провода не должна превышать один метр, в противном случае источник питания не будет соответствовать опубликованным техническим характеристикам.
- Необходимо использовать провод размером от макс. AWG 10 (6 мм²) и AWG 14 (2,5 мм²). Провода должны выдерживать ток до 15 А.

Подключение модуля рассеивания мощности

- Зачистите изоляцию провода на 15 мм.
- Вставьте провод в овальное отверстие (1). Соблюдайте полярность.
- Для снижения уровня шума скрутите или свяжите провода.
- Чтобы освободить провод, вставьте маленькую отвертку в квадратное отверстие с выступом (2).
- Чтобы вынуть разъем из устройства, сожмите оранжевые выступы (3) и потяните штекер.



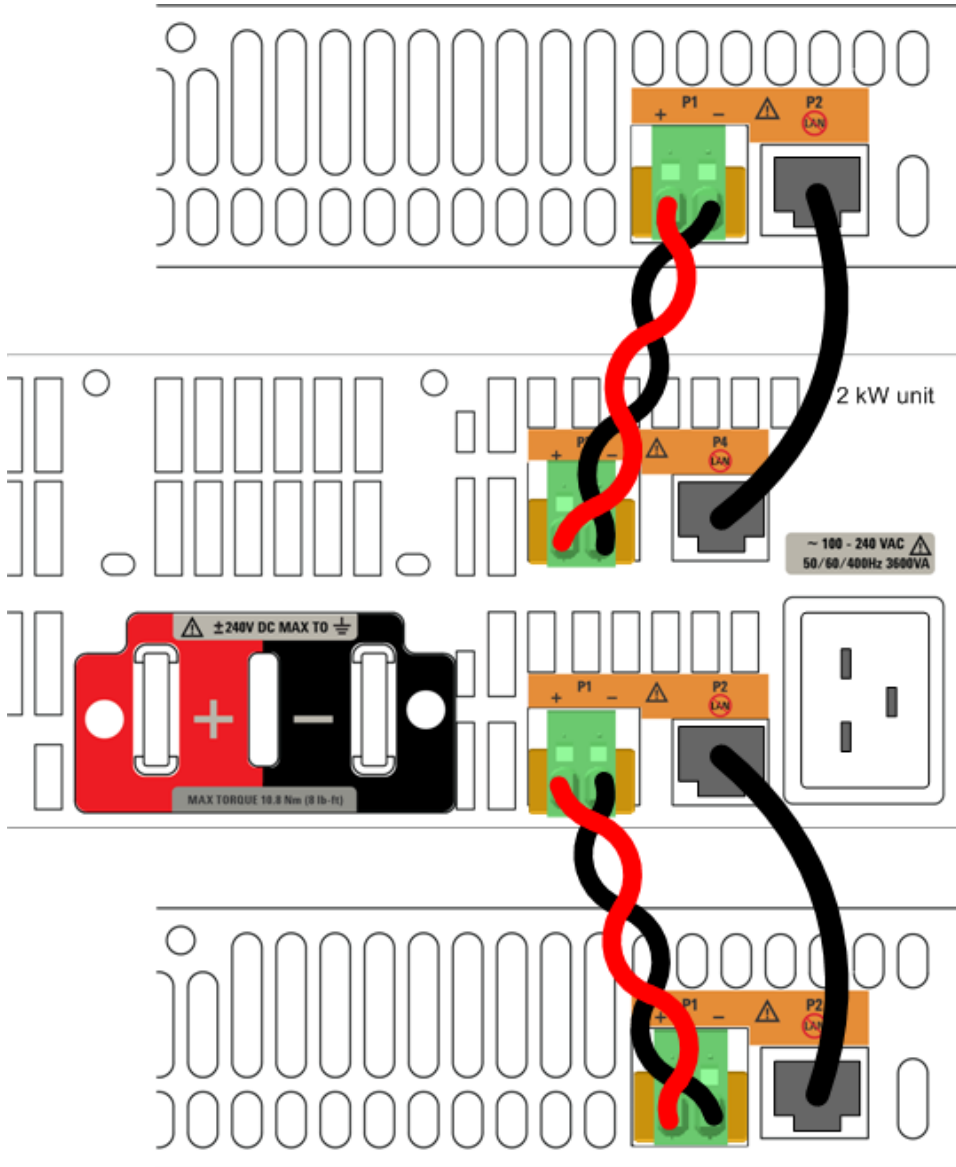
Соединения модуля рассеивания мощности – устройства мощностью 1 кВт



Соединения модуля рассеивания мощности – устройства мощностью 2 кВт

Примечание

При использовании только одного модуля рассеивания мощности с источником питания мощностью 2 кВт для подключения можно использовать и верхний, и нижний разъем. В этом случае можно будет рассеять только до 1 кВт выходной мощности.



Интерфейсные подключения

Соединения GPIB

Подключения USB

Соединения ЛВС – общедоступные и частные

Соединения на цифровом порте

В данном разделе описаны процедуры подключения различных интерфейсов APS. Для получения дополнительной информации по конфигурации интерфейсов дистанционного управления см. раздел [Конфигурация интерфейса дистанционного управления](#).

Установите программное обеспечение Keysight IO Libraries Suite с компакт-диска с программным обеспечением для автоматизации, поставляемого с прибором.

Примечание

Для получения подробной информации о соединениях интерфейса см. Руководство по подключению интерфейсов USB/ЛВС/GPIB к устройствам Keysight Technologies на компакт-диске с программным обеспечением для автоматизации.

Соединения GPIB

На следующем рисунке показана стандартная система с интерфейсом GPIB.



1. Подсоедините прибор к плате интерфейса GPIB при помощи кабеля GPIB.
2. Пользуясь служебной программой Connection Expert из пакета библиотек Keysight IO Libraries Suite, настройте параметры установленной платы интерфейса GPIB.
3. Теперь для соединения с прибором можно использовать функцию интерактивного ввода-вывода в утилите Connection Expert, а также можно запрограммировать прибор, используя различные среды программирования.

Подключения USB

На следующем рисунке изображена типовая система с интерфейсом USB.



1. Соедините прибор с портом USB на компьютере.
2. 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.
3. Теперь для соединения с прибором можно использовать функцию интерактивного ввода-вывода в утилите Connection Expert, а также можно запрограммировать прибор, используя различные среды программирования.

Соединения ЛВС – общедоступные и частные

Локальная сеть организации представляет собой сеть, в которой приборы с поддержкой локальной сети и компьютеры подключены к сети с помощью маршрутизаторов, концентраторов и/или коммутаторов. Обычно это крупные сети с централизованным управлением, включающие такие службы, как DHCP и DNS. На следующем рисунке представлена типичная система в локальной сети организации.



Частная локальная сеть представляет собой сеть, в которой приборы с поддержкой локальной сети и компьютеры подключены напрямую без подключения к локальной сети организации. Обычно это небольшие сети, не содержащие централизованно управляемых ресурсов. На следующем рисунке показана типичная система в частной локальной сети.



1. Подсоедините прибор к локальной сети организации или к компьютеру с помощью кабеля локальной сети. При заводских настройках локальной сети на приборе получение IP-адреса из сети выполняется автоматически с использованием DHCP-сервера (DHCP включен). DHCP-сервер регистрирует имя хоста прибора с помощью динамического DNS-сервера. После этого можно будет связываться с прибором используя имя хоста или IP-адрес. При использовании частной локальной сети можно не изменять ее настройки. 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. После настройки интерфейса LAN на лицевой панели загорится индикатор **Lan**.
2. Используйте утилиту Connection Expert программного обеспечения Keysight IO Libraries Suite для добавления моделей APS и проверки 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.
3. Теперь для соединения с прибором можно использовать функцию интерактивного ввода-вывода в утилите Connection Expert, а также можно запрограммировать прибор, используя различные среды программирования. Можно также установить связь с прибором через установленный на компьютере веб-браузер, как описано в разделе **Использование веб-интерфейса**.

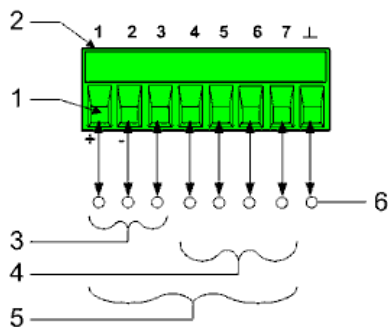
Соединения на цифровом порте

Примечание

Хорошее практическое правило — скручивать и экранировать все сигнальные провода, идущие к разъему цифрового порта. Если используется экранированный провод, соединять с шасси следует только один конец экрана, чтобы не возникали контуры заземления.

Для доступа к функциям цифрового порта в комплект входят 8-контактный и быстротсоединяемый штекер. Выньте штекер разъема для выполнения проводных соединений. Штекер соединителя подходит для проводов размера от AWG 14 (1,5 мм²) до AWG 28 (0,14 мм²). Не рекомендуется использовать провода диаметром менее AWG 24 (0,25 мм²). Зачистите изоляцию провода на 7 мм.

1. Вставьте провода
2. Затяните винты
3. Настраиваемые контакты неисправности/блокировки (соблюдайте полярность INH)
4. Настраиваемые выходные контакты пары
5. Настраиваемые контакты по цифровым входам-выходам или выражению
6. Общий сигнальный



Информация об использовании цифрового порта представлена в разделе **Программирование цифрового порта**. Электрические характеристики описаны в разделе **Общие технические характеристики**.

Установка в стойку

В этом разделе содержится информация по установке комплекта для крепления в стойку N7907A. Этот комплект позволяет установить источники питания мощностью 1 и 2 кВт, а также модуль рассеивания мощности, в корпус 19-дюймовой стойки EIA.

Перед началом работы ознакомьтесь со следующим списком и убедитесь в наличии этих компонентов. Если что-либо отсутствует, обратитесь в ближайший центр продаж и технической поддержки Keysight.

Позиции, входящие в комплект поставки	Номер детали Keysight
2 пары – выдвижные направляющие	5003-1128
2 – держатели для стойки 1U для устройств мощностью 1 кВт или модуля рассеивания мощности	5002-2816
2 – держатели для стойки 2U для устройств мощностью 2 кВт	5063-9212
8 – зажимные гайки для подсоединения к раме стойки (10-32)	0590-0804
4 – фиксированные крепежные винты на выдвижных направляющих (10-32 x 0,5)	2680-0104
4 – крепежные винты для выдвижных направляющих (M4 x 12 мм)	0515-1013
6 – крепежные винты переднего держателя (M3 x 8 мм)	0515-0372
4 – наружные винты (10-32 x 0,625)	0570-1577

Установка прибора

ВНИМАНИЕ

Не блокируйте отверстия для впуска воздуха на боковых стенках прибора и отверстия для выпуска воздуха на задней стенке прибора.

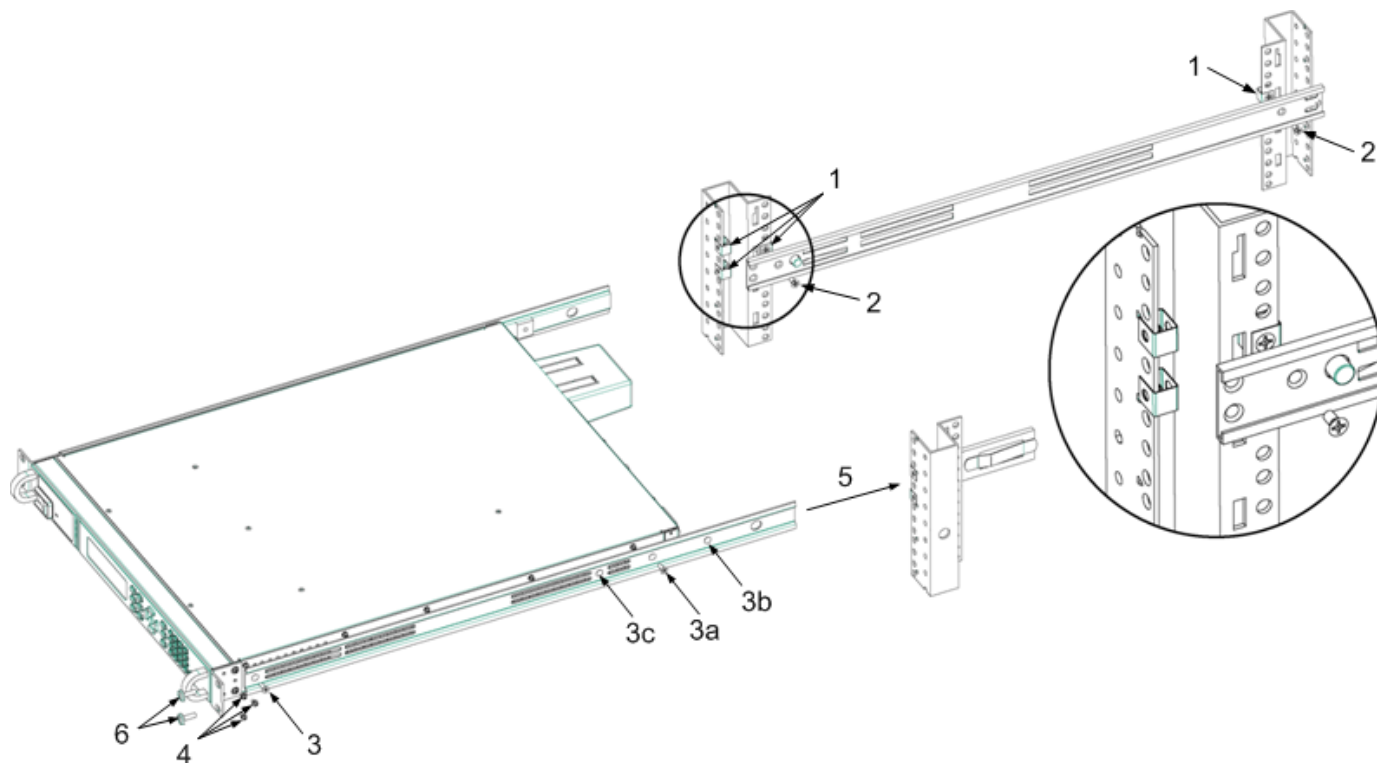
Нельзя использовать стандартные опорные направляющие для установки прибора в стойку, поскольку они будут препятствовать доступу потока воздуха, необходимого для охлаждения.

Инструменты: крестообразная отвертка, ключ T22, ключ T10.

1. Установите на раму стойки восемь зажимных гаек в месте предполагаемой установки прибора. Как показано на рисунке, три на каждый передний угол и по одной на каждый задний угол.
2. Разделите направляющие каждой пары и установите неподвижную часть каждой направляющей в две зажимные гайки по бокам приборной стойки, используя четыре фиксированных винта на направляющих.
3. Установите подвижную часть каждой направляющей по бокам прибора, используя четыре винта для выдвижной направляющей, входящих в комплект. Используйте положение (3a) для устройств мощностью 1 кВт; положение (3b) для устройств мощностью 2 кВт и положение (3c) для модуля рассеивания мощности.
4. Установите держатели на лицевой панели прибора с помощью шести винтов для передних держателей, входящих в комплект.
5. Задвиньте прибор в стойку.

Установка в стойку

6. Подсоедините передние держатели к приборной стойке с помощью четырех наружных винтов, входящих в комплект.



Установка в стойку

«Черный ящик»

Дополнительная плата N7908A «Черный ящик» устанавливается в «Черный ящик» на нижней части корпуса. Дополнительную информацию об использовании модуля записи «Черный ящик» см. в разделе [Запись в «Черный ящик»](#).

Установка прибора

ВНИМАНИЕ

Выключите прибор, отсоедините кабель питания и переверните устройство. При установке платы модуля записи «Черный ящик» соблюдайте все правила техники безопасности при обращении с устройствами, чувствительными к электростатическим разрядам.

1. Снимите крышку, ослабив два винта.
2. Установите плату модуля записи «Черный ящик» разъемом вниз и вставьте в прибор.
3. Установите крышку на место и затяните винты.
4. Установите флажок [] Option 057 на верхней панели устройства, чтобы указать, что дополнительный модуль установлен.



Начало работы

Включение устройства

Установка напряжения выходного сигнала

Установка силы тока выходного сигнала

Установка защиты от перегрузки по напряжению

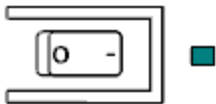
Разрешение выходного сигнала

Использование встроенной справочной системы

Включение устройства

Проверьте подключение силового кабеля к прибору и электрической розетке.

Включите устройство с помощью выключателя питания на лицевой панели. Через несколько секунд начнет светиться дисплей. Автоматически выполняется самодиагностика при включении питания. Эта проверка подтверждает, что источник питания в рабочем состоянии.



Примечание

Она может занять около 30 секунд, необходимых для инициализации источника питания и перехода в рабочее состояние.

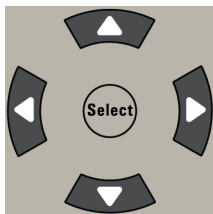
Если прибор не включается, проверьте надежность подключения кабеля питания (напряжение в линии электропередачи определяется автоматически при включении). Кроме того, проверьте, что прибор подключен к источнику питания, на который подается электроэнергия. Если светодиодный индикатор рядом с выключателем питания не горит, питание переменного тока не подается. Если светодиодный индикатор горит желтым, прибор подключен к сети переменного тока и находится в режиме ожидания, а если он горит зеленым, прибор включен.

В случае ошибки самопроверки на лицевой панели отображается соответствующее сообщение. Если отображается сообщение «Drive failed», см. раздел [Запись в «Черный ящик»](#). Описание других ошибок самопроверки и инструкции по возврату прибора для ремонта см. в разделе [Ремонт и техническое обслуживание](#).

Установка напряжения выходного сигнала

Способ 1

Для перехода к настройке, которую необходимо изменить, используйте клавиши со стрелками влево и вправо.



На следующем дисплее выбрана настройка напряжения. Введите значение, используя цифровую клавиатуру. Затем нажмите **Select**.



Также для регулировки значения можно использовать клавиши со стрелками на цифровой панели. Значения применяются при включении выходного сигнала.

В режиме приоритета напряжения устройство будет поддерживать выходное напряжение на запрограммированном уровне. В режиме приоритета тока устройство будет ограничивать выходное напряжение по достижении заданного предельного значения. Для получения более подробной информации см. раздел [Установка режима выходного сигнала](#).

Способ 2

Нажмите клавишу **Voltage**. Будет выделено поле ввода напряжения. На дисплее ниже выбрана настройка напряжения. Введите нужный параметр, используя цифровую клавиатуру. Затем нажмите **Enter**.

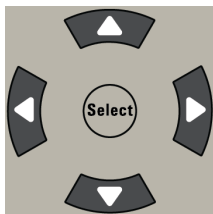


Если введена неверная цифра, используйте клавишу Backspace, чтобы удалить ее, нажмите кнопку Back, чтобы выйти из меню, или нажмите Meter, чтобы вернуться в режим измерителя.

Установка силы тока выходного сигнала

Способ 1

Для перехода к настройке, которую необходимо изменить, используйте клавиши со стрелками влево и вправо.



Ниже представлено изображение дисплея при выборе параметра тока. Используйте клавиши навигации вверх и вниз для переключения между + и - предельными значениями. Введите значение, используя цифровую клавиатуру. Затем нажмите **Select**.

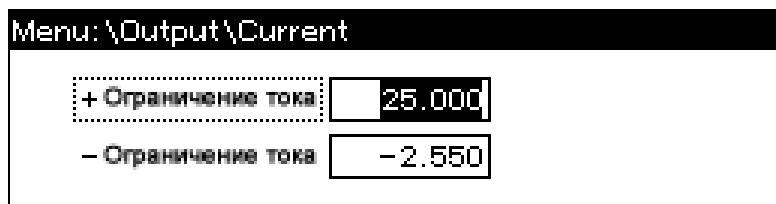


Также для регулировки значения можно использовать клавиши со стрелками на цифровой панели. Можно задать и положительное и отрицательное значения тока. Значения применяются при включении выходного сигнала.

В режиме приоритета тока устройство будет поддерживать выходной ток на запрограммированном уровне. В режиме приоритета напряжения устройство будет ограничиваться выходной ток по достижении заданного предельного значения тока. Для получения более подробной информации см. раздел [Установка режима выходного сигнала](#).

Способ 2

Нажмите клавишу **Current**. Будет выделено поле ввода тока. Ниже представлено изображение дисплея при выборе параметра тока. Введите нужный параметр, используя цифровую клавиатуру. Затем нажмите **Enter**.



Если введена неверная цифра, используйте клавишу Backspace, чтобы удалить ее, нажмите кнопку Back, чтобы выйти из меню, или нажмите Meter, чтобы вернуться в режим измерителя.

Установка защиты от перегрузки по напряжению

Используйте меню лицевой панели.

Меню команд на лицевой панели обеспечивает доступ к большинству функций прибора. Фактические элементы управления функциями находятся на самом нижнем уровне меню. Краткое описание:

- Нажмите клавишу **Menu**, чтобы войти в командное меню.
- Для перехода между командами меню используйте клавиши перемещения (<, >).

- Для выбора команды и перехода на более низкий уровень меню используйте центральную клавишу **Select**.
- Выбрав самый нижний уровень меню, нажмите клавишу **Help**, чтобы отобразить информацию об элементах управления функциями.
- Чтобы выйти из меню команд, нажмите клавишу **Meter** для немедленного возврата в режим измерения или клавишу **Menu** для возврата на верхний уровень.

Схему команд меню лицевой панели см. в разделе [Справка по меню лицевой панели](#).

Пример меню – доступ к защите от перегрузки по напряжению.

Нажмите клавишу **Menu**, чтобы войти в командное меню. Первая линия определяет путь меню. Входя в меню первый раз, вы открываете верхний или корневой уровень, и путь пустой. Во второй строке отображаются команды, доступные на данном уровне меню. Здесь показаны команды меню верхнего уровня; команда Output выделена. В третьей строке отображаются команды, доступные на следующем уровне после выбора команды Output. Если команды более низкого уровня отсутствуют, отображается краткое описание выделенной команды.

```
Menu:\
Output Measure Transient Protect States System
Voltage, Current, Mode, Sequence, Advanced
```

Нажатиями клавиши со стрелкой вправо > перемещайте курсор в меню, пока не будет выделена команда Protect. Нажмите клавишу **Select** для выбора команд Protect.

```
Menu:\
Output Measure Transient Protect States System
OVP, OCP, Inhibit, WDog, SFD, Clear
```

Поскольку команда OVP уже выделена, нажмите кнопку Select для доступа к диалоговому окну OVP.

```
Menu:\Protect
OVP OCP Inhibit WDog SFD Clear
Overvoltage protection settings.
```

Обратите внимание, что для OVP на этой модели установлено значение 24 В. Можно изменить настройку OVP, используя цифровые кнопки и нажимая кнопки **Enter** и **Select**. Нажмите клавишу **Meter** для возврата в вид измерений.

```
Menu:\Protect\OVP
OVP Level: 24.00
```

Разрешение выходного сигнала

С помощью клавиши **On/Off** включите выход. Если к выходу подсоединена нагрузка, цифры на дисплее лицевой панели будут показывать, что она потребляет ток. В противном случае показание тока будет равно нулю. Индикатор состояния показывает состояние выхода. В этом случае «CV» означает, что выход находится в режиме постоянного напряжения.



Описание индикаторов состояния см. в разделе [Общий вид дисплея лицевой панели](#).

Использование встроенной справочной системы

Посмотрите список разделов справки.

Нажмите кнопку **Help** для просмотра списка доступных разделов справки. Для перехода по пунктам списка нажмите стрелки навигации вверх и вниз.

Нажмите **Meter** или **Back**, чтобы закрыть справку.

Посмотрите справочную информацию для отображаемых сообщений.

Если превышено предельное значение или обнаружены проблемы конфигурации, прибор отобразит сообщение, в том числе код ошибки.

Нажмите **Meter** или **Back**, чтобы закрыть справку.

Конфигурация интерфейса дистанционного управления

Конфигурация USB

Конфигурация GPIB

Конфигурация локальной сети

Изменение настроек ЛВС

Использование веб-интерфейса

Использование Telnet

Использование гнезд

Блокировка интерфейса

Введение

Этот инструмент поддерживает передачу данных через дистанционный интерфейс. Для этого используются три интерфейса: GPIB, USB и интерфейс локальной сети. Все три интерфейса включаются при подаче питания. Для использования интерфейсов сначала необходимо установить программное обеспечение Keysight IO Libraries с компакт-диска с программным обеспечением для автоматизации. Затем подключите прибор к компьютеру.

Индикатор **IO** на лицевой панели загорается при обмене данными по дистанционным интерфейсам. После подключения и настройки интерфейса LAN на лицевой панели загорится индикатор **Lan**.

Данный прибор обеспечивает возможность мониторинга подключения Ethernet. С помощью функции мониторинга подключения Ethernet порт локальной сети прибора непрерывно контролируется и при отключении прибора минимум на 20 секунд выполняется его автоматическая перенастройка и повторное подключение к сети.

Конфигурация USB

Для USB специальные параметры не настраиваются. Строку подключения USB можно получить с помощью меню лицевой панели:

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \IO\USB В диалоговом окне отобразится строка подключения USB.	Недоступно

Конфигурация GPIB

Каждое устройство, подключенное к интерфейсу GPIB (IEEE-488), должно иметь уникальный адрес, состоящий из целого числа от 0 до 30. Прибор поставляется с присвоенным адресом 5. Адрес карты интерфейса GPIB компьютера не должен вступать в конфликт с приборами, подключенными к шине интерфейса. Эта настройка не изме-

Конфигурация интерфейса дистанционного управления

няется после выключения прибора; она не будет изменена после выключения и повторного включения питания или при использовании команды *RST. Используйте меню лицевой панели для изменения адреса GPIB.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \IO\GPIB . С помощью цифровых кнопок введите новое значение от 0 до 30. Затем нажмите Enter .	Недоступно

Конфигурация локальной сети

В следующих разделах описаны основные функции настройки локальной сети в меню лицевой панели. Обратите внимание на то, что команды SCPI для настройки параметров локальной сети отсутствуют. Настройка локальной сети полностью выполняется на лицевой панели.

Примечание

После изменения параметров локальной сети их необходимо сохранить. Выберите: **System \IO\LAN\Apply**. При выборе Apply на приборе будет выключено и снова включено питание, при этом выполненные настройки вступят в силу. Настройки локальной сети являются энергонезависимыми и не меняются при включении и выключении питания или при изменении команды *RST. Если изменения сохранять не требуется, выберите: **System \IO\LAN\Cancel**. При выборе пункта Cancel отменяются все изменения.

При поставке протокол DHCP включен, что позволяет передачу данных по локальной сети. Сокращение DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) обозначает протокол для назначения динамических IP-адресов устройствам в сети. Протокол динамического назначения адресов позволяет назначать устройствам разные IP-адреса при каждом подключении к сети.

Просмотр активных настроек

Для просмотра активных настроек локальной сети выполните следующее.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \IO\LAN\Settings . Отобразятся активные настройки локальной сети. Для перехода по списку используйте кнопки со стрелками вверх и вниз.	Недоступно

Действующие значения IP-адреса, маски подсети и шлюза по умолчанию могут отличаться от настроек меню лицевой панели — это зависит от конфигурации сети. Если настройки отличаются, значит сеть автоматически назначила собственные настройки.

Сброс настроек локальной сети

Можно выполнить сброс настроек локальной сети с помощью переключателя LCI стандарта LXI. При этом будут восстановлена конфигурация DHCP, адреса DNS-сервера, состояние mDNS, имя службы mDNS и веб-пароль. Эти

настройки оптимизируются для подключения прибора к сети организации. Они должны также достаточно хорошо подходить и для других конфигураций сети.

В любое время можно восстановить заводские настройки локальной сети. При этом **ВСЕ** настройки локальной сети возвращаются к исходным значениям при поставке и сеть перезапускается. Все настройки локальной сети по умолчанию приведены в разделе **Энергонезависимые настройки**.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \IO\LAN\Reset Выберите System \IO\LAN\Defaults Выберите Reset. При выборе параметра Reset активируются и выбираются настройки локальной сети и сеть перезапускается.	Недоступно

Изменение настроек ЛВС

IP-адрес

Выберите IP-адрес для настройки адресации прибора. Нажмите клавишу **Menu** и выберите **System \IO\LAN\Config\IP**. Можно настроить следующие параметры:

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \IO\LAN\Modify\IP Выберите Auto или Manual. Полное описание см. ниже.	Недоступно

- **Auto** - предписывает автоматически настраивать адресацию прибора. Если выбран данный параметр, прибор сначала будет пытаться получить IP-адрес от DHCP-сервера. Если DHCP-сервер найден, он присвоит прибору IP-адрес, маску подсети и шлюз по умолчанию. 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.
- **Manual** – позволяет вручную настроить адресацию прибора, введя требуемые значения в перечисленные ниже три поля. Эти три поля отображаются только в том случае, если выбран параметр Manual.
- **IP Address** – 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 десятичное число может быть от 0 до 255 без нулей в начале (например, 169.254.2.20).
- **Subnet Mask** – это значение, называемое маской подсети, позволяет прибору определить, находится ли IP-адрес клиента в той же локальной подсети. Такое же численное представление применяется для IP-адресов. Когда IP-адрес находится в другой подсети, все пакеты должны отправляться на шлюз по умолчанию.

Конфигурация интерфейса дистанционного управления

- **DEF Gateway** – это значение представляет собой IP-адрес шлюза по умолчанию. Шлюз по умолчанию позволяет прибору обмениваться данными с системами, находящимися вне локальной подсети, которая задается маской подсети. Такое же численное представление применяется для IP-адресов. Значение 0.0.0.0 указывает, что шлюз по умолчанию не определен.

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

Имя хоста

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

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \IO\LAN\Modify\Name Можно ввести любое значение с помощью цифровой клавиатуры. Для ввода дополнительных символов используйте клавиши со стрелками вверх/вниз, чтобы выбрать текстовый символ путем прокрутки списка, который отображается при нажатии клавиш. Для перемещения по текстовым полям используйте клавиши со стрелками влево/вправо. Чтобы удалить значение, нажмите клавишу Backspace. После завершения настройки нажмите клавишу Enter.	Недоступно

Host Name – это поле обеспечивает регистрацию введенного имени в выбранной службе выделения имен. Если поле оставлено пустым, имя не будет зарегистрировано. Имя хоста может содержать заглавные и строчные буквы, цифры и черточки (-). Максимальная длина имени хоста – 15 символов.

Каждый прибор поставляется с именем хоста по умолчанию в следующем формате: А-номер_модели-серийный_номер, где номер_модели – это номер модели прибора из 6 символов (например, N6950A), а серийный_номер – это последние пять символов 10-символьного серийного номера, который указан в маркировке на верхней панели прибора (например, 45678, если серийный номер MY12345678).

DNS-сервер и WINS-сервер

DNS — это интернет-служба, преобразующая доменные имена в IP-адреса. Она также необходима для определения и отображения прибором имени хоста, назначенного ему сетью. Обычно информацию об адресе DNS находит DHCP-сервер; изменения необходимы, только если DHCP не используется или не работает.

WINS настраивает службу Windows прибора. Она аналогична службе DNS, которая преобразует доменные имена в IP-адреса.

Для настройки DNS и WINS-службы вручную выполните следующее.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System\IO\LAN\Modify\DNS или Выберите System\IO\LAN\Modify\WINS</p> <p>Выберите основной и дополнительный адреса. Полное описание см. ниже.</p>	Недоступно

- **Primary Address** – в этом поле вводится основной адрес сервера. Для получения дополнительной информации о сервере обратитесь к администратору локальной сети. Такое же численное представление применяется для IP-адресов. Значение 0.0.0.0 обозначает, что сервер по умолчанию не установлен.
- **Secondary Address** – в это поле вводится дополнительный адрес сервера. Для получения дополнительной информации о сервере обратитесь к администратору локальной сети. Такое же численное представление применяется для IP-адресов. Значение 0.0.0.0 обозначает, что сервер по умолчанию не установлен.

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

Имя службы mDNS

Имя службы mDNS регистрируется с помощью выбранной службы выделения имен. Для настройки имени службы mDNS прибора:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System\IO\LAN\Modify\mDNS</p> <p>Можно ввести любое значение с помощью цифровой клавиатуры. Для ввода дополнительных символов используйте клавиши со стрелками вверх/вниз, чтобы выбрать текстовый символ путем прокрутки списка, который отображается при нажатии клавиш. Для перемещения по текстовым полям используйте клавиши со стрелками влево/вправо. Чтобы удалить значение, нажмите клавишу Backspace. После завершения настройки нажмите клавишу Enter.</p>	Недоступно

- **mDNS Service Name** – это поле обеспечивает регистрацию введенного имени в выбранной службе выделения имен. Если поле оставлено пустым, имя не будет зарегистрировано. Имя службы может содержать заглавные и строчные буквы, цифры и черточки(-).
- Каждый прибор поставляется с именем службы по умолчанию в следующем формате: Keysight-номер_модели-описание-серийный_номер, где номер_модели – это номер модели прибора из 6 символов (например, N6950A), описание – это описание прибора, а серийный_номер – это серийный номер из 10 символов, указанный в маркировке на верхней панели устройства (например, MY12345678).

Службы

Параметр Services позволяет включить или отключить службы локальной сети.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System\IO\LAN\Modify\Services Установите или снимите флажки служб, которые необходимо включить или отключить.	Недоступно

- К настраиваемым службам относятся: VXI-11, Telnet, веб-элемент управления, сокеты и mDNS.
- Если необходимо дистанционно управлять прибором с помощью встроенного веб-интерфейса, нужно включить веб-элемент управления.

Использование веб-интерфейса

Источник питания APS оснащен встроенным веб-интерфейсом, который позволяет осуществлять управление непосредственно из веб-браузера на компьютере. С помощью веб-интерфейса можно получить доступ к функциям управления на лицевой панели, в том числе параметрам конфигурации локальной сети. Одновременно можно выполнить до шести подключений. При дополнительных подключениях производительность снижается.

Примечание Встроенный веб-интерфейс работает только в локальной сети. Для него требуется Internet Explorer 7 или более поздней версии. Также потребуется подключаемый модуль Java версии 7 или выше. Он входит в среду Java Runtime.

По умолчанию веб-интерфейс включен. Для запуска веб-интерфейса:

1. Откройте веб-браузер на компьютере.
2. Введите имя хоста прибора или IP-адрес в адресную строку браузера. Отобразится следующая домашняя страница.
3. Чтобы приступить к управлению прибором, нажмите кнопку Browser Web Control в расположенной слева полосе перемещения.
4. Дополнительные справочные сведения о любой из страниц можно получить, нажав кнопку Help with this Page.

KEYSIGHT TECHNOLOGIES Advanced Power System

Welcome to your **Web-Enabled N7952A**

Information about this Web-Enabled Dynamic DC Power Supply:

Instrument:	N7952A
Serial Number:	NJP2A40203
Description:	Keysight N7952A MPS Mainframe - NJP2A40203
DNS Hostname:	A-N7952A-40203
NetBIOS Name:	A-N7952A-40203
mDNS Hostname:	A-N7952A-40203.local
IP Address:	141.121.206.148
Instrument Address String:	TCPIP::A-N7952A-40203::inst0::INSTR

[Turn On Front Panel Identification Indicator](#)

Advanced information about this Web-Enabled Dynamic DC Power Supply

Use the navigation bar on the left to access your N7952A and related information.

© Keysight Technologies 2013

При необходимости доступ к веб-интерфейсу можно защитить паролем. По умолчанию пароль не задан. Чтобы установить пароль, нажмите кнопку View & Modify Configuration. Дополнительные сведения об установке пароля см. в интерактивной справке.

Использование Telnet

В поле командной строки MS-DOS введите: telnet hostname 5024, где hostname – это имя хоста APS или IP-адрес, а 5024 – это порт telnet прибора.

Должно отобразиться окно сеанса Telnet с заголовком, в котором будет указано, что установлено подключение к источнику питания. Вводите команды SCPI в ответ на приглашение системы.

Использование гнезд

Примечание Источники питания позволяют одновременно устанавливать до шести подключений в разных комбинациях к сокету для передачи данных, сокету для управления и службе telnet.

В приборах Keysight для служб сокетов SCPI стандартно используется порт 5025. Сокет для передачи данных по этому порту можно использовать для отправки и получения команд ASCII/SCPI, запросов и ответов на запросы. Для проверки сообщений все команды должны начинаться с новой строки. Все ответы на запросы также отделяются новой строкой.

Интерфейс программирования сокетов также позволяет управлять подключением к сокету. Сокет управления может использоваться клиентом для отправки команды сброса настроек устройства, а также для получения служебных запросов. В отличие от сокетов для передачи данных, которые используют статический номер порта, для сокета управления номер порта меняется, и для его получения необходимо отправить следующий запрос SCPI на сокет для передачи данных: **SYSTem:COMMunicate:TCPIp:CONTrol?**

Конфигурация интерфейса дистанционного управления

После получения номера порта можно установить подключение к сокету управления. Как и в случае сокета для передачи данных, все команды, отправляемые на сокет управления, должны начинаться с новой строки, как и все ответы на запросы, возвращаемые на сокет управления.

Чтобы отправить команду сброса настроек прибора, отправьте на сокет управления строку «DCL». После завершения сброса настроек прибором системой питания строка состояния сброса настроек («DCL») передается обратно на сокет управления.

Поддержка служебных запросов для сокетов управления включается с использованием регистра разрешения служебных запросов. После разрешения служебных запросов клиентская программа прослушивает подключение для управления. При поступлении служебного запроса прибор отправляет на клиент строку «SRQ + nn». Вместо «nn» указывается значение байтов состояния, которое клиент может использовать для определения источника служебного запроса.

Блокировка интерфейса

В заводской поставке интерфейсы USB и LAN, а также веб-сервер включены. Для включения или отключения интерфейсов на лицевой панели:

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \Admin \IO Интерфейсы можно включить или выключить, установив или сняв флажок у следующих элементов: Enable LAN, Enable GPIB и Enable USB Нажмите Select.	Недоступно

Если не удастся войти в меню администрирования, возможно, доступ к нему ограничен с помощью пароля.

Использование производительной системы питания

Программирование выхода

Программирование защиты выхода

Программирование выходных параметров

Установка последовательности операций вывода

Выполнение измерений

Разводка сигналов с помощью выражений

Программирование цифрового порта

Регистрация данных во внешний журнал (электронный журнал)

Запись в «черный ящик»

Операция перераспределения тока

Режим понижения тока

Системные операции

Учебное пособие по режиму приоритета

Описание методики расчета перераспределения тока

Программирование выхода

Установка режима приоритета для выходного сигнала

Установка напряжения выходного сигнала

Установка силы тока выходного сигнала

Установка скорости нарастания

Разрешение выходного сигнала

Установка полосы пропускания выходного сигнала

Установка сопротивления выходного сигнала

Настройка выходных реле

Примечание

При первом включении APS первоначальная настройка прибора может занять около 30 секунд.

Установка режима приоритета для выходного сигнала

Можно выбрать режим приоритета напряжения и тока.

Режим приоритета напряжения используется, когда необходимо поддерживать постоянное выходное напряжение. Выходное напряжение будет поддерживаться на заданном значении, пока ток нагрузки будет находиться в пределах допустимого диапазона для положительного и отрицательного тока.

Режим приоритета тока используется, когда необходимо поддерживать постоянный выходной ток. Выходная сила тока будет поддерживаться на запрограммированном значении, пока напряжение нагрузки будет находиться в пределах допустимых значений напряжения.

Дополнительную информацию см. в разделе [Использование режима приоритета](#).

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Output\Mode . Выберите режим приоритета напряжения или тока. Затем нажмите Select .	Чтобы установить режим приоритета тока или напряжения: FUNC CURR VOLT

Примечание

При переходе между режимами приоритета напряжения и тока вывод будет выключен и для него будут восстановлены настройки, устанавливаемые при включении прибора, или значения RST.

Установка напряжения выходного сигнала

Когда устройство находится в режиме приоритета напряжения, выходное напряжение поддерживается на запрограммированном уровне, пока ток нагрузки не выйдет за запрограммированные пределы диапазона допустимых значений положительного или отрицательного тока.

Лицевая панель	Команда SCPI
Нажмите клавишу Voltage . Введите значение и нажмите Select.	Чтобы установить выходное напряжение, равное 40 В: VOLT 40

Когда устройство находится в режиме приоритета тока, можно установить предельное напряжение, которое позволит ограничить выходное напряжение до установленного значения. Выходная сила тока будет поддерживаться на запрограммированном значении, пока напряжение нагрузки будет находиться в пределах допустимых значений напряжения.

Лицевая панель	Команда SCPI
Нажмите клавишу Voltage . Установите предельное положительное напряжение. Затем нажмите Select .	Чтобы установить предельное напряжение: VOLT:LIM 42

Установка силы тока выходного сигнала

Когда устройство находится в режиме приоритета напряжения, можно установить предельное положительное и отрицательное значение тока, которое позволит ограничить выходной ток до установленного значения. В режиме приоритета напряжения выходное напряжение поддерживается на запрограммированном уровне, пока ток нагрузки не выйдет за запрограммированные пределы диапазона допустимых значений положительного или отрицательного тока.

Лицевая панель	Команда SCPI
Нажмите клавишу Current . Установите предельное положительное или отрицательное значение тока. Затем нажмите Select .	Чтобы установить предельный положительный ток: CURR:LIM 12 Чтобы установить предельный отрицательный ток: CURR:LIM:NEG -3

Когда устройство находится в режиме приоритета тока, можно указать уровень положительного или отрицательного выходного тока, который останется неизменным, пока выходное напряжение не выйдет за запрограммированные пределы.

Лицевая панель	Команда SCPI
Нажмите клавишу Current . Введите положительное или отрицательное значение. Затем нажмите Select .	Чтобы установить выходной ток, равный +5 А: CURR 5 Чтобы установить выходной ток, равный -5 А: CURR -5

Установка скорости нарастания

Скорость нарастания напряжения обозначает скорость, с которой напряжение изменяется на новое запрограммированное значение. Она применяется к обеим настройкам напряжения в режиме приоритета напряжения, а также настройкам предельного напряжения в режиме приоритета тока. При установке значения MAXimum, INFINITY или очень большого значения скорость нарастания будет ограничена физическими возможностями аналоговой части в схеме выходного сигнала. Эту настройку можно использовать для предотвращения перехода к предельному уровню тока во время восходящего и нисходящего программирования емкостных нагрузок. С помощью следующего уравнения можно вычислить предельную максимальную скорость нарастания напряжения для достижения плавного и постепенного изменения рабочих характеристик при восходящем и нисходящем программировании.

$$\text{Макс. скорость нарастания (В/с)} = (\text{установленный предел тока (А)} - \text{ток нагрузки (А)}) / (\text{емкость нагрузки (Ф)})$$

Скорость нарастания тока обозначает скорость, с которой ток изменяется на новое запрограммированное значение. Она применяется к обеим настройкам тока в режиме приоритета тока, а также настройкам предельного тока в режиме приоритета напряжения. При установке значения MAXimum, INFINITY или очень большого значения скорость нарастания будет ограничена физическими возможностями аналоговой части в схеме выходного сигнала.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Output\Advanced\Slew Затем выберите напряжение или ток	Чтобы установить скорость нарастания напряжения, равную 5 В/с VOLT:SLEW 5
В соответствующем поле укажите скорость нарастания напряжения или тока.	Чтобы установить скорость нарастания тока, равную 1 А/с CURR:SLEW 1
Установите флажок максимальной скорости нарастания, чтобы запрограммировать наивысшую скорость нарастания.	Установка максимальной скорости нарастания выходного напряжения: VOLT:SLEW MAX

Установка полосы пропускания выходного сигнала

Режимы полос пропускания напряжения позволяют оптимизировать время отклика на выходе с емкостными нагрузками.

Режим полосы пропускания **High1** обеспечивает максимальную скорость при восходящем программировании, а также наименьшее время стабилизации переходной характеристики. Этот режим оптимален для использования с резистивными нагрузками; однако если выводы для подключения нагрузки короче 3 метров, можно использовать емкостные нагрузки до предельных значений, указанных в таблице ниже. Превышение этих пределов может привести к отклонению напряжения от заданного значения и неустойчивости переходной характеристики.

Режим полосы пропускания **Low** оптимален для использования с большими емкостными нагрузками в пределах, указанных в таблице ниже, и выводами для подключения нагрузки длиннее 3 метров. В этом режиме скорость при восходящем и нисходящем программировании, а также полоса пропускания на контуре управления напряжением ограничены во избежание отклонений от программной установки напряжения и для увеличения устой-

чивости переходной характеристики. В режиме Low обеспечивается максимальная стабильность и минимизация отклонений при использовании любых конфигураций нагрузки.

Примечание Ни в одном из этих диапазонов полосы пропускания не рекомендуется подключать конденсаторы с очень низким значением эквивалентного последовательного сопротивления, емкость которых больше предельных значений, установленных для режима High, с выводами для подключения нагрузки короче 3 м. При такой конфигурации нагрузки могут возникать отклонения от запрограммированного напряжения.

Модели мощностью 1 кВт	Верхний предел	Нижний предел	Модели мощностью 2 кВт	Верхний предел	Нижний предел
N6950A/N7950A	от 0 до 3800 мкФ	от 0 до 190,000 мкФ	N6970A/N7970A	от 0 до 7600 мкФ	от 0 до 380 000 мкФ
N6951A/N7951A	от 0 до 1000 мкФ	от 0 до 50,000 мкФ	N6971A/N7971A	от 0 до 2000 мкФ	от 0 до 100,000 мкФ
N6952A/N7952A	от 0 до 240 мкФ	от 0 до 12,000 мкФ	N6972A/N7972A	от 0 до 480 мкФ	от 0 до 24,000 мкФ
N6953A/N7953A	от 0 до 100 мкФ	от 0 до 5600 мкФ	N6973A/N7973A	от 0 до 200 мкФ	от 0 до 11,200 мкФ
N6954A/N7954A	от 0 до 60 мкФ	от 0 до 3000 мкФ	N6974A/N7974A	от 0 до 120 мкФ	от 0 до 6000 мкФ
			N6976A/N7976A	от 0 до 50 мкФ	от 0 до 2,800 мкФ
			N6977A/N7977A	от 0 до 30 мкФ	от 0 до 1,500 мкФ

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Output\Advanced\Bandwidth . Выберите High1 или Low. Затем нажмите Select .	Чтобы выбрать широкую полосу пропускания: VOLT:BWID HIGH1 Чтобы выбрать узкую полосу пропускания: VOLT:BWID LOW

Установка сопротивления выходного сигнала

Обычно программирование выходного сопротивления используется для тестирования батарей, и его применение возможно только в режиме приоритета напряжения. Его применяют для имитации внутреннего сопротивления неидеального источника напряжения, например, батареи. При программировании указываются значения в омах (Ом). При программировании на различных моделях используются следующие диапазоны значений сопротивления:

Модели мощностью 1 кВт	Диапазон	Модели мощностью 2 кВт	Диапазон	2 кВт, высокое напряжение	Диапазон
N6950A/N7950A	от 0 до 0,1 Ом	N6970A/N7970A	от 0 до 0,05 Ом	N6976A/N7976A	от 0 до 6,8 Ом
N6951A/N7951A	от 0 до 0,4 Ом	N6971A/N7971A	от 0 до 0,2 Ом	N6977A/N7977A	от 0 до 12,8 Ом
N6952A/N7952A	от 0 до 1,6 Ом	N6972A/N7972A	от 0 до 0,8 Ом		
N6953A/N7953A	от 0 до 3,4 Ом	N6973A/N7973A	от 0 до 1,7 Ом		
N6954A/N7954A	от 0 до 6,4 Ом	N6974A/N7974A	от 0 до 3,2 Ом		

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Output\Advanced\Resistance.</p> <p>Укажите значение выходного сопротивления. Затем установите флажок Enable.</p> <p>Затем нажмите Select.</p>	<p>Чтобы включить выходное сопротивление:</p> <p>RES: ON</p> <p>Чтобы выбрать сопротивление, равное 0,5 Ом:</p> <p>RES: 0,5</p>

Разрешение выходного сигнала

Для исполнения команды **OUTPut ON** может потребоваться несколько десятков миллисекунд в связи с выполнением внутренних процедур запуска цепи и всех установленных функций реле. Также могут возникать задержки при исполнении команды **OUTPut OFF**. Для получения более подробной информации о задержках включения и выключения вывода см. раздел [Управление последовательностью операций вывода](#).

Лицевая панель	Команда SCPI
Нажмите клавишу On/Off .	OUTP ON OFF

Примечание

Кроме лицевой панели и команд включения и выключения выходного сигнала SCPI для разрешения и запрещения выходного сигнала можно также использовать **OnCouple**, **OffCouple** и сигналы выражений. Для получения более подробной информации см. раздел [Установка последовательности операций вывода](#).

Настройка выходных реле

Только для моделей N7900

С помощью двухполюсных двухпозиционных реле можно отсоединять выходные контакты и разъемы с функцией программного запроса. Также возможно обращение полярности.

В нормальном режиме реле должно размыкаться или замыкаться при включении или выключении вывода. Размыкание и замыкание реле происходит только тогда, когда выход находится в безопасном состоянии (нулевые ток и напряжение). Можно заблокировать реле, чтобы они всегда оставались замкнутыми. Это позволит решить проблему задержек включения/выключения всех дополнительных реле, возникающих в моделях N7900.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \Preferences \Relay.</p> <p>Выберите Lock Closed, чтобы реле всегда оставались замкнутыми, и нажмите Select.</p>	<p>Чтобы заблокировать реле в замкнутом положении:</p> <p>OUTP:REL:LOCK ON</p>

Также можно поменять полярность выходных контактов и разъемов с функцией программного запроса. Имейте в виду, что эта команда на короткое время выключает выход, пока идет переключение полярности выходных и измерительных клемм. Также обратите внимание, что функцию смены полярности можно включать и выключать во избежание непреднамеренного использования.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Output \Advanced \Pol.</p> <p>Установите флажок Reverse. Затем нажмите Select. Чтобы восстановить нормальную полярность, снимите флажок Reverse.</p> <p>Чтобы разрешить изменение полярности, выберите System /Preferences /Relay, затем установите флажок Enable Polarity Reverse. Затем нажмите Select. Снимите флажок Enable Polarity Reverse, чтобы заблокировать функцию изменения полярности.</p>	<p>Чтобы изменить полярность выходных клемм и разъемов с функцией программного запроса для выхода:</p> <p>OUTP:REL:POL REV</p> <p>Чтобы восстановить исходную полярность:</p> <p>OUTP:REL:POL NORM</p> <p>Чтобы заблокировать функцию изменения полярности:</p> <p>OUTP:REL:POL ENAB OFF</p>

Примечание

Несмотря на то, что положительная и отрицательная шины в сети выходного питания физически отсоединены от выходных контактов, сеть фильтра переменного тока остается подключенной к положительному и отрицательному контактам распознавания и выходным контактам, как показано на рисунке ниже. Эта сеть переменного тока должна соответствовать нормам для электромагнитного излучения.

Программирование выхода

Сеть фильтра переменного тока	Модель	C1	C2	R1
	N7950A	10 мкФ	0,3 мкФ	0,15 Ом
	N7951A	3,3 мкФ	0,2 мкФ	0,25 Ом
	N7952A	2,2 мкФ	0,1 мкФ	0,3 Ом
	N7953A	1 мкФ	0,047 мкФ	0,5 Ом
	N7954A	0,47 мкФ	0,047 мкФ	0,5 Ом
	N7970A	20 мкФ	0,6 мкФ	0,075 Ом
	N7971A	6,6 мкФ	0,4 мкФ	0,125 Ом
	N7972A	4,4 мкФ	0,2 мкФ	0,15 Ом
	N7973A	2 мкФ	0,94 мкФ	0,25 Ом
	N7974A	0,94 мкФ	0,94 мкФ	0,25 Ом
	N7976A	0,5 мкФ	0,0235 мкФ	1 Ом
	N7977A	0,235 мкФ	0,0235 мкФ	1 Ом

Программирование защиты выхода

Установка защиты от перегрузки по напряжению

Установка защиты от перегрузки по току

Таймер сторожевой схемы выходного сигнала

Пользовательская защита

Сброс функций защиты выходного сигнала

Порядок срабатывания защитного выключения

Введение

Модели APS включают множество функций защиты. Эти функции основаны на принципе выключения выходного сигнала для защиты тестируемого устройства и источника питания. Если функция защиты установлена, на лицевой панели загорается индикатор состояния. Большинство защитных функций являются фиксирующимися, т.е. после активации функцию необходимо сбросить.

Ниже приведен список функций, среди которых функции OV, OC, PROT, INH и UProt программируются пользователем.

OV	Защита от перегрузки по напряжению является аппаратной и активируется при достижении значения, установленного пользователем. Защита от перегрузки по напряжению также активируется автоматически при коротком замыкании в проводах для дистанционного распознавания. Защита от перегрузки по напряжению осуществляется всегда.
OV-	Защита от отрицательной перегрузки по напряжению срабатывает при реверсировании проводов для дистанционного распознавания. Также при включении прибора эта функция определяет, если на выходных клеммах значение напряжения меньше 2 В. Защитная функция OV- недоступна для программирования и всегда активна.
OC	Защита от перегрузки по току доступна для пользовательского программирования, и ее можно включить и выключить. Если функция включена, выходной сигнал будет выключен, если сила тока выходного сигнала достигла установленного предельного значения тока.
CP+	Функция ограничения положительной мощности выполняет сравнение мощности выходного сигнала с предварительно установленным пороговым значением. Защита CP+ срабатывает, когда мощность превышает это пороговое значение. Функция защиты CP+ всегда активна.
CP -	Функция ограничения отрицательной мощности выполняет сравнение мощности, рассеянной с помощью встроенного модуля рассеивания мощности, с предварительно установленным пороговым значением. Защита CP- срабатывает, когда мощность превышает это пороговое значение. Функция защиты CP- всегда активна.

OT	Функция защиты от перегрева предназначена для отслеживания внутренней температуры источника питания и выключения выходного сигнала, когда температура превышает предельно установленное предельное значение (см. OUTPut:PROTection:TEMPerature:MARGin?). Обратите внимание, что данные, полученные от датчика подключенного модуля рассеивания мощности, объединяются с данными от источника питания для образования единого значения. Защита OT всегда активна.
PF	Защита от сбоя питания предназначена для определения условий возникновения сбоя питания в сети переменного тока и выключения выходного сигнала. Защита PF всегда активна.
EDP	Функция защиты от избыточной динамики предназначена для выключения выходного сигнала в случае возникновения слишком больших повторяющихся перепадов напряжения, связанных с запрограммированным изменением напряжения, перепадами напряжения в списках, в сигнале произвольной формы или под нагрузкой (см. раздел Динамическая характеристика выходного сигнала). Если эта функция не используется, такие перепады напряжения могут привести к преждевременному отказу компонентов прибора. Защита EDP всегда активна.
Prot	Функция Prot указывает, что выходной сигнал выключен в связи с истечением времени ожидания сторожевого таймера.
INH	Ввод запрещающего сигнала (контакт 3) на цифровом разъеме, расположенном на задней панели, можно запрограммировать так, чтобы он использовался в качестве внешнего сигнала выключения. Дальнейшую информацию см. в разделе Ввод запрещающего сигнала .
UProt	Пользовательская функция защиты представляет собой пользовательское условие, при котором выходной сигнал должен быть выключен.

Установка защиты от перегрузки по напряжению

Функция защиты от перегрузки по напряжению выключает выходной сигнал, если напряжение выходного сигнала достигает запрограммированного предельного значения. Цепь OVP служит для отслеживания напряжения на положительной и отрицательной клеммах распознавания. Обратите внимание, что при непреднамеренном замыкании накоротко положительного провода распознавания на отрицательный провод распознавания произойдет автоматическое выключение с помощью функции OVP.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Protect\OVP Введите значение в поле уровня OVP. Затем нажмите Select .	Чтобы установить уровень OVP, равный 50 вольтам: VOLT:PROT 50

Установка защиты от перегрузки по току

Включение защиты OCP

Если защита от перегрузки по току включена, выходной сигнал источника питания будет выключен, если сила тока выходного сигнала достигнет установленного предельного значения и режим постоянного напряжения (CV) будет изменен на режим работы с предельным значением силы тока (CL+ или CL-).

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Protect\OCP</p> <p>Установите флажок Enable OCP. Затем нажмите Select.</p>	<p>Чтобы включить защиту OCP:</p> <p>CURR:PROT:STAT ON</p>

Задержка включения защиты OCP

Можно установить задержку включения защиты OCP, чтобы избежать срабатывания защиты от перегрузки по току при кратковременном изменении настроек выходного сигнала, нагрузки и состояния. В большинстве случаев эти кратковременные условия не вызывают срабатывание защиты от перегрузки по току и не приводят к возникновению неудобств, связанных с выключением выходного сигнала при возникновении условий для срабатывания защиты от перегрузки по току. При установке задержки включения защиты от перегрузки по току цепь OCP игнорирует эти кратковременные изменения в течение установленного периода задержки. Когда период задержки включения защиты от перегрузки по току истекает, а условие для срабатывания защиты от перегрузки по току остается, выходной сигнал выключается.

Для запуска таймера задержки срабатывания защиты от перегрузки по току можно установить следующие параметры:

Параметр **Settings Change** позволяет начинать отсчет задержки срабатывания защиты от перегрузки по току, когда команда изменяет настройки выходного сигнала. Сюда относятся изменения, внесенные системой в переходном состоянии, поэтому таймер запускается на каждом шаге списка и при каждом изменении выходного сигнала произвольной формы. Таймер будет также запущен при нарастании напряжения и силы тока, поэтому таймер будет перезапускаться в течение всего периода нарастания.

Параметр **Current Limit** позволяет запускать таймер задержки срабатывания защиты от перегрузки по току при каждом переходе выходного сигнала в режим работы с предельным значением силы тока.

Программируемое значение задержки должно быть в диапазоне от 0 до 0,255 секунды. Можно также настроить запуск таймера задержки срабатывания защиты от перегрузки по току при переходе выходного сигнала в режим CC или после завершения изменения настроек напряжения, силы тока или состояния выходного сигнала.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Protect\OCP</p> <p>Введите величину периода задержки. Затем нажмите Select.</p> <p>По умолчанию таймер задержки запускается при любом изменении настроек выходного сигнала.</p> <p>Установите флажок «Start delay on CC», чтобы запустить таймер задержки при КАЖДОМ переходе выходного сигнала в режим CL.</p>	<p>Чтобы установить задержку в 10 миллисекунд:</p> <p>CURR:PROT:DEL 0.01</p> <p>Чтобы запустить таймер задержки при изменении настроек выходного сигнала:</p> <p>CURR:PROT:DEL:STAR SCH</p> <p>Чтобы запускать таймер задержки при КАЖДОМ переходе выходного сигнала в режим CL:</p> <p>CURR:PROT:DEL:STAR CCTR</p>

Факторы, влияющие на длительность выполнения настройки вывода или изменения нагрузки, следующие: разница между предыдущим и новым значением выходного сигнала, настройка предельного значения силы тока и емкость нагрузки в режиме CV или нагрузочная индуктивность в режиме CC. Необходимую продолжительность

задержки следует определять опытным путем; в качестве ориентира можно использовать характеристику времени отклика выходного сигнала на программируемую операцию.

Также обратите внимание, что время, необходимое для перехода выходного сигнала в режим CL, может изменяться в зависимости от разницы между установленным значением для срабатывания защиты от перегрузки по току и настройкой предельного значения тока. Например, если значение для срабатывания защиты от перегрузки по току лишь немного отличается от настройки предельного значения тока, для установки бита состояния SS для выходного сигнала потребуется несколько десятков миллисекунд. Если значение для срабатывания защиты от перегрузки по току значительно отличается от настройки предельного значения тока, для установки бита состояния CL для выходного сигнала потребуется лишь несколько сотен микросекунд. Чтобы определить, когда выходной сигнал будет выключен, к времени задержки срабатывания защиты от перегрузки по току необходимо добавить время, необходимое для установки бита состояния CL. Если условие перегрузки по току сохраняется по истечении этого суммарного интервала времени, выходной сигнал будет выключен.

Таймер сторожевой схемы выходного сигнала

Если таймер сторожевой схемы активирован, выходной сигнал будет переведен в режим защиты, если в течение периода времени, установленного пользователем, через интерфейсы дистанционного управления (USB, ЛВС, GPIB) не будет выполняться ввод-вывод команд SCPI. Обратите внимание, что сброс функции таймера сторожевой схемы не выполняется при обнаружении активности на лицевой панели – выходной сигнал будет выключен после истечения установленного периода времени.

После истечения временного интервала выходной сигнал будет выключен, однако запрограммированное состояние выходного сигнала останется без изменений. Бит Prot будет добавлен в регистр сомнительных состояний, а также будет установлен индикатор Prot на лицевой панели. Можно сбросить защиту сторожевой схемы; для получения информации об этом см. раздел «Сброс функций защиты выходного сигнала» ниже.

Можно запрограммировать задержку срабатывания защиты сторожевой схемы в диапазоне от 1 до 3600 секунд с шагом в 1 секунду. Чтобы включить таймер сторожевой схемы и указать период задержки, выполните следующие действия:

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Protect\WDOG Установите флажок Enable Watchdog, чтобы включить таймер сторожевой схемы. Введите значение в поле Watchdog Delay. Затем нажмите Select .	Чтобы включить таймер сторожевой схемы выходного сигнала: OUTP:PROT:WDOG ON Чтобы установить для таймера сторожевой схемы значение, равное 120 секундам: OUTP:PROT:WDOG:DEL 120

Пользовательская защита

Пользовательская защита позволяет расширить возможности встроенной защиты устройства APS и установить особый режим работы выходного сигнала и условия состояний. Для этого необходимо запрограммировать пользовательское выражение сигнала и передать его на схему защиты устройства. См. [Разводка сигналов с помощью выражений](#). Когда выражение станет истинным, пользовательская защита сработает (UProt) и выходной сигнал будет выключен. Чтобы активировать пользовательскую защиту:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \Signal \Protect</p> <p>Установите флажок Enable, чтобы активировать пользовательскую защиту.</p> <p>Выберите выражение в раскрывающемся списке Source. Затем нажмите Select.</p>	<p>Активирование пользовательской защиты:</p> <p>OUTP:PROT:USER:STAT ON</p> <p>Выберите одно из восьми выражений:</p> <p>OUTP:PROT:USER:SOUR EXPR<1-8></p>

Сброс функций защиты выходного сигнала

При возникновении условия срабатывания защиты от перегрузки по напряжению, перегрузки по току, перегрева, сбоя питания, превышения мощности или получении запрещающего сигнала выходной сигнал будет выключен. На лицевой панели будет установлен соответствующий индикатор рабочего состояния. Чтобы сбросить защиту и вернуться к нормальной работе, необходимо сначала устранить обстоятельства, вызвавшие срабатывание защиты. После этого можно сбросить защиту, как описано ниже:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Protect \Clear</p> <p>Выберите Clear.</p>	<p>Чтобы сбросить функцию защиты:</p> <p>OUTP:PROT:CLE</p>

Порядок срабатывания защитного выключения

В следующей таблице показан порядок срабатывания защитного отключения по умолчанию на моделях APS. При возникновении случая срабатывания защитной функции APS попытается отключить выходной сигнал следующим образом:

<p>Модели N6900</p>	<p>На этих моделях нет реле отключения выходного сигнала. При возникновении случая срабатывания функции защитного отключения прибор немедленно прекращает преобразование энергии выходного сигнала и пытается выполнить нисходящее программирование выходного напряжения для 2 мс (до 120 % от номинального тока). Нисходящее программирование будет продолжено с помощью пассивной внутренней сети прибора, что в большинстве случаев позволяет поддерживать систему в безопасном и разряженном состоянии. Прибор останется в заблокированном состоянии, пока информация о срабатывании функции защиты не будет удалена.</p>
<p>Модели N7900 (кроме N7976A и N7977A)</p>	<p>В этих моделях используются гальванические реле отключения. Кроме процедуры нисходящего программирования, используемой в моделях N6900, при возникновении случая срабатывания защитной функции на реле модели N7900 мгновенно отправляется сигнал размыкания. Обратите внимание, что для полного размыкания гальванических реле может потребоваться до 20 мс.</p>

Модели N7976A и N7977A	В связи с тем, что эти модели поддерживают более высокое напряжение, в дополнение к гальваническим реле они оснащаются быстродействующим транзисторным разъединителем (< время отключения 5 мс). При возникновении случая срабатывания защитной функции после интервала нисходящего программирования, равного 2 мс, срабатывает транзисторный разъединитель. Затем после задержки в 20 мс откроются гальванические реле.
------------------------	--

Настройка порядка срабатывания защитного выключения

Эта функция доступна для микропрограммного обеспечения версии A.01.13 и выше.

Если проверяемое устройство имеет собственный источник энергии, например аккумуляторные батареи, источники питания или конденсаторы большой емкости, нисходящее программирование функции защиты может нежелательным образом повлиять на проверяемое устройство.

Поэтому можно настроить порядок срабатывания защитного выключения в соответствии со следующими параметрами.

Низкий импеданс – для выходного напряжения программируется нулевое значение, затем сигнал отсоединяется. Максимальное отрицательное понижение тока происходит в течение 2 мс во время перехода в состояние выключения. Это порядок срабатывания защитного выключения по умолчанию, описанный в предыдущей таблице.

Высокий импеданс – при отсоединении выходного сигнала понижение активного тока не выполняется. Если понижение активного тока не выполняется, рассеивание энергии выходного сигнала занимает больше времени, поскольку нисходящее программирование определяется только пассивной внутренней сетью.

Следующая команда позволяет конфигурировать порядок срабатывания защитного выключения для всех условий включения защиты.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Protect\Mode Установите флажок High Impedance или Low Impedance. Затем нажмите Select .	Чтобы выбрать режим High impedance: OUTP:PROT:MODE HIGHZ Чтобы выбрать режим Low impedance: OUTP:PROT:MODE LOWZ

Примечание

При смене режима приоритета напряжения на режим приоритета тока и наоборот выбирается режим низкого импеданса для обеспечения безопасности.

При отключении системы при сбое питания на моделях с выходным напряжением выше 60 В цепь нисходящего программирования остается включенной для этого условия отключения для обеспечения безопасности.

Программирование выходных параметров

Общие действия для всех переходных характеристик

Программирование переходной характеристики шага

Программирование переходной характеристики списка

Программирование сигнала произвольной формы

Переходные процессы вывода

Переходный процесс вывода – это запускаемое действие, которое приводит к изменению выходного напряжения или тока. Доступно три переходные характеристики: шаг, список и сигналы произвольной формы.

Выходной шаг – это одновременное событие, которое приводит к ступенчатому повышению или понижению выходного напряжения или тока при получении сигнала запуска.

Список – это точно запланированная по времени, сложная последовательность выходных шагов или изменений.

С помощью генератора произвольных сигналов на выходе можно генерировать сложные пользовательские сигналы напряжения или тока, включающие до 65 535 точек данных.

Общие действия для всех переходных характеристик

- Разрешение функции переходной характеристики выходного сигнала
- Запрограммируйте параметры переходной характеристики
- Выберите источник запуска
- Активация системы переходной характеристики
- Запустите переходную характеристику

На рисунке ниже показан процесс запуска переходной характеристики. Он применим для всех типов переходных характеристик. Стрелки справа используются для переходных характеристик списка. Описание системы запуска см. в разделе [Обзор системы запуска](#).



Разрешение функции переходной характеристики выходного сигнала

Сначала необходимо разрешить отклик выхода на сигналы запуска переходных характеристик. Пока функция переходной характеристики на выходе не будет активирована, ничего не произойдет, даже если были запрограммированы параметры переходных характеристик и был сгенерирован сигнал запуска переходных характеристик.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\Mode.</p> <p>При работе в режиме приоритета напряжения выберите режим напряжения. При работе в режиме приоритета тока выберите режим тока.</p> <p>В раскрывающемся списке выберите переходную характеристику Step, List или Arb. Затем нажмите Select.</p>	<p>Чтобы активировать функцию переходной характеристики, используйте следующую команду:</p> <p>VOLT:MODE STEP VOLT:MODE LIST VOLT:MODE:ARB</p> <p>или</p> <p>CURR:MODE STEP CURR:MODE:LIST CURR:MODE:ARB</p>

Примечание

В режиме Step при поступлении запускающего сигнала на выходе устанавливается целевое значение выбранного параметра. В режиме Fixed запускающие сигналы игнорируются, и значения выходных параметров остаются неизменными.

Запрограммируйте параметры переходной характеристики

Например, при программировании шага напряжения установите пусковой уровень напряжения:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\Step.</p> <p>Установите флажок Trig Voltage, чтобы задать значение напряжения. Введите значение и нажмите Select.</p>	<p>Чтобы установить уровень шага напряжения, равный 15 В, используйте следующую команду:</p> <p>VOLT:TRIG 15</p>

Выберите источник запуска

Примечание

При отправке команды TRIGger:TRANSient[:IMMEDIATE] по шине будет всегда генерироваться мгновенный запуск переходной характеристики независимо от выбранного источника сигналов запуска.

Кроме случаев запуска при помощи меню лицевой панели или команды TRIGger:TRANSient[:IMMEDIATE] в качестве источника запускающего сигнала выбирается один из следующих вариантов:

Источник сигнала запуска	Описание
Bus	Запуск по сигналу устройства, *TRG или <GET> (запуск группового выполнения).
EXPRession <1-8>	Выбор одного из восьми пользовательских выражений. См. раздел Определение выражений сигналов .
External	Выбор ЛЮБОГО контакта, настроенного в качестве входного разъема для сигнала запуска, на цифровом порте управления.
Immediate	Запуск переходной характеристики при отправке команды INITiate.
Pin<1-7>	Выбор определенного контакта с номером <n>, который настроен в качестве входного разъема для сигнала запуска на цифровом порте управления.

Для выбора источника сигнала запуска используйте следующие команды:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\TrigSource.</p> <p>Чтобы активировать сигналы мгновенного запуска, выберите параметр Imm.</p> <p>Чтобы активировать сигналы запуска по шине, выберите параметр Bus.</p> <p>Чтобы установить в качестве триггера цифровой контакт 5, выберите Pin 5 или EXT.</p> <p>Чтобы установить в качестве триггера выражение 1, выберите Expr1.</p>	<p>Выбор сигналов запуска по шине: TRIG:TRAN:SOUR BUS</p> <p>Чтобы установить в качестве сигнала запуска цифровой контакт 5: TRIG:TRAN:SOUR PIN5</p> <p>Чтобы установить в качестве сигнала запуска выражение 1: TRIG:TRAN:SOUR EXPR1</p>

Активация системы переходной характеристики

После включения питания устройства система запуска переходит в режим бездействия. В этом состоянии система запуска деактивирована и игнорирует все сигналы запуска. С помощью команд INITiate можно разрешать получение сигналов запуска системой запуска.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\Control.</p> <p>Перейдите к элементу Initiate. Затем нажмите Select.</p>	<p>Чтобы активировать систему запуска переходного процесса: INIT:TRAN</p>

Подготовка прибора к приему сигнала запуска после получения команды INITiate:TRANSient занимает несколько миллисекунд. Если сигнал запуска будет отправлен до того, как система будет подготовлена к приему сигнала,

Программирование выходных параметров

сигнал запуска будет проигнорирован. Можно проверить бит WTG_tran в регистре состояний операций, чтобы определить, сколько времени проходит до момента готовности прибора принимать сигналы запуска.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Transient\Control . В поле состояния запуска указано состояние активности.	Для запроса бита WTG_tran (бит 4): STAT:OPER:COND?

Если запрос возвращает значение бита, равное 16, бит WTG_tran имеет значение true и прибор готов принимать сигналы запуска. См. раздел **Обзор состояний**.

Примечание Если не запрограммирована команда INITiate:CONTinuous:TRANsient, при каждом получении сигнала запуска прибор будет исполнять одну переходную характеристику. Таким образом, требуется пуск системы запуска каждый раз, когда необходим запуск новой переходной характеристики.

Запустите переходную характеристику

Система запуска ожидает сигнала запуска в активированном состоянии. Можно выполнять мгновенный запуск переходной характеристики следующим образом:

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Transient\Control . Выберите Trigger, чтобы произвести непосредственный запуск вне зависимости от выбранного источника запускающего сигнала.	Чтобы сгенерировать запуск переходной характеристики: TRIG:TRAN Если в качестве источника сигнала запуска выбрана шина (BUS), можно также передать команду *TRG или IEEE-488 <get>.

Как было описано выше, сигнал запуска можно также генерировать с помощью цифрового контакта или пользовательского выражения. Если одна из этих систем настроена в качестве источника сигнала запуска, прибор ожидает сигнала запуска без ограничения по времени. Если сигнал запуска не поступает, необходимо вручную переключить систему запуска в состояние бездействия. С помощью следующих команд можно вернуть систему запуска в состояние бездействия:

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Transient\Control . Затем выберите Abort.	ABOR:TRAN

При получении сигнала запуска для запущенных функций будут установлены запрограммированные значения переходных характеристик. После выполнения запрограммированных действий система запуска возвращается в состояние бездействия.

Можно проверить бит TRAN-active в регистре состояний операций, чтобы определить, когда система запуска переходной характеристики возвращается в состояние ожидания.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\Control.</p> <p>В поле состояния запуска указано состояние бездействия.</p>	<p>Для запроса бита TRAN-active (бит 6): STAT:OPER:COND?</p>

Если запрос возвращает значение бита, равное 64, бит TRAN-active имеет значение true, а переходное действие HE завершено. Если бит TRAN-active имеет значение false, переходное действие завершено. Для получения более подробной информации см. раздел [Учебное пособие по состояниям](#).

Программирование переходной характеристики шага

Программирование уровней шагов

С помощью следующих команд можно запрограммировать запускаемый уровень выходного шага. Этот уровень установится на выходе, когда будет получен запускающий сигнал. С помощью меню на лицевой панели можно запрограммировать уровень шага только на основе режима приоритета, в котором работает устройство – режима приоритета напряжения или тока.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\Step.</p> <p>Установите флажок Trig Voltage, чтобы задать значение напряжения. Установите флажок Trig Current, чтобы установить значение тока. Введите значение и нажмите Select.</p>	<p>Чтобы установить уровень шага напряжения, равный 15 В, используйте следующую команду: VOLT:TRIG 15</p> <p>Чтобы установить уровень шага тока, равный 1 А, используйте следующую команду: CURR:TRIG 1</p>

Генерирование выходного сигнала запуска

Выходной шаг может генерировать сигнал запуска, который может быть отправлен на контакт цифрового порта, который сконфигурирован в качестве выходного сигнала запуска (TOUT). С помощью следующих команд можно генерировать сигнал запуска при возникновении шага:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\Step.</p> <p>Установите флажок Enable Trigger Output. Затем нажмите Select.</p>	<p>Чтобы запрограммировать функцию Step для генерации сигнала запуска, используйте следующую команду: STEP:TOUT ON</p>

Программирование переходной характеристики списка

Только для моделей
N7900

- Запрограммируйте значения списка
- Запрограммируйте значения выдержки
- Установите перемещение по списку
- Укажите сигналы запуска, которые должен генерировать список
- Укажите необходимое число повторений списка
- Укажите необходимое завершение списка

С помощью списков можно генерировать сложные последовательности изменений выходного сигнала с помощью быстрой и точной установки времени, которое можно синхронизировать с внутренними и внешними сигналами. В отличие от выходного шага, который представляет собой единовременное изменение выходного сигнала, выходной список – это последовательность изменений выходного сигнала. Список может содержать до 512 независимо задаваемых шагов, которые можно повторять. Список может содержать только параметры, которые связаны с одним режимом приоритета – напряжения или тока.

Исполнение списков приоритета напряжения и тока осуществляется отдельными списками периодов выдержки, которые определяют продолжительность или выдержку для каждого шага. Каждому из 512 шагов можно присвоить уникальное время выдержки, обозначающее время в секундах, в течение которого список остается на определенном шаге перед тем, как перейти к следующему шагу.

Также исполнение списка возможно с помощью сигналов запуска, при этом список переходит на шаг вперед при каждом получении сигнала запуска. Этот метод удобен, когда необходимо, чтобы выходной список точно соответствовал событиям запуска. При использовании сигналов запуска для исполнения списка сигналы запуска, получаемые во время периода выдержки, будут игнорироваться. Чтобы не пропустить ни одного сигнала запуска, установите для списка нулевое время выдержки.

Также на определенных шагах списки могут генерировать сигналы запуска. Имеется два дополнительных списка: список начала шага (BOST) и список конца шага (EOST). Эти списки определяют, на каких шагах будет генерироваться сигнал запуска и в какой момент это будет происходить — в начале или в конце шага. Эти запускающие сигналы можно использовать для синхронизации других событий с перебором списка.

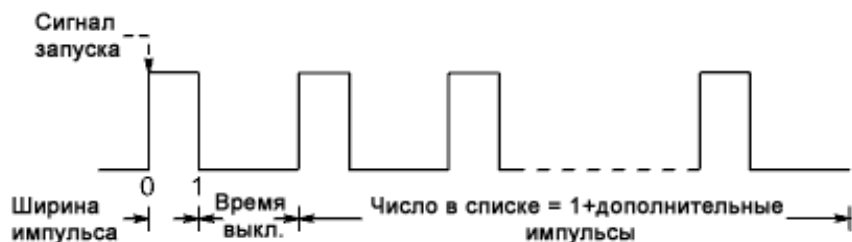
Для всех списков (напряжения, тока, выдержки, BOST, EOST) необходимо установить одинаковое количество шагов, в противном случае при запуске списка возникнет ошибка. Для удобства предусмотрена возможность создания списков, состоящих из единственного шага (значения). В этом случае список интерпретируется так, как будто он содержит столько же шагов, сколько и другие списки, и значения всех шагов равны этому единственному значению.

Примечание

Данные списка не сохраняются вместе с сохраненным состоянием прибора.

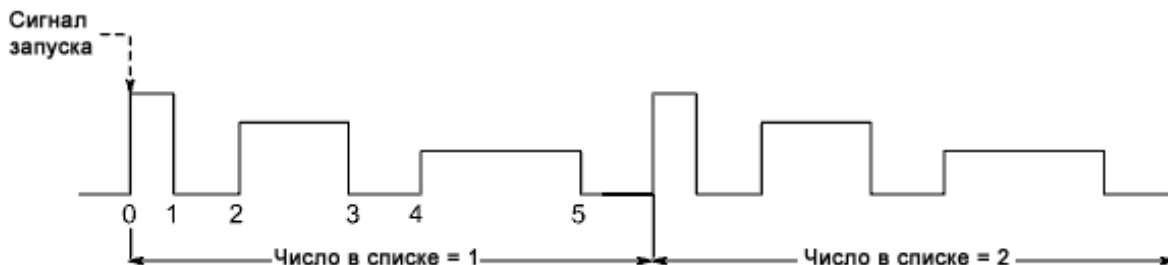
Запрограммируйте значения списка

Пример 1. При программировании импульса напряжения или последовательности импульсов установите амплитуду и ширину импульса. Для генерирования импульса с амплитудой 15 В и шириной в 1 секунду выполните следующие действия:



Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\List\Config.</p> <p>Выберите в списке шаг 0 (импульс) и введите напряжение, равное 15. Нажмите Select.</p> <p>Выберите шаг списка 1 (время выключения) и введите напряжение, равное 0. Нажмите Select.</p>	<p>Чтобы запрограммировать амплитуду для шага 0 (импульс) и шага 1 (время выключения):</p> <p>LIST:VOLT 15,0</p>

Пример 2. При программировании списка изменений напряжения на произвольном сигнале укажите значения для списка. Порядок ввода значений определяет порядок, в котором значения будут выводиться. Список напряжений, соответствующий приведенному здесь рисунку, может состоять из следующих значений: 9, 0, 6, 0, 3, 0:



Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\List\Config.</p> <p>Выберите номер шага списка и введите значение напряжения. Нажмите Select.</p> <p>Выполните это действие для каждого шага. Для выбора следующего шага используйте стрелки вверх/вниз.</p>	<p>Чтобы запрограммировать список напряжения, состоящий из 5 шагов:</p> <p>LIST:VOLT 9,0,6,0,3,0</p>

Запрограммируйте значения выдержки

Пример 1. При программировании импульса напряжения установите время выдержки для ширины импульса. Также укажите время выдержки и выключения. Это необходимо при генерировании последовательности импульсов, поскольку время выключения определяет время между импульсами. Чтобы сгенерировать импульс шириной в 1 секунду и время выключения, равное 2 секундам, выполните следующие действия:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\List\Config.</p> <p>Выберите шаг списка 0 (импульс) и введите для выдержки значение, равное 1. Нажмите Select.</p> <p>Выберите шаг списка 1 (время выключения) и введите значение выдержки, равное 2. Нажмите Select.</p>	<p>Чтобы запрограммировать выдержку для шага 0 (импульс) и шага 1 (время выключения):</p> <p>LIST:DWEL 1,2</p>

Выше описано выполнение конфигурации отдельного импульса. Чтобы сгенерировать последовательность импульсов, просто укажите число повторений импульса, как описано в разделе «Указание числа повторений списка».

Пример 2. При программировании списка изменений напряжения на произвольном сигнале укажите значения для списка. Значения выдержки определяют интервал времени в секундах, в течение которого выходной сигнал будет оставаться на текущем шаге списка, прежде чем перейти к следующему шагу. Список из шести длительностей, соответствующий приведенному здесь рисунку, может содержать следующие значения: 2, 3, 5, 3, 7, 3:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\List\Config.</p> <p>Выберите номер шага списка и введите значение выдержки. Нажмите Select.</p> <p>Выполните это действие для каждого шага. Для выбора следующего шага используйте стрелки вверх/вниз.</p>	<p>Чтобы запрограммировать выдержку, включающую 5 значений, используйте следующую команду:</p> <p>LIST:DWEL 2,3,5,3,7,3</p>

Примечание Число шагов в списке длительностей должно равняться числу шагов в списке напряжений. Если список длительностей содержит лишь одно значение, это значение будет применяться ко всем шагам списка напряжений.

Установите перемещение по списку

Для перехода по шагам в списке можно использовать выдержку или сигналы запуска. По умолчанию используется выдержка.

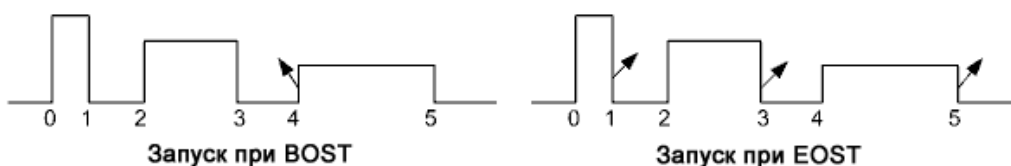
При использовании выдержки каждому шагу присваивается время выдержки. Время выдержки определяет время, в течение которого выходной сигнал остается на определенном шаге. По истечении времени выдержки выполняется мгновенный переход выходного сигнала к следующему шагу.

В таком списке при поступлении очередного запускающего сигнала происходит переход на один шаг вперед. Также можно использовать время выдержки, чтобы сигналы запуска игнорировались во время периода выдержки или чтобы обеспечить минимальное время выдержки между шагами списка, исполняемого с помощью сигналов запуска.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\List\Pace.</p> <p>Выберите Dwell paced или Trigger paced. Затем нажмите Select.</p>	<p>Чтобы установить перемещение по списку с помощью выдержки: LIST:STEP AUTO</p> <p>Чтобы установить перемещение по списку с помощью сигналов запуска: LIST:STEP ONCE</p>

Укажите сигналы запуска, которые должен генерировать список

Можно генерировать сигналы запуска для использования в других целях. См. **Разводка сигналов с помощью выражений**. Например, сигналы запуска можно использовать для запуска действий на любых внешних устройствах, подключенных к цифровому порту. На рисунке ниже приведен пример генерации четырех сигналов запуска в списке сигналов произвольной формы, приведенном в примере 2.



Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\List\Config.</p> <p>Выберите номер шага списка 4. Чтобы генерировать сигнал запуска, введите 1 в поле шага начала выходного сигнала запуска.</p> <p>Выберите номера шагов списка 0, 2 и 4. Чтобы генерировать сигнал запуска, введите 1 в поле шага конца выходного сигнала запуска.</p> <p>Если в эти поля ввести нуль, для этих шагов сигнал запуска генерироваться не будет.</p>	<p>Чтобы запрограммировать сигнал запуска в начале шага 4: LIST:TOUT:BOST 0,0,0,0,1,0</p> <p>Чтобы запрограммировать сигнал запуска в конце шага 0, 2 и 4: LIST:TOUT:EOST 1,0,1,0,1,0</p>

Укажите необходимое число повторений списка

Можно указать число повторов списка (или импульса). При выполнении сброса число повторов списка будет равно 1. Если указать в качестве аргумента команды SCPI ключевое слово INFinitey, список будет повторяться бесконечно.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\List\Repeat.</p> <p>Введите число повторений списка (2) и нажмите Select.</p>	<p>Чтобы запрограммировать два повтора списка: LIST:COUN 2</p>

Укажите необходимое завершение списка

Укажите состояние выходного сигнала после завершения списка. Доступно два варианта выбора: выходной сигнал возвращается к значению, которое было применено до того, как список был запущен, или для выходного сигнала сохраняется значение, примененное на последнем шаге списка.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Transient\List\Terminate . Выберите Return to Start или Stop at Last Step и нажмите Select.	Чтобы применить к выходному сигналу значение, использовавшееся до запуска списка: LIST:TERM:LAST OFF Чтобы сохранить состояние выходного сигнала, в котором он находился на последнем шаге списка: LIST:TERM:LAST ON

Программирование сигнала произвольной формы

Только для моделей N7900

- Укажите тип сигнала произвольной формы и выдержку
- Конфигурирование сигнала произвольной формы
- Укажите необходимое число повторений сигнала произвольной формы
- Укажите необходимое завершение сигнала произвольной формы

Примечание Иногда сочетания амплитуды и частоты выходного сигнала могут превышать возможности динамической характеристики прибора и приводить к выключению выходного сигнала, особенно в условиях нулевой нагрузки. Для получения более подробной информации см. раздел [Динамическая характеристика выходного сигнала](#).

Для модулирования выходного сигнала на моделях Keysight N7900 можно использовать встроенный генератор сигналов произвольной формы прибора. С его помощью можно генерировать сложные пользовательские выходные сигналы напряжения или тока. Ниже перечислены основные функции генератора сигналов произвольной формы с постоянной выдержкой:

- Генерирование сигналов напряжения или тока произвольной формы.
- Сигналы произвольной формы могут включать до 65 535 точек данных.
- Одно значение выдержки применяется к каждой точке сигнала произвольной формы (сигнал с постоянной выдержкой).
- Можно генерировать только сигнал произвольной формы, относящийся к активному режиму приоритета: режиму приоритета напряжения или тока.

Укажите тип сигнала произвольной формы и выдержку

Чтобы выбрать тип сигнала произвольной формы и выдержку:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\Arb\Config.</p> <p>В раскрывающемся списке выберите сигнал напряжения или тока произвольной формы. Затем нажмите Select.</p> <p>Введите значение выдержки в соответствующее поле. Затем нажмите Select.</p>	<p>Чтобы установить сигнал напряжения или тока произвольной формы:</p> <p>ARB:FUNC:TYPE VOLT ARB:FUNC:TYPE CURR</p> <p>Чтобы установить время выдержки, равное 1 миллисекунде:</p> <p>ARB:VOLT:CDW:DWEL 0.001 ARB:CURR:CDW:DWEL 0.001</p>

Конфигурирование сигнала произвольной формы

Обратите внимание, что с помощью лицевой панели можно только просматривать данные в точках сигнала произвольной формы. На лицевой панели невозможно *программировать* данные сигнала произвольной формы. Чтобы запрограммировать данные сигнала произвольной формы, используйте SCPI-команды ARB:CURREnt:CDWell или ARB:VOLTage:CDWell.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\Arb\Config.</p> <p>Если точки сигнала произвольной формы были импортированы или запрограммированы с помощью команды SCPI, в поле Points отображается число точек в сигнале произвольной формы.</p> <p>Чтобы просмотреть амплитуду любой точки сигнала произвольной формы, введите номер точки в соответствующее поле. В поле Level отобразится значение амплитуды.</p>	<p>Чтобы запрограммировать в текущем сигнале произвольной формы 10 точек:</p> <p>ARB:CURR:CDW 1,2,2,3,4,4,3,2,2,1</p> <p>Чтобы запросить число точек в сигнале произвольной формы:</p> <p>ARB:CURR:CDW:POIN?</p> <p>Чтобы запросить значения в точках сигнала произвольной формы:</p> <p>ARB:CURR:CDW?</p>

Укажите необходимое число повторений сигнала произвольной формы

При необходимости укажите число повторов сигнала произвольной формы. При отправке параметра INfinity в команде SCPI сигнал произвольной формы будет повторяться бесконечно. При выполнении сброса число повторов сигнала произвольной формы будет равно 1.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\Arb\Repeat.</p> <p>Введите число повторений списка (2) и нажмите Select.</p>	<p>Чтобы запрограммировать два повтора сигнала произвольной формы:</p> <p>ARB:COUN 2</p>

Укажите необходимое завершение сигнала произвольной формы

Укажите состояние выходного сигнала после завершения сигнала произвольной формы. Доступно два варианта выбора: выходной сигнал возвращается в состояние, в котором он находился до того, как был запущен сигнал произвольной формы, или для выходного сигнала сохраняются значения последней точки сигнала произвольной формы.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Transient\Arb\Terminate . Выберите Return to Start или Stop at Last Step и нажмите Select.	Чтобы вернуть выходной сигнал в состояние, в котором он находился до запуска сигнала произвольной формы: ARB:TERM:LAST OFF Чтобы сохранить состояние выходного сигнала, в котором он находился на последней точке сигнала произвольной формы: ARB:TERM:LAST ON

Установка последовательности операций вывода

В этом разделе описывается процедура синхронизации последовательности операций включения и выключения выходного сигнала на одном или нескольких устройствах.

Последовательность операций включения/выключения

Включение/выключение задержек

Включение и отключение выходных сигналов

Управление последовательностью операций на нескольких устройствах

Последовательность операций включения и выключения

На рисунке ниже показана последовательность операций включения и выключения выходного сигнала, а далее приведено описание отдельных компонентов.



Описание последовательности

1. При получении команды включения выходного сигнала начинается отсчет периода задержки включения сигнала источника питания, установленного пользователем (по умолчанию задержка равна нулю).
2. В режиме приоритета напряжения источник питания программирует минимальное напряжение выходного сигнала на внутренний период задержки, который равен 12 миллисекундам на моделях N6900 и 38 миллисекундам на моделях N7900 (это связано с замыканием реле выходного сигнала). В режиме приоритета тока источник питания проверяет, что выходной ток равен нулю в течение внутреннего периода задержки, который равен 14 миллисекундам на моделях N6900 и 46 миллисекундам на моделях N7900 (это связано с замыканием реле выходного сигнала).
3. Для выходного сигнала будет выполнено программирование настройки выходного сигнала при достижении скорости нарастания напряжения и предельного значения, соответствующего стандарту.
4. Выходной сигнал достигает запрограммированной настройки.
5. При получении команды выключения выходного сигнала начинается отсчет периода задержки выключения сигнала источника питания, установленного пользователем (по умолчанию задержка равна нулю).

6. В режиме приоритета напряжения источник питания уменьшает запрограммированное значение напряжения выходного сигнала до минимального. В режиме приоритета тока источник питания уменьшает запрограммированное значение тока выходного сигнала до нуля. В обоих случаях поддерживается настройка скорости нарастания (если запрограммирована). Если низкая скорость нарастания напряжения не запрограммирована, перед переходом к следующему шагу источник питания может ожидать до 250 миллисекунд (или меньше), пока для выходного сигнала не будет выполнено нисходящее программирование.
7. В моделях N6900 выключение выходного каскада выполняется мгновенно. В моделях N7900 перед выключением выходного каскада выполняется ожидание размыкания выходных реле в течение 18 миллисекунд.

Примечание Чтобы устранить задержку включения/выключения реле на моделях N7900, можно установить энергонезависимую команду **OUTPut:RELAY:LOCK**, после чего будут использоваться задержки, как на моделях N6900.

Включение/выключение задержек

На всех источниках питания используется максимальное смещение задержки, которое применяется с момента получения команды на включение вывода до момента фактического включения выходного сигнала. Установленное общее смещение задержки служит в качестве контрольной точки для пользовательских задержек включения. С помощью этого пользовательского смещения можно объединять несколько источников питания и программировать точные последовательности операций включения выходных сигналов на нескольких устройствах. Затем задержка включения, запрограммированная пользователем, будет добавлена к общей пользовательской контрольной точке.

При выключении выходных сигналов не нужно устанавливать общее смещение задержки. Задержки выключения выходных сигналов будут запущены при получении команды выключения выходного сигнала.

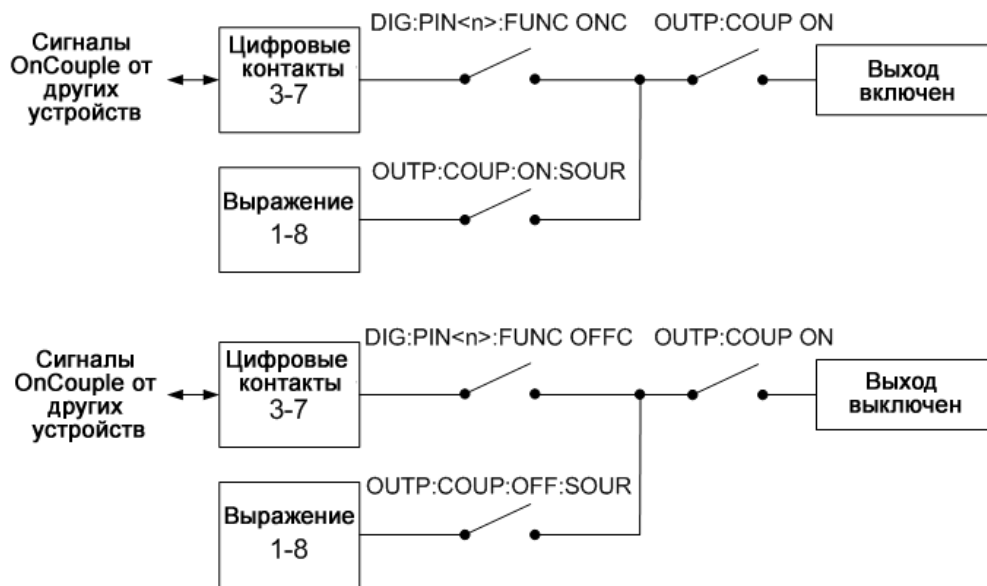
Максимальное смещение задержки представлено в следующей таблице.

Модели	Приоритет напряжения	Приоритет тока
Модели N6900 или заблокированные реле	12 миллисекунд	14 миллисекунд
Модели N7900	38 миллисекунд	46 миллисекунд

Включение и отключение выходных сигналов

Кроме лицевой панели и команд включения и выключения выходного сигнала SCPI для разрешения и запрещения выходного сигнала можно также использовать OnCouple, OffCouple и сигналы выражений. Эти сигналы представляют собой дополнительный инструмент управления последовательностями операций с выходным сигналом на одном или нескольких устройствах.

На рисунке ниже приведена схема программирования с помощью элементов OnCouple, OffCouple и сигналов с присвоенными им выражениями для управления выходным сигналом.



На рисунке показано, что пользователь может настроить контакты 3 – 7 цифрового порта для передачи сигналов OnCouple и OffCouple соответственно для разрешения и запрета выходного сигнала. Выходной сигнал будет разрешен или запрещен при получении соответствующего истинного сигнала. Для получения дополнительной информации о настройке контактов цифрового порта см. раздел [Управление объединенными выходными сигналами](#).

Также для разрешения и запрета выходного сигнала можно использовать сигналы с присвоенными им пользовательскими выражениями. В пользовательских выражениях, присваиваемым сигналам, могут содержаться различные сигналы состояний и условий уровня выходного сигнала, которые (при истинном значении) позволяют разрешить или запретить выходной сигнал. Для получения более подробной информации см. разделы [Определение выражений сигналов](#) и [Функция выражений сигналов](#).

Также необходимо разрешить управление последовательностью операций выходного сигнала, чтобы использовать элементы OnCouple, OffCouple и сигналы с выражениями для разрешения или запрета выходного сигнала. См. Разрешение управления последовательностью операций выходного сигнала ниже.

Управление последовательностью операций на нескольких устройствах

Чтобы установить последовательность операций включения на нескольких устройствах:

1. Подсоедините и настройте контакты цифрового порта для всех устройств.
2. Активируйте функцию последовательного выполнения операций на каждом устройстве.
3. Укажите запрограммированную пользователем задержку включения для каждого устройства.
4. Этот шаг необходим при использовании источников питания с **разными** значениями минимального сдвига задержки (см. выше). Укажите общее время задержки для всех устройств, на которых выполняются последовательные операции. Общее смещение задержки должно быть больше или равно наибольшему максимальному смещению задержки. По истечении интервала времени, соответствующего общему сдвигу задержки, начнется отсчет пользовательских задержек включения.

Подсоедините и настройте контакты цифрового порта

Контакты цифрового порта на устройствах, используемых для выполнения последовательных операций, должны быть соединены между собой и настроены. Дополнительную информацию см. в разделе [Управление объединенными выходными сигналами](#).

Разрешение управления последовательностью операций выходного сигнала

На каждом устройстве, которое используется в синхронизации включения выходного сигнала, необходимо активировать функцию последовательного выполнения операций включения выходного сигнала.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Output\Sequence\Couple . Установите флажок Enable, чтобы разрешить последовательное выполнение операций. Чтобы запретить его, снимите этот флажок.	Включение функции синхронизации: OUTP:COUP ON Отключение функции синхронизации: OUTP:COUP OFF

Укажите для каждого устройства задержки включения и выключения

Задержки включения можно указать для всех объединенных устройств. Можно использовать любые последовательности задержек. Для определения последовательности и выбора первого устройства в последовательности ограничений не предусмотрено.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Output\Sequence\Couple . Укажите задержку включения в секундах. Повторите эти действия для всех устройств.	Запрограммируйте задержку включения: OUTP:DEL:RISE .02 Выполните эти операции для всех приборов.

Задержки выключения можно также указать для всех объединенных устройств. Можно использовать любые последовательности задержек. Для определения последовательности и выбора первого устройства в последовательности ограничений не предусмотрено.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Output\Sequence\Couple . Укажите задержку выключения в секундах. Повторите эти действия для всех устройств.	Запрограммируйте задержку выключения: OUTP:DEL:FALL .01 Выполните эти операции для всех приборов.

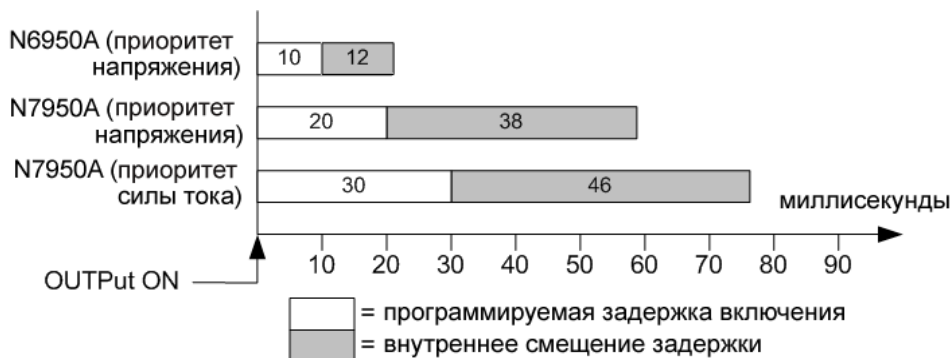
Примечание

При отключении выходов задавать сдвиг задержки не требуется. Задержки выключения выходных сигналов будут запущены при получении команды выключения выходного сигнала.

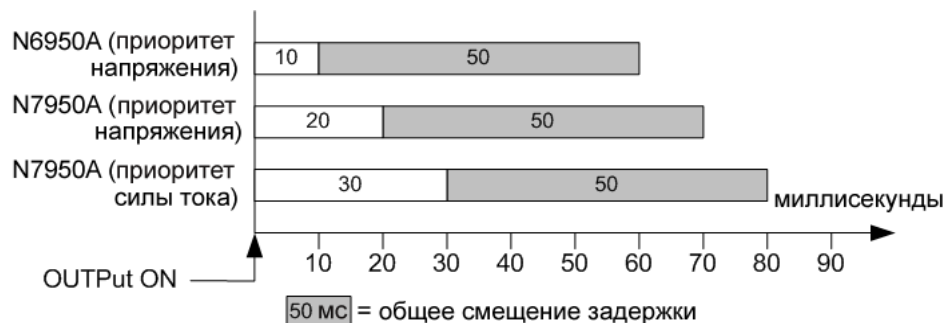
Установка общего сдвига задержки

На рисунках ниже показано, как можно использовать общее смещение задержки для синхронизации запрограммированных пользователем задержек включения, когда в последовательной работе источников питания применяются различные минимальные смещения задержки.

На первом рисунке фактическое начало включения выходного сигнала происходит в 22 мс, 58 мс и 76 мс, поскольку минимальные смещения задержек добавляются к запрограммированной пользователем задержке включения.



На втором рисунке показано, что несмотря на то, что невозможно исключить минимальное смещение задержки, для точной взаимной синхронизации запрограммированных пользователем задержек включения можно указать общее смещение задержки. В этом примере фактическое начало включения выходного сигнала происходит на 60 мс, 70 мс и 80 мс соответственно. Необходимо всегда учитывать общее смещение задержки.



Общее смещение задержки обеспечивает синхронизацию запрограммированных пользователем задержек включения, что позволит начать их отсчет в момент завершения общего смещения задержки. Запросите смещение задержки для каждого устройства и используйте наибольшую задержку в качестве общего смещения задержки.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Output\Sequence\Couple.</p> <p>В поле Max delay offset отображается смещение задержки устройства. Введите значение смещения задержки устройства с наибольшей задержкой в поле Delay offset в миллисекундах. Затем нажмите Select.</p>	<p>Чтобы запросить смещение задержки устройства с наибольшей задержкой: OUTP:COUP:MAX:DOFF?</p> <p>Для указания общего смещения задержки используйте смещение задержки для устройства с наибольшей задержкой OUTP:COUP:DOFF .051</p>

Выполнение измерений

Усредненные измерения

Число циклов линии питания (NPLC)

Выбор окна для отображения измерений

Плавное изменение диапазонов измерения силы тока

Измерения в ампер-часах и ватт-часах

Измерения температуры

Оцифрованные измерения

Запуск измерений

Усредненные измерения

Модели APS включают полностью интегрированный вольтметр и амперметр для измерения фактического напряжения и тока, подаваемого на нагрузку.

При каждом включении источника питания лицевая панель автоматически выполняет измерение выходного напряжения и тока путем сбора ряда измеряемых значений в течение установленного числа циклов линии питания и последующего усреднения выборок. По умолчанию установлен 1 цикл линии питания. В течение одного цикла выполняется 3255 выборок (точек) при частоте 60 Гц и 3906 выборок (точек) при частоте 50 Гц. По умолчанию интервал между выборками составляет 5,12 микросекунды.

Измерения выполняются при помощи следующих команд:

Лицевая панель	Команда SCPI
Нажмите клавишу Meter . Чтобы повторно выполнить последовательность из следующих функций, нажмите клавишу еще раз: Напряжение, сила тока Напряжение, мощность Напряжение, сила тока, мощность Если на экране отображаются тире, измерение на лицевой панели прервано для выполнения измерений через интерфейс дистанционного управления.	Чтобы измерить среднее выходное напряжение, ток или мощность (пост. ток): MEAS:VOLT? MEAS:CURR? MEAS:POW? Чтобы восстановить данные из массива данных, собранных ранее: FETC:VOLT? FETC:CURR? FETC:POW?

Число циклов линии питания (NPLC)

Можно установить время измерения в виде числа циклов линии питания (NPLC). При использовании целочисленного значения циклов линии питания можно уменьшить шум при измерении, исходящий от источников частоты линии.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Measure\NPLC 	Чтобы установить 10 циклов линии питания: SENS:SWE:NPLC 10
Выберите Measure\Sweep 	
Введите число циклов линии питания в поле NPLC. Затем нажмите Select .	

Примечание

При использовании команды `SENSe:SWEep:NPLC` частота линии переменного тока определяется автоматически.

Выбор окна для отображения измерений

Наложение окна — это процедура обработки сигналов, которая уменьшает погрешность усредненных измерений, выполняемых в присутствии периодических сигналов и шума. Доступны две функции кадрирования: прямоугольное окно и окно Хэннинга. При включении питания выбирается прямоугольная оконная функция.

При использовании прямоугольного окна усреднение результатов измерений происходит без какой-либо обработки сигнала. Однако в присутствии периодических сигналов (например, пульсации сети переменного тока) прямоугольное окно может приводить к ошибкам при усреднении результатов измерений. Это может происходить в случае, когда регистрируется нецелое число периодов данных из-за того, что последний период был зарегистрирован лишь частично.

Один из способов избавиться от пульсаций сети переменного тока — использовать окно Хэннинга. В окне Хэннинга при вычислении усредненного измерения для преобразования данных используется функция \cos^4 . Это ослабляет шум переменного тока в измерительном окне. Наилучшее ослабление достигается, если в ходе измерения зарегистрировано как минимум три или более периода.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Measure\Window . Затем выберите Rectangular или Hanning. Затем нажмите Select .	Чтобы использовать окно распознавания как окно Хэннинга: SENS:WIND HANN

Плавное изменение диапазонов измерения силы тока



В моделях Keysight N7900 доступны два диапазона измерений силы тока: диапазон высоких значений и диапазон низких значений (см. [спецификации](#)). Функция плавного изменения диапазона силы тока позволяет убедиться в том, что никакие данные не будут утеряны при переключении диапазонов значений. Функция плавного

Выполнение измерений

изменения диапазонов активирована по умолчанию. Для разрешения плавного изменения диапазона измерений силы тока используются следующие команды:

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Measure \Range . Выберите Auto для включения функции плавного переключения диапазонов измерений. Затем нажмите Select .	Чтобы активировать плавное переключение диапазонов измерений: SENS:CURR:RANG:AUTO ON

Также можно вручную выбрать нижнюю (или верхнюю) границу диапазона измерений тока. При использовании нижнего диапазона измерений силы тока измерения производятся с более высокой точностью при условии, что измерение не выходит за пределы диапазона допустимых значений. Если измерение выходит за пределы диапазона, возникает ошибка перегрузки. Чтобы установить нижнюю границу диапазона измерений тока, используйте следующие команды.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Measure \Range . Выберите нижнюю (или верхнюю) границу диапазона измерений в раскрывающемся меню значений тока. Затем нажмите Select .	Чтобы установить границу диапазона в 2,5 А: SENS:CURR:RANG 2.5 Можно запрограммировать любое значение, не превышающее максимально допустимое значение диапазона.

Измерения в ампер-часах и ватт-часах

Измерения в ампер-часах и ватт-часах возможно на всех моделях APS. Эти измерения выполняются независимо от других измерений.

Измерения в ампер-часах и ватт-часах выполняются путем сбора полного диапазона измерений тока и мощности с частотой около 200 000 выборок в секунду. Сумматоры могут включать данные, собранные в течение 100 000 часов и более.

Приблизительное предельное значение накопленного заряда составляет $\pm(900,000,000 \cdot I_{\text{RATING}})$ Кл или $\pm(250,000 \cdot I_{\text{RATING}})$ ампер-часов.

Приблизительное предельное значение накопленной энергии составляет $\pm(1,100,000,000 \cdot P_{\text{RATING}})$ Дж или $\pm(310,000 \cdot P_{\text{RATING}})$ Вт ч.

I_{RATING} – это номинальное значение тока устройства. P_{RATING} – это номинальное значение мощности устройства (1 кВт или 2 кВт).

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Measure \Window \AHWH . Просмотр накопленного заряда в ампер-часах и накопленной энергии в ватт-часах. Выберите Reset, чтобы сбросить измерения на ноль.	Чтобы просмотреть заряд в ампер-часах: FETC:AHO? Чтобы просмотреть энергию в ватт-часах: FETC:WHO? Чтобы сбросить значения заряда и энергии: SENS:AHO:RES SENS:WHO:RES

Измерения температуры

Можно просмотреть окружающую температуру, измеренную у отверстия для впуска воздуха на правой стороне устройства.

Также можно просмотреть разницу между температурой, переданной внутренними датчиками температуры, и температурой, при которой выполняется выключения для защиты от перегрева. Полученное значение обозначает разницу между предельным значением температуры и значением температуры датчика, которое ближе всего к предельному значению температуры срабатывания защиты.

Полученные значения температуры выражены в градусах Цельсия.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Measure\Window\Temp.</p> <p>Отобразится окружающая температура и разница между этим значением и предельным значением, при достижении которого выполняется выключение для защиты от перегрева (в градусах Цельсия).</p>	<p>Чтобы просмотреть окружающую температуру: SYST:TEMP:AMB?</p> <p>Чтобы просмотреть разницу между измеренной температурой и предельной температурой защитного выключения: OUTP:PROT:TEMP:MARG?</p>

Оцифрованные измерения

Только для моделей
N7900

Кроме усредненных измерений напряжения, тока и мощности, которые можно просмотреть с помощью лицевой панели и команд SCPI, можно также просматривать оцифрованные измерения. Оцифрованные измерения отличаются от усредненных измерений, поскольку можно выбрать тип измерений для просмотра и выполнить точную настройку качества измерения.

Типы измерений

Доступны следующие типы оцифрованных измерений. Для получения этих измерений можно использовать только соответствующую команду SCPI.

ACDC – это вычисление, позволяющее получить измерение общего среднеквадратичного значения (переменный ток + постоянный ток).

Уровень **HIGH** – это вычисление, при котором создается гистограмма сигнала, содержащая 16 групп между максимальной и минимальной точками данных. Группа, большинство точек данных в которой выше точки 50 %, является группой верхнего уровня. В качестве уровня High возвращается среднее значение всех точек данных, содержащихся в группе верхнего уровня. Если ни одна из групп верхнего уровня не содержит более 1,25 % от общего числа точек данных, возвращается максимальная точка данных.

Уровень **LOW** – это вычисление, при котором создается гистограмма сигнала, содержащая 16 групп между максимальной и минимальной точками данных. Группа, большинство точек данных в которой ниже точки 50 %, является группой нижнего уровня. В качестве уровня Low возвращается среднее значение всех точек данных, содержащихся в группе нижнего уровня. Если ни одна из групп нижнего уровня не содержит более 1,25 % от общего числа точек данных, возвращается минимальная точка данных.

MAX – это максимальное значение оцифрованного измерения.

MIN – это минимальное значение оцифрованного измерения.

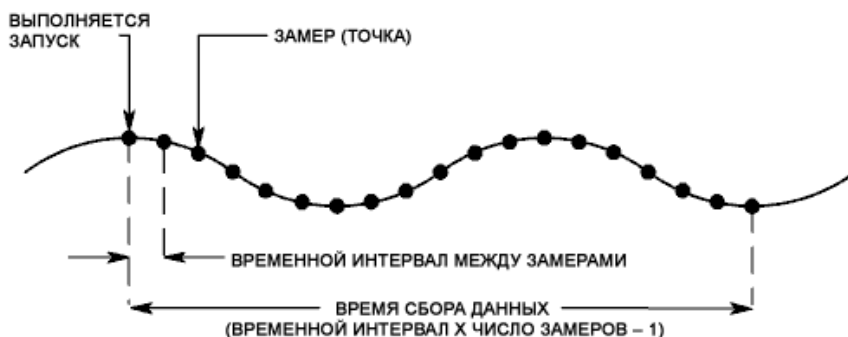
Выполнение измерений

Также можно запрашивать массивы данных, чтобы получить ВСЕ значения в буфере измерений напряжения и тока. Усреднения не производится — из буфера возвращаются только исходные данные.

Меню лицевой панели	Команда SCPI
Недоступно	Чтобы измерить среднеквадратичное напряжение и ток: MEAS:VOLT:ACDC? MEAS:CURR:ACDC? Чтобы измерить верхний уровень импульса: MEAS:VOLT:HIGH? MEAS:CURR:HIGH? Чтобы измерить нижний уровень импульса: MEAS:VOLT:LOW? MEAS:CURR:LOW? Чтобы измерить максимальное значение: MEAS:VOLT:MAX? MEAS:CURR:MAX? Чтобы измерить минимальное значение: MEAS:VOLT:MIN? MEAS:CURR:MIN? Чтобы выполнить измерение и просмотреть данные массива: MEAS:ARR:VOLT? MEAS:ARR:CURR? MEAS:ARR:POW?

Качество измерений

Следующий рисунок иллюстрирует соотношение между отсчетами (или точками), регистрируемыми в ходе типичного измерения, и временным интервалом, который их разделяет. Можно выполнить точную настройку измерения, указав число точек в сборе данных и временной интервал между точками.



Можно настроить сбор данных измерения следующим образом:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Measure\Sweep.</p> <p>Введите число точек. Затем нажмите Select.</p> <p>Введите временной интервал. Затем нажмите Select.</p>	<p>Чтобы установить временной интервал, равный 60 мкс, и 4096 выборок, используйте следующую команду:</p> <p>SENS:SWE:TINT 60E-6</p> <p>SENS:SWE:POIN 4096</p>

Для всех измерений максимальное число точек выборок составляет 512 К (К = 1024).

Временной интервал для измерений напряжения и тока может составлять от 5,12 микросекунды до 40 000 секунд. Значения больше 5,12 микросекунды округляются до ближайшего приращения к 5,12 микросекунды. Значения больше 10,24 микросекунды округляются до ближайшего приращения к 10,24 микросекунды. Значения больше 20,48 микросекунды округляются до ближайшего приращения к 20,48 микросекунды.

Обратите внимание, что в моделях Keysight N7900 также можно использовать команду **NPLC** (число циклов линии питания) для настройки временного интервала и точек измерений, как описано выше. Команда **NPLC** автоматически увеличивает число точек для достижения минимально возможного временного интервала. Если для достижения такого временного интервала достигнуто максимальное количество точек, временной интервал будет увеличен.

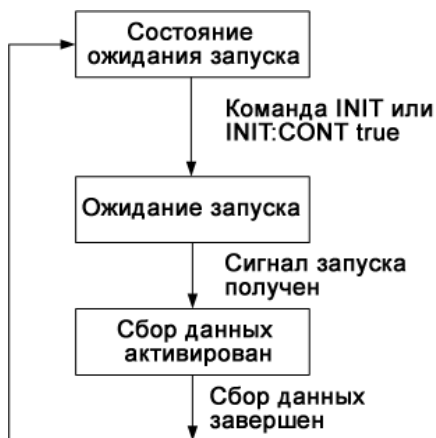
Запуск измерений

Только для моделей N7900

- При необходимости можно создать снимок данных в состоянии перед получением сигнала запуска
- Выберите источник запуска
- Активация системы сбора данных
- Запустите измерение
- Выполните вызов измерения
- Несколько событий запуска для одного измерения

С помощью системы запуска сбора данных можно синхронизировать оцифрованные измерения с сигналом запуска от нескольких источников сигналов запуска. После этого можно считать зарегистрированные токи или напряжения при помощи команд **FETCh**.

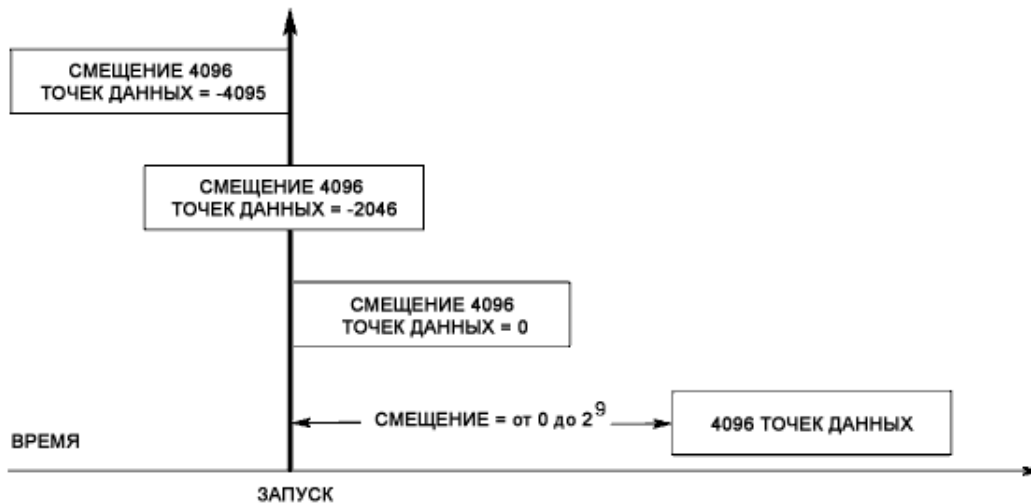
На рисунке ниже показан процесс сбора данных. Этот процесс включает сигналы запуска измерений и регистрацию данных во внешний журнал. Описание системы запуска см. в разделе [Обзор системы запуска](#).



Выполнение измерений

При необходимости можно создать снимок данных в состоянии перед получением сигнала запуска

Измерительная система позволяет регистрировать данные, поступившие до, после или во время прихода запускающего сигнала. Как показано на следующем рисунке, блок данных, считываемых в буфер регистрации, можно двигать относительно запускающего сигнала. Это позволяет регистрировать данные, поступившие до или после прихода запускающего сигнала.



Чтобы сместить начало буфера сбора данных относительно сигнала запуска сбора данных:

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Measure\Sweep . Укажите значение смещения. Затем нажмите Select .	Чтобы сместить измерение на 100 точек, используйте следующую команду: SENS:SWE:OFFS:POIN 100

Если установлено значение 0, все выборки выполняются после сигнала запуска. Положительные значения обозначают задержку после отправки сигнала запуска, но до сбора данных. Таким образом, можно отключить выборку данных во время периода задержки. (Время задержки = смещение x период частоты дискретизации). Отрицательные значения обозначают данные выборки, произведенных перед отправкой сигнала запуска. При этом можно выполнять выборку данных измерений до отправки сигнала запуска.

Выберите источник запуска

Примечание

При отправке команды TRIGger:ACquire[:IMMEDIATE] по шине будет всегда генерироваться мгновенный сигнал запуска измерения независимо от выбранного источника сигналов запуска.

Если команда TRIGger:ACquire[:IMMEDIATE] не используется, выберите один из следующих источников сигнала запуска:

Источник сигнала запуска	Описание
Bus	Запуск по сигналу устройства, *TRG или <GET> (запуск группового выполнения).
Current	Выбор уровня силы тока выходного сигнала.
Expression<1-8>	Выбор одного из восьми пользовательских выражений. См. Разводка сигналов с помощью выражений .
External	Выбор ЛЮБОГО контакта, настроенного в качестве входного разъема для сигнала запуска, на цифровом порте управления.
Pin<1-7>	Выбор определенного контакта с номером <n>, который настроен в качестве входного разъема для сигнала запуска на цифровом порте управления.
Transient	Выберите переходную систему устройства. Также необходимо настроить переходную систему для отправки выходного сигнала запуска. См. раздел Программирование выходных параметров .
Voltage	Выбор уровня напряжения выходного сигнала.

Для выбора источника сигнала запуска используйте следующие команды:

Лицевая панель	Команда SCPI
Недоступно	<p>Выбор сигналов запуска по шине: TRIG:TRAN:SOUR BUS</p> <p>Чтобы установить в качестве сигнала запуска цифровой контакт 5: TRIG:ACQ:SOUR PIN5</p> <p>Чтобы выбрать уровень напряжения или тока: TRIG:ACQ:SOUR VOLT TRIG:ACQ:SOUR CURR</p> <p>Чтобы выбрать переходную характеристику на выходе в качестве сигнала запуска: TRIG:ACQ:SOUR TRAN</p> <p>Чтобы установить в качестве сигнала запуска выражение 1: TRIG:ACQ:SOUR EXPR1</p>

Активация системы сбора данных

После включения питания устройства система запуска переходит в режим бездействия. В этом состоянии система запуска деактивирована и игнорирует все сигналы запуска. С помощью команд INITiate можно разрешать получение сигналов запуска системой запуска.

Выполнение измерений

Меню лицевой панели	Команда SCPI
Недоступно	Чтобы активировать систему запуска измерений: INIT:ACQ

Подготовка прибора к приему сигнала запуска после получения команды INITiate:ACQuire занимает несколько миллисекунд. Если сигнал запуска будет отправлен до того, как система будет подготовлена к приему сигнала, сигнал запуска будет проигнорирован. Можно проверить бит WTG_meas в регистре состояний операций, чтобы определить, сколько времени занимает запуск прибора до момента готовности принимать сигналы запуска.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Measure\Control . В поле состояния запуска указано состояние активности.	Для запроса бита WTG_meas (бит 3): STAT:OPER:COND?

Если запрос возвращает значение бита, равное 3, бит WTG_meas имеет значение «истина», и прибор готов принять сигнал запуска. Для получения более подробной информации см. раздел [Учебное пособие по состояниям](#).

Примечание

Прибор выполняет однократный сбор данных измерения при каждом получении команды запуска по шине, через внешний объект, контакт, переходную характеристику или выражение. Таким образом, требуется инициировать систему запуска каждый раз, когда необходим запуск нового измерения.

Запустите измерение

Система запуска ожидает сигнала запуска в активированном состоянии. Можно выполнять мгновенный запуск измерения следующим образом:

Меню лицевой панели	Команда SCPI
Недоступно	Чтобы генерировать запуск измерений: TRIG:ACQ Если в качестве источника сигнала запуска выбрана шина (BUS), можно также передать команду *TRG или IEEE-488 <get>.

Как было описано выше, сигнал запуска можно также генерировать с помощью переходной характеристики на выходе, цифрового контакта, уровня выходного напряжения или тока и пользовательского выражения. Если одна из этих систем настроена в качестве источника сигнала запуска, прибор ожидает сигнала запуска без ограничения по времени. Если сигнал запуска не поступает, необходимо вручную переключить систему запуска в состояние бездействия. С помощью следующих команд можно вернуть систему запуска в состояние бездействия:

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Measure\Control . Затем выберите Abort.	ABOR:ACQ

Выполните вызов измерения

После получения сигнала запуска и выполнения измерения система запуска возвращается в состояние ожидания.

После выполнения измерения с помощью запросов FETCh можно просматривать последние полученные данные измерений без необходимости запуска нового измерения или замены данных в буфере измерений.

Меню лицевой панели	Команда SCPI
Недоступно	<p>Чтобы вернуть среднеквадратичное напряжение и ток: FETC:VOLT:ACDC? FETC:CURR:ACDC?</p> <p>Чтобы вернуть верхний уровень импульса: FETC:VOLT:HIGH? FETC:CURR:HIGH?</p> <p>Чтобы вернуть нижний уровень импульса: FETC:VOLT:LOW? FETC:CURR:LOW?</p> <p>Чтобы вернуть максимальное значение: FETC:VOLT:MAX? FETC:CURR:MAX?</p> <p>Чтобы вернуть минимальное значение: FETC:VOLT:MIN? FETC:CURR:MIN?</p> <p>Чтобы вернуть массив данных: FETC:ARR:VOLT? FETC:ARR:CURR? FETC:ARR:POW?</p>

Если запрос FETCh отправлен до завершения измерения, отклик будет отложен до момента, когда будет отправлен сигнал запуска измерения и выполнен сбор данных. Можно проверить бит MEAS_active в регистре состояний операций, чтобы определить, когда система запуска измерений возвращается в состояние ожидания.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Measure\Control.</p> <p>В поле состояния запуска указано состояние бездействия.</p>	<p>Для запроса бита MEAS_active (бит 5): STAT:OPER:COND?</p>

Если запрос возвращает бит 5, бит MEAS_active верен и измерение НЕ завершено. Если бит MEAS_active неверен, можно выполнить запрос измерения. Для получения более подробной информации см. раздел [Учебное пособие по состояниям](#).

Несколько событий запуска для одного измерения

На модели N7900 можно регистрировать другие сигналы запуска, получаемые во время сбора данных, просматривать номер и местоположение этих сигналов запуска, а также вычислять значения постоянного тока на основе поднабора данных, окружающих эти сигналы запуска. Основной принцип заключается в том, что отдельный продолжительный сбор данных может включать несколько нужных событий, местоположение которых определяется дополнительными сигналами запуска. Местоположение этих событий представляет собой индекс, добавляемый в хранилище собранных данных. Число индексов на 0–1 меньше числа собранных данных (см. **SENse:SWEp:POINTs**).

Можно запрашивать и просматривать индексы дополнительных сигналов запуска, полученных во время измерений. Число индексов в отклике на запрос соответствует числу полученных сигналов запуска.

Меню лицевой панели	Команда SCPI
Недоступно	Чтобы запросить число полученных дополнительных сигналов запуска (если есть): TRIG:ACQ:IND:COUN? Чтобы вернуть индексы местоположений, в которых получены сигналы запуска: TRIG:ACQ:IND?

Также можно вернуть данные фактических измерений, собранных после создания упомянутых выше индексов сигналов запуска.

Меню лицевой панели	Команда SCPI
Недоступно	Чтобы вернуть напряжение или силу постоянного тока, которые были вычислены после создания индексов сигналов запуска: FETC:VOLT? [<индекс_начала>, <точки>] FETC:CURR? [<индекс_начала>, <точки>] Чтобы вернуть данные напряжения или силы тока, полученные сразу после создания индексов сигналов запуска: FETC:ARR:VOLT? [<индекс_начала>, <точки>] FETC:ARR:CURR? [<индекс_начала>, <точки>]

Разводка сигналов с помощью выражений

В этом разделе представлена информация о том, как можно использовать выражения для программирования разводки сигналов. Для программирования разводки сигналов можно также использовать [программное обеспечение Power Assistant](#). Описание использования сигналов выражений в системе сигналов запуска см. в разделе [Обзор системы запуска](#).

Общая информация о разводке сигналов

Определение выражений сигналов

Конфигурирование компараторов пороговых значений

Указание целевых объектов в выражениях для сигналов

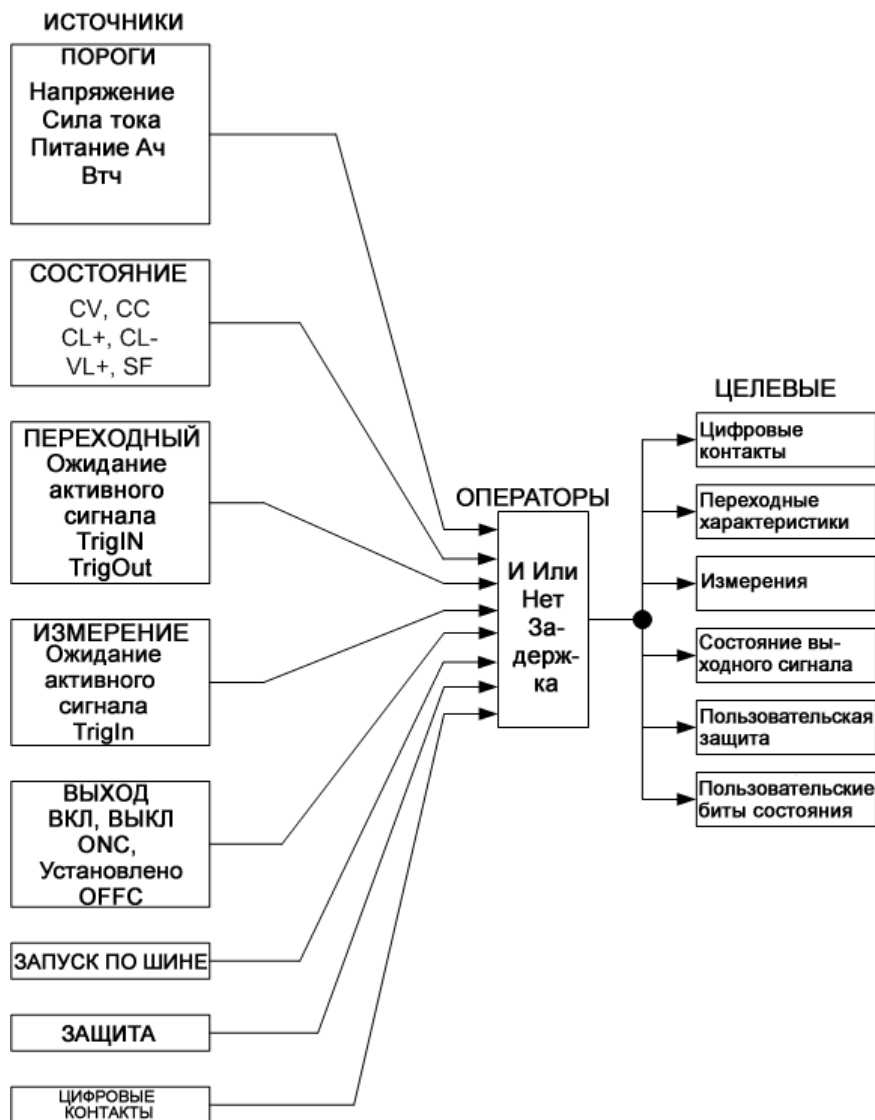
Ограничения выражений

Примеры выражений

Общая информация о разводке сигналов

Можно настроить до восьми изменяемых выражений разводки сигналов общего назначения. Эти выражения для сигналов можно использовать для управления контактами цифрового порта, запуска измерений и переходных процессов, изменения состояния выходного сигнала, генерирования пользовательской защиты и пользовательских сигналов состояния. Для создания выражений можно использовать различные входные сигналы, булевы операторы и программируемые задержки.

Ниже приведена схема разводки сигналов:



Определение выражений сигналов

Чтобы определить выражение для сигнала, используйте следующую команду:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \Signal \Define.</p> <p>Выберите номер выражения (о 1 до 8) в раскрываемом списке. В текстовом поле отображаются существующие выражения.</p> <p>Введите выражение в текстовое поле, используя доступные имена и операторы (см. ниже).</p> <p>Можно ввести любое значение с помощью цифровой клавиатуры. Для ввода дополнительных символов используйте клавиши со стрелками вверх/вниз, чтобы выбрать текстовый символ путем прокрутки списка, который отображается при нажатии клавиш. Для перемещения по текстовым полям используйте клавиши со стрелками влево/вправо. Чтобы удалить значение, нажмите клавишу Backspace. После завершения настройки нажмите клавишу Enter.</p> <p>См. Примеры.</p>	<p>Чтобы определить выражение сигнала под номером 1:</p> <p>SYST:SIGN:DEF EXPR1,"expression"</p> <p>Укажите значение элемента «expression», используя доступные параметры и операторы.</p> <p>См. Примеры.</p>

Выражения внутри команд SCPI должны быть заключены в кавычки (""). При составлении выражений учитывается регистр клавиатуры. Буквенные символы можно вводить только в верхнем регистре, только в нижнем регистре или в верхнем и нижнем регистре. Между булевыми операциями And, Or и Not необходимо вставлять пробелы. Рядом с круглыми скобками пробелы не требуются.

В таблице ниже приведены доступные источники сигнала. В столбце Type содержится описание сигнала; событие генерирует импульс; состояние генерирует уровень.

Источник сигнала	Тип	Описание
Thr<1-4>	состояние	Выходной сигнал компараторов SENSE:THReshold<1 2 3 4>
WtgAcqTrig	состояние	Прибор ожидает запуска сбора данных
WtgTranTrig	состояние	Прибор ожидает запуска переходной характеристики
AcqActive	состояние	Сбор данных запущен или выполняется
TranActive	состояние	Переходный процесс запущен или выполняется
AcqTrigIn	событие	Импульсы истинны в момент возникновения сигнала запуска сбора данных
TranTrigIn	событие	Импульсы истинны в момент запуска переходной характеристики
TranTrigOut	событие	При возникновении выходного сигнала запуска (с помощью шагов или списка) импульсы истинны
BusTrig	событие	Импульсы истинны при получении сигнала запуска по шине (*TRG или GET)

Разводка сигналов с помощью выражений

DigPin<1-7>	состояние	Контакт цифрового порта (от 1 до 7)
OutpOn	состояние	Выходной сигнал находится во включенном состоянии
OutpOff	состояние	Выходной сигнал находится в выключенном состоянии
OnC	событие	Импульсы истинны в момент включения выходного сигнала
OffC	событие	Импульсы истинны в момент выключения выходного сигнала
OutpSettled	состояние	Выходной сигнал достиг состояния стабилизации
CV	состояние	Регулирование выходного сигнала в режиме с постоянным напряжением
CC	состояние	Регулирование выходного сигнала в режиме с постоянной силой тока
CL+	состояние	Достигнуто положительное предельное значение силы тока выходного сигнала
CL-	состояние	Достигнуто отрицательное предельное значение силы тока выходного сигнала
VL+	состояние	Достигнуто положительное предельное значение напряжения выходного сигнала
Prot	состояние	Выходной сигнал выключен в связи со срабатыванием функции защиты
OpenSense	состояние	Соединения для дистанционного распознавания открыты

Для определения выражений можно использовать следующие булевы операции (И, ИЛИ, НЕ), скобки для группирования и программируемые задержки.

Оператор/операция	Описание
И, ИЛИ, НЕ	Булевы операции
()	Скобки для группирования и вставки вложенных выражений
Задержка <вложенное выражение>, < время>, [<защита от кратковременных помех>]	<p>Задержка сигнала, описанного с помощью выражения. Подавление положительных импульсов, длительность которых меньше значения параметра времени защиты от кратковременных помех.</p> <p>Длительность задержки может составлять от 0 до 167 секунд в следующих диапазонах:</p> <ul style="list-style-type: none"> От 0 до 0,02097 с с шагом настройки 1,28 мкс От 0,02097 до 0,167 с с шагом настройки 10,24 мкс От 0,167 до 1,677 с с шагом настройки 102,4 мкс От 1,677 до 16,776 с с шагом настройки 1,024 мс От 16,776 до 167,761 с с шагом настройки 10,24 мс. <p>Для фильтра помех можно установить значение в диапазоне от 0 до 85 с шагом установки 20 нс.</p> <p>Чтобы запрограммировать значение для фильтра помех без программирования задержки, укажите для задержки нулевое значение.</p>

Конфигурирование компараторов пороговых значений

Модели APS включают четыре встроенных компаратора уровней, которые могут генерировать выходной сигнал на основе сравнения двух входных сигналов. Установите эти компараторы, чтобы измерить один из пяти различных типов параметров и генерировать сигнал на основе сравнения измеренного параметра с указанным уровнем:

Уровень VOLTage – Сравнение с измеренным уровнем напряжения

Уровень CURRent – Сравнение с измеренным уровнем силы тока

Уровень POWer – Сравнение с измеренным уровнем мощности

Уровень ANOug – Сравнение с измеренным уровнем электрического заряда (ампер-часы)

Уровень WNOug – Сравнение с измеренным уровнем энергии (ватт-часы)

С помощью следующих команд можно установить сравнение измеренного напряжения и предварительно установленного уровня в 10 В для компаратора 1:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \Signal \Threshold.</p> <p>Выберите компаратор напряжения (1 – 4) в раскрываемом списке Threshold.</p> <p>Выберите один из пяти параметров сравнения в раскрываемом списке Function (например, Voltage).</p> <p>Укажите пороговый уровень в поле Level.</p> <p>Установите логическое значение «истина» для выходного сигнала компаратора, если измеренный уровень больше или меньше указанного уровня. Выберите > или < в раскрываемом списке Operation.</p>	<p>Чтобы установить сравнение напряжения для компаратора 1:</p> <p>SENS:THR1:FUNC VOLT</p> <p>Чтобы установить пороговое значение напряжения, равное 10 В:</p> <p>SENS:THR1:VOLT:LEV 10</p> <p>Установите для выходного сигнала компаратора логическое выражение «истина», если измеренный уровень больше (GT) 10 В:</p> <p>SENS:THR1:FUNC GT</p>

Указание целевых объектов в выражениях для сигналов

Выражения для сигналов можно использовать для управления контактами цифрового порта, выбора источников сигналов запуска, управления сигналами OnCouple/OffCouple, создания пользовательских функций защиты и пользовательских сигналов состояния.

Контакты цифрового порта

Чтобы управлять контактами цифрового порта с помощью выражений (см. раздел [Программирование цифрового порта](#)), выполните следующее.

Разводка сигналов с помощью выражений

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System\IO\DigPort\Pins.</p> <p>Выберите контакт в соответствующем поле.</p> <p>В поле Function выберите выражение, которое будет использоваться для управления контактом.</p>	<p>Для управления цифровыми контактами: DIG<1-7>:FUNC EXPR<1-8></p>

Источники запуска

Чтобы установить источники сигналов запуска переходной характеристики и измерений выходного сигнала с помощью выражений (см. разделы [Программирование переходных характеристик](#) и [Выполнение измерений](#)), выполните следующее.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите Transient\TrigSource.</p> <p>Выберите выражение, которое будет запускать переходный процесс, в раскрывающемся списке источников сигналов запуска переходной характеристики.</p> <p>Выберите выражение, которое будет запускать сигнал произвольной формы, в раскрывающемся списке источников сигналов запуска сигналов произвольной формы CD.</p> <p>На лицевой панели невозможно выбрать источник сигнала запуска измерения.</p>	<p>Чтобы запускать переходные процессы с помощью выражений: TRIG:TRAN:SOUR EXPR<1-8></p> <p>Чтобы запускать сигналы произвольной формы с помощью выражений: TRIG:ARB:SOUR EXPR<1-8></p> <p>Чтобы запускать измерения с помощью выражений: TRIG:ACQ:SOUR EXPR<1-8></p>

Сигналы OnCouple/OffCouple

Чтобы управлять состоянием выходного сигнала прибора (состояние включения или выключения) с помощью выражений:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System\Signal\Couple.</p> <p>Выберите выражение, которое будет использоваться для включения выходного сигнала, в раскрывающемся списке источников сигнала включения объединенного сигнала.</p> <p>Выберите выражение, которое будет использоваться для выключения выходного сигнала, в раскрывающемся списке источников сигнала выключения объединенного сигнала.</p>	<p>Чтобы включить выходной сигнал с помощью выражений: OUTP:COUP:ON:SOUR EXPR<1-8></p> <p>Чтобы выключить выходной сигнал с помощью выражений: OUTP:COUP:OFF:SOUR EXPR<1-8></p>

Пользовательская защита

Чтобы установить источник пользовательского сигнала защиты с помощью выражений (см. раздел [Программирование защиты выходного сигнала](#)), выполните следующее.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \Signal \Protect.</p> <p>Выберите выражение, которое будет использоваться для установки пользовательской защиты, в раскрываемом списке источников. Затем установите флажок Enable.</p>	<p>Чтобы установить пользовательскую защиту:</p> <p>OUTP:PROT:USER:SOUR EXPR<1-8></p> <p>Чтобы включить пользовательскую защиту:</p> <p>OUTP:PROT:USER:STAT ON</p>

Пользовательские события состояний

Чтобы установить пользовательские биты состояний с помощью выражений (см. раздел [Обзор состояний](#)), выполните следующее.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \Signal \Status.</p> <p>Выберите выражение, которое будет использоваться для управления битом состояния User1, в раскрываемом списке источников сигналов состояния User1.</p> <p>Выберите выражение, которое будет использоваться для управления битом состояния User2, в раскрываемом списке источников сигналов состояния User2.</p>	<p>Чтобы установить пользовательские биты состояний:</p> <p>STAT:OPER:USER<1,2>:SOUR EXPR<1-8></p>

Ограничения выражений

Можно запрограммировать ограниченное количество выражений и задержек.

- Можно создать не более 8 выражений (EXPR<1-8>).
- Для всех выражений можно использовать не более 11 **различных** входных данных.
- Для всех выражений можно использовать не более восьми задержек.
- Задержки нельзя использовать в качестве вложенных элементов.
- При сочетании задержек с другими операторами уменьшается число доступных выражений. Каждый **дополнительный** элемент входных данных или вложенное выражение, которые используются в сочетании с задержкой с помощью оператора И или ИЛИ, уменьшает число оставшихся доступных выражений на один.

Ниже приведено выражение, в котором задержка соединяется с другим элементом входных данных с помощью оператора ИЛИ, в результате число доступных выражений сокращается до шести.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \Signal \Define.</p> <p>Выберите Expression 1 в раскрываемом списке.</p> <p>Введите «Delay(CV,1) Or CC» в текстовое поле.</p>	<p>Запрограммируйте выражение для сигнала.</p> <p>SYST:SIGN:DEF EXPR1, «Delay(CV,1) Or CC»</p>

Разводка сигналов с помощью выражений

Ниже приведено выражение, в котором задержка соединяется с двумя другими элементами вводных данных с помощью оператора ИЛИ, в результате число доступных выражений сокращается до пяти.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \Signal \Define . Выберите Expression 1 в раскрывающемся списке. Введите «Delay(CV,1) Or CC Or DigPin 1» в текстовое поле.	Запрограммируйте выражение для сигнала. SYST:SIGN:DEF EXPR1, "Delay(CV,1) Or CC Or DigPin 1"

Ниже приведено выражение, в котором задержка соединяется с вложенным выражением с помощью оператора ИЛИ, в результате число доступных выражений равно шести.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \Signal \Define . Выберите Expression 1 в раскрывающемся списке. Введите «Delay(CV,1) Or (CC And DigPin 1)» в текстовое поле.	Запрограммируйте выражение для сигнала. SYST:SIGN:DEF EXPR1, "Delay(CV,1) Or (CC And DigPin 1)"

Если при создании указанных выше трех выражений (примеры 5 – 7) элементы вводных данных устанавливались бы иначе, то дополнительно можно было бы использовать только одно выражение.

Примеры выражений

Пример 1 Создайте цифровой сигнал на контакте 1 цифрового порта, которому будет присвоен оператор «истина», когда сила тока выходного сигнала достигает положительного или отрицательного предельного значения:

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \Signal \Define . Выберите Expression 1 в раскрывающемся списке. Введите «CL+ Or CL-» в текстовое поле. Можно ввести любое значение с помощью цифровой клавиатуры. Для ввода дополнительных символов используйте клавиши со стрелками вверх/вниз, чтобы выбрать текстовый символ путем прокрутки списка, который отображается при нажатии клавиш. Для перемещения по текстовым полям используйте клавиши со стрелками влево/вправо. Чтобы удалить значение, нажмите клавишу Backspace. После завершения настройки нажмите клавишу Enter. Выберите System \IO \DigPort \Pins . Выберите контакт 1 в поле Pin. В поле Function выберите элемент Expr 1.	Запрограммируйте выражение для сигнала. SYST:SIGN:DEF EXPR1, "CL+ Or CL-" Запрограммируйте цифровой контакт. DIG:PIN1:FUNC EXPR1

Пример 2 Создайте источник сигнала запуска, с помощью которого будет запущена переходная характеристика выходного сигнала (шаг или список), когда сила тока выходного сигнала находится в диапазоне от 2,1 А до 2,7 А:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \Signal \Threshold.</p> <p>Выберите компаратор напряжения 1 (Threshold 1) в раскрывающемся списке. Выберите Current в списке Function. Введите 2,1 в поле Level. Выберите > в списке Operation.</p> <p>Выберите компаратор напряжения 2 (Threshold 2) в раскрывающемся списке. Выберите Voltage в списке Function. Введите 2.7 в поле «Level». Выберите < в списке Operation.</p> <p>Выберите System \Signal \Define.</p> <p>Выберите Expression 2 в раскрывающемся списке.</p> <p>Введите «THR1 And THR2» в текстовое поле.</p> <p>Можно ввести любое значение с помощью цифровой клавиатуры. Для ввода дополнительных символов используйте клавиши со стрелками вверх/вниз, чтобы выбрать текстовый символ путем прокрутки списка, который отображается при нажатии клавиш. Для перемещения по текстовым полям используйте клавиши со стрелками влево/вправо. Чтобы удалить значение, нажмите клавишу Backspace. После завершения настройки нажмите клавишу Enter.</p> <p>Выберите Transient \TrigSource.</p> <p>Выберите элемент Expr2 в списке источников сигнала запуска переходной характеристики.</p>	<p>Запрограммируйте компараторы пороговых значений. (GT = больше чем; LT = меньше чем)</p> <p>SENS:THR1:FUNC CURR SENS:THR2:FUNC CURR SENS:THR1:CURR 2.1 SENS:THR2:CURR 2.7 SENS:THR1:OPER GT SENS:THR2:OPER LT</p> <p>Запрограммируйте выражение для сигнала. SYST:SIGN:DEF EXPR2, "THR1 And THR2"</p> <p>Запрограммируйте источник сигнала запуска выходного сигнала. TRIG:TRAN:SOUR EXPR2</p>

Пример 3 Создайте пользовательскую защиту, позволяющую выключить выходной сигнал, если напряжение выходного сигнала выходит из диапазона значений от 23,5 до 24,5 В:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \Signal \Threshold.</p> <p>Выберите компаратор напряжения 3 (Threshold 3) в раскрывающемся списке. Выберите Voltage в списке Function. Введите 23.5 в поле «Level». Выберите < в списке Operation.</p> <p>Выберите компаратор напряжения 4 (Threshold 4) в раскрывающемся списке. Выберите Voltage в списке Function. Введите «24.5 A» в поле «Level». Выберите > в списке Operation.</p> <p>Выберите System \Signal \Define.</p> <p>Выберите Expression 3 в раскрывающемся списке.</p> <p>Введите «THR3 Or THR4» в текстовое поле.</p> <p>Можно ввести любое значение с помощью цифровой клавиатуры. Для ввода дополнительных символов используйте клавиши со стрелками вверх/вниз, чтобы выбрать текстовый символ путем прокрутки списка, который отображается при нажатии клавиш. Для перемещения по текстовым полям используйте клавиши со стрелками влево/вправо. Чтобы удалить значение, нажмите клавишу Backspace. После завершения настройки нажмите клавишу Enter.</p> <p>Выберите System \Signal \Protect</p> <p>В раскрывающемся списке выберите Expr3. Затем установите флажок Enable.</p>	<p>Запрограммируйте компараторы пороговых значений. (GT = больше чем; LT = меньше чем)</p> <p>SENS:THR3:FUNC VOLT SENS:THR4:FUNC VOLT SENS:THR3:VOLT 23.5 SENS:THR4:VOLT 24.5 SENS:THR3:OPER LT SENS:THR4:OPER GT</p> <p>Запрограммируйте выражение для сигнала. SYST:SIGN:DEF EXPR3, "THR3 Or THR4"</p> <p>Запрограммируйте состояние защиты выходного сигнала. OUTP:PROT:USER:SOUR EXPR3 OUTP:PROT:USER:STAT ON</p>

Пример 4 Создайте источник сигнала запуска, с помощью которого будет запущено измерение через 50 миллисекунд после стабилизации выходного сигнала..

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \Signal \Define.</p> <p>Выберите Expression 4 в раскрывающемся списке.</p> <p>Введите «Delay(OutpSettled, 0.05)» в текстовое поле.</p> <p>Можно ввести любое значение с помощью цифровой клавиатуры. Для ввода дополнительных символов используйте клавиши со стрелками вверх/вниз, чтобы выбрать текстовый символ путем прокрутки списка, который отображается при нажатии клавиш. Для перемещения по текстовым полям используйте клавиши со стрелками влево/вправо. Чтобы удалить значение, нажмите клавишу Backspace. После завершения настройки нажмите клавишу Enter.</p>	<p>Запрограммируйте выражение для сигнала. SYST:SIGN:DEF EXPR4, "Delay (OutpSettled,0.05)"</p> <p>Запрограммируйте источник сигнала запуска измерений. TRIG:ACQ:SOUR EXPR4</p>

Программирование цифрового порта

Двухнаправленный цифровой ввод-вывод

Только цифровой ввод

Установка выражения для выходного сигнала

Ввод-вывод внешнего сигнала запуска

Вывод сигнала ошибки

Ввод запрещающего сигнала

Защита системы при сигнале сбоя/запрета

Объединенные выходные сигналы

Цифровой порт управления

Система питания оборудована портом цифрового управления с семью контактами ввода-вывода, который позволяет управлять различными функциями прибора. Функция каждого контакта настраивается пользователем. Для контактов ввода-вывода доступны следующие функции управления. Для получения более подробной информации о командах SCPI для программирования цифрового порта см. раздел [Справочное руководство по программированию SCPI](#).

В следующей таблице описаны возможные конфигурации функций цифрового порта. Полное описание электрических характеристик порта цифрового ввода-вывода см. в разделе [Технические характеристики](#).

Функция	Описание
DIO	Функция заземленного цифрового ввода-вывода общего назначения. Для установки выходного сигнала можно использовать команду [SOURCE:] DIGital:OUTPut:DATA.
DINPut	Режим работы только в качестве цифрового ввода. Выходные цифровые данные контакта игнорируются.
EXPRession <1-8>	Управление контактом выполняется с помощью пользовательского выражения.
FAULt	Применяется только к контакту 1. Контакт 1 работает в режиме изолированного выходного контакта для сигнала сбоя. Сигнал сбоя является истинным, когда какой-либо выходной сигнал находится в состоянии защиты. Контакт 2 предназначен для передачи общего изолированного сигнала для контакта 1. Когда для функции FAULt задан контакт 1, прибор игнорирует любые команды для программирования контакта 2. При выполнении запросов для контакта 2 будет возвращаться FAULt. Если функция FAULt контакта 1 изменена, для контакта 2 будет установлена функция DINPut.

INHibit	Применяется только к контакту 3. Если контакт 3 установлен в качестве ввода запрещающего сигнала, при передаче истинного сигнала через этот контакт выходной сигнал будет выключен.
ONCouple	Применяется только к контактам 4–7. Контакт ONCouple предназначен для синхронизации состояния включения выходного сигнала на приборах. Функцию ONCouple можно назначить только одному контакту. Контакт работает как входной и выходной разъем одновременно.
OFFCouple	Применяется только к контактам 4–7. Контакт OFFCouple предназначен для синхронизации состояния выключения выходного сигнала на приборах. Функцию OFFCouple можно назначить только одному контакту. Контакт работает как входной и выходной разъем одновременно.
TINPut	Контакт входного сигнала запуска можно установить в качестве источника сигналов запуска измерения и переходного процесса. См. TRIGger:ACQuire:SOURce и TRIGger:TRANsient:SOURce
TOUTput	Контакт выходного сигнала запуска предназначен для генерирования сигналов запуска выходного сигнала от любой подсистемы, настроенной в качестве источника сигналов запуска выходного сигнала.
Common	Применяется только к контакту 8. Подключение к заземлению.

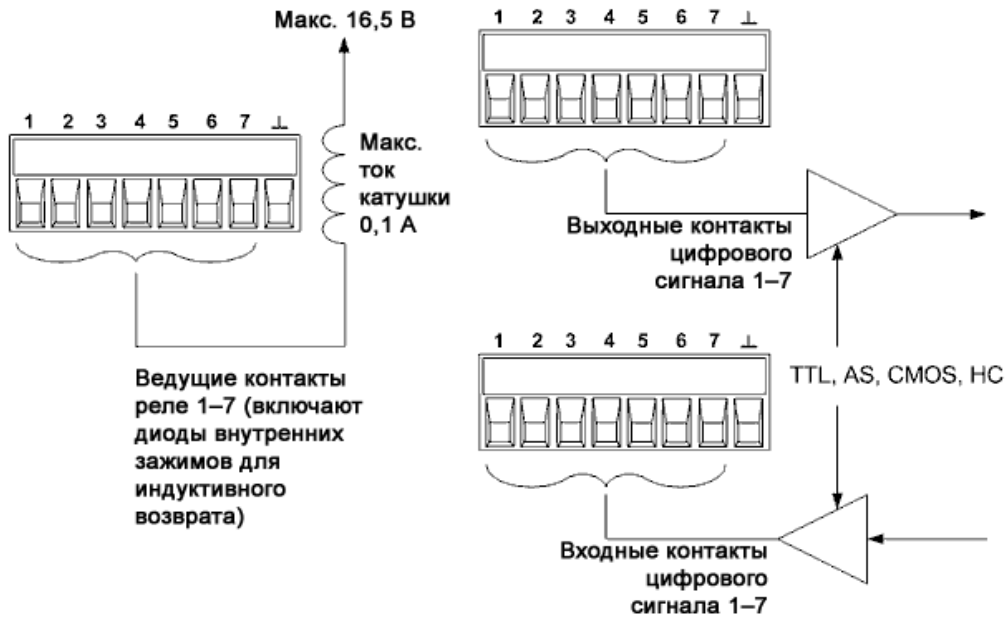
Кроме настройки функций для каждого контакта можно также настраивать полярность сигнала (положительный или отрицательный сигнал). POSitive для сигналов уровня обозначает высокий уровень напряжения на контакте. NEGative обозначает низкий уровень напряжения на контакте. POSitive для сигналов перепадов обозначает положительный перепад, а NEGative – отрицательный перепад.

Двунаправленный цифровой ввод-вывод

Каждый из семи контактов можно настроить в качестве двунаправленных цифровых разъемов ввода-вывода общего назначения. Также можно настроить полярность контактов. Контакт 8 предназначен для сигнала, общего для цифровых контактов ввода-вывода. Программирование данных осуществляется с помощью следующих битовых обозначений:

Контакт	7	6	5	4	3	2	1
Обозначение в битах	6 (старший бит)	5	4	3	2	1	0 (младший бит)

Цифровой контакт ввода-вывода можно использовать для управления схемами реле и схемами цифрового интерфейса. На рисунке ниже показаны типичные соединения схем реле и схем цифрового интерфейса с помощью функций цифрового ввода-вывода



Чтобы настроить контакты для цифрового ввода-вывода:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \IO \DigPort \Pins.</p> <p>Выберите контакт в соответствующем поле.</p> <p>В поле Function выберите Dig IO.</p> <p>В поле Polarity выберите Positive или Negative.</p> <p>Для отправки данных на контакты выберите System \IO \DigPort \Data.</p> <p>Выберите поле Data Out и введите двоичное слово.</p>	<p>Чтобы выбрать функцию контакта: DIG:PIN<1-7>:FUNC DIO</p> <p>Чтобы выбрать полярность контакта: DIG:PIN<1-7>:POL POS</p> <p>Чтобы настроить контакты 1-7 в виде «0000111»: DIG:OUTP:DATA 7</p>

Цифровой ввод

Каждый из семи контактов может быть настроен для работы в качестве цифрового входа. Также можно настроить полярность контактов. Контакт 8 предназначен для сигнала, общего для контактов цифрового ввода. Состояние контакта отражает истинное состояние поданного на него внешнего сигнала. Настройка DIGital:OUTPut:DATA не влияет на состояние контакта. Чтобы настроить контакты для цифрового ввода:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System\IO\DigPort\Pins.</p> <p>Выберите контакт в соответствующем поле.</p> <p>В поле Function выберите Dig In.</p> <p>В поле Polarity выберите Positive или Negative.</p> <p>Для считывания данных с контактов выберите System\IO\DigPort\Data.</p> <p>Входные данные будут отображаться как двоичное число в поле «Data In».</p>	<p>Чтобы выбрать функцию контакта: DIG:PIN<1-7>:FUNC DINP</p> <p>Чтобы выбрать полярность контакта: DIG:PIN<1-7>:POL POS</p> <p>Чтобы считать данные с контактов: DIG:INP:DATA?</p>

Expression<1-8>

Примечание Полное описание возможностей разводки сигнала прибора см. в разделе [Разводка сигналов с помощью выражений](#).

Для каждого из семи контактов можно настроить пользовательское управляющее выражение. Также можно настроить полярность контактов. Контакт 8 предназначен для сигнала, общего для контактов, для которых используются выражения. Чтобы настроить использование выражений для контактов:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System\IO\DigPort\Pins.</p> <p>Выберите контакт в соответствующем поле.</p> <p>В поле Function выберите одну из восьми функций EXPReSSion.</p> <p>В поле Polarity выберите Positive или Negative.</p>	<p>Чтобы выбрать функцию контакта: DIG:PIN<1-7>:FUNC EXPR1</p> <p>Чтобы выбрать полярность контакта: DIG:PIN<1-7>:POL POS</p>

Ввод-вывод внешнего сигнала запуска

Каждый из семи контактов можно настроить для передачи входных или выходных сигналов запуска. Также можно настроить полярность контактов. При программировании полярности сигнала запуска элемент POSitive обозначает положительный перепад, а NEGative – отрицательный перепад. Контакт 8 предназначен для сигнала, общего для контактов для передачи сигналов запуска. Описание системы запуска см. в разделе [Обзор системы запуска](#).

Если контакт настроен как вход запускающего сигнала, на него можно подавать как отрицательные, так и положительные импульсы. Задержка запуска составляет 5 микросекунд. Минимальная длительность положительного импульса равна 4 микросекунды, отрицательного — 10 микросекунд. Полярность контакта определяет, какой перепад будет генерировать событие запуска.

Если контакт настроен для передачи выходного сигнала запуска, при передаче выходного сигнала запуска целевой контакт сигнала запуска сгенерирует импульс шириной 10 микросекунд. В зависимости от настройки

полярности импульс может быть положительным (положительный перепад) или отрицательным (отрицательный перепад) относительно общего сигнала.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \IO \DigPort \Pins.</p> <p>Выберите контакт в соответствующем поле.</p> <p>В поле Function выберите функцию ввода сигнала запуска или вывода сигнала запуска.</p> <p>В поле Polarity выберите Positive или Negative.</p>	<p>Настройка контакта 1 для работы в качестве выхода запускающего сигнала: DIG:PIN1:FUNC TOUT</p> <p>Настройка контакта 2 для работы в качестве входа запускающего сигнала: DIG:PIN2:FUNC TINP</p> <p>Чтобы выбрать полярность контакта: DIG:PIN1:POL POS DIG:PIN2:POL POS</p>

Вывод сигнала ошибки

Контакты 1 и 2 можно настроить для работы в качестве выхода сигнала ошибки. Функция выходного сигнала сбоя позволяет генерировать на цифровом порте сигнал срабатывания защиты в случае возникновения соответствующего условия. Список сигналов защиты см. в разделе [Программирование защиты выходного сигнала](#).

Для этой функции будут использоваться контакты 1 и 2. Контакт 1 предназначен для выходного сигнала сбоя, контакт 2 предназначен для общего сигнала для контакта 1. Благодаря этому образуется оптоизолированный выход. Полярность контакта 1 также настраивается. Если выбрана полярность контакта POSitive, при возникновении условия срабатывания защиты будет передан изолированный выходной сигнал. Обратите внимание, что выходной сигнал сбоя не будет выключен, пока не будет устранено условие, вызывающее срабатывание защиты, и не будет выполнен сброс защитной схемы, как описано в разделе [Сброс функций защиты](#).

Примечание Функция, установленная на контакте 2, будет игнорироваться. Контакт 2 необходимо присоединить к контакту заземления внешней схемы.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \IO \DigPort \Pins.</p> <p>Выберите контакт 1, затем функцию, затем элемент Fault Out.</p> <p>В поле Polarity выберите Positive или Negative.</p>	<p>Настройка вывода сигнала ошибки: DIG:PIN1:FUNC FAUL</p> <p>Чтобы выбрать полярность контакта: DIG:PIN1:POL POS</p>

Ввод запрещающего сигнала

Контакт 3 может быть настроен для работы в качестве ввода удаленного запрещающего сигнала. Функция ввода запрещающего сигнала позволяет управлять состоянием выходного сигнала на приборе с помощью входного сигнала от внешнего устройства. Запуск входного напряжения выполняется уровнем напряжения. Задержка сигнала составляет 5 микросекунд. Контакт 8 предназначен для передачи общего сигнала для контакта 3.

Можно запрограммировать следующие энергонезависимые режимы ввода запрещающего сигнала:

Программирование цифрового порта

Режим фиксации **LATChing**: переход в состояние логической единицы на вводе запрещающего сигнала отключает все выходы. После приема запрещающего сигнала выходной сигнал останется выключенным.

LIVE позволяет использовать ввод запрещающего сигнала для управления состоянием разрешенного выходного сигнала. Если ввод запрещающего сигнала является истинным, выходной сигнал будет выключен. Если ввод запрещающего сигнала является ложным, выходной сигнал будет повторно активирован.

OFF – ввод запрещающего сигнала игнорируется.

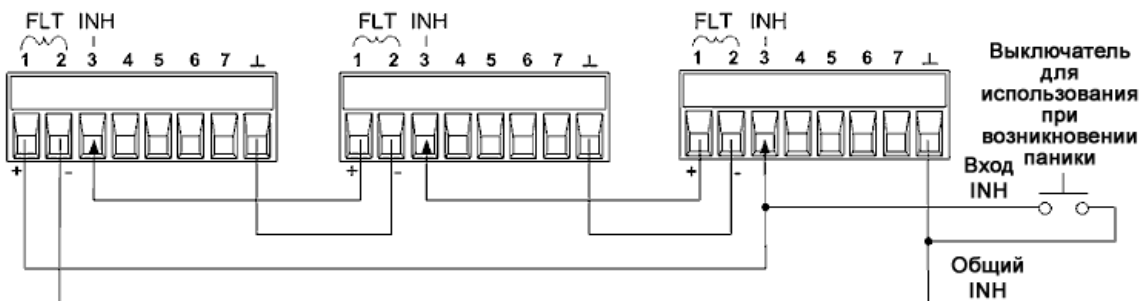
Чтобы настроить функцию ввода запрещающего сигнала:

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \IO \DigPort \Pins .	Чтобы выбрать функцию запрещающего сигнала: DIG:PIN3:FUNC INH
Выберите контакт 3, затем функцию, затем элемент Inhibit In.	Чтобы выбрать полярность контакта: DIG:PIN3:POL POS
В поле Polarity выберите Positive или Negative.	Чтобы установить режим фиксированного запрещающего сигнала: OUTP:INH:MODE LATC
Выберите Protect \Inhibit .	Чтобы установить режим интерактивного запрещающего сигнала: OUTP:INH:MODE LIVE
После этого выберите режим фиксации или интерактивный режим.	Отключение запрещающего сигнала: OUTP:INH:MODE OFF
Чтобы деактивировать запрещающий сигнал, выберите Off.	

Защита системы при сигнале сбоя/запрета

Как показано на рисунке ниже, если выходные сигналы сбоя и входные сигналы запрета на различных приборах являются шлейфовыми, при возникновении условия срабатывания защиты на одном из устройств все выходные сигналы будут выключены без участия контроллера или внешних схем. Обратите внимание, что при таком использовании сигналов сбоя/запрета у них должна быть одинаковая полярность.

Также на рисунке показано, что ввод запрещающего сигнала можно соединить с ручным переключателем или внешним управляющим сигналом, который будет закорачивать контакт запрещающего сигнала на общий, если это потребуется для выключения всех выходных сигналов. В этом случае для всех контактов необходимо установить **отрицательную** полярность. Выход сигнала ошибки можно также использовать для управления внешней релейной цепью или для подачи сигнала другим устройствам при возникновении ошибки защиты.



Сброс срабатывания защиты системы

Чтобы вернуть все приборы в нормальный рабочий режим после того, как в цепочечной схеме защиты возникло состояние ошибки, необходимо устранить два состояния ошибки:

1. Исходную ошибку защиты или внешний запрещающий сигнал.
2. Переданный далее по цепочке сигнал ошибки, который был инициирован запрещающим сигналом.

Примечание Даже если исходное состояние ошибки или запрещающий сигнал будут устранены, сигнал ошибки останется активным и будет по-прежнему удерживать в отключенном состоянии выходы всех устройств.

Чтобы удалить сигнал ошибки, передаваемый по цепочке, если рабочим режимом для ввода запрещающего сигнала является интерактивный режим, просто удалите защиту вывода на ЛЮБОМ устройстве, как описано в разделе **Сброс функций защиты**. Если рабочим режимом для ввода запрещающего сигнала является режим фиксации, отключите ввод запрещающего сигнала отдельно на ВСЕХ устройствах. Чтобы снова активировать цепочку, необходимо снова установить режим фиксации для ввода запрещающего сигнала каждого блока.

Управление объединенными выходными сигналами

С помощью этой функции можно соединять между собой несколько приборов и синхронизировать на них последовательность операций включения/выключения выходного сигнала. Устройства, на которых будет выполняться управление последовательностью операций, должны быть подсоединены к другим устройствам.

1. Объедините выходные сигналы на всех устройствах, как описано в разделе **Установка последовательности операций вывода**.
2. Установите смещение задержки для каждого отдельного устройства в соответствии с наибольшим смещением задержки группы.
3. Присоедините и настройте контакты цифрового разъема устройств, на которых будет выполняться управление последовательностью операций, как показано ниже.

Для объединения можно использовать только контакты 4–7. Указанные контакты функционируют как входы и выходы: отрицательный перепад на одном контакте выступает в качестве сигнала последовательности для других контактов. Программирование полярности контактов невозможно; для них всегда используется значение NEGative.



В этом примере контакт 6 настроен для управления включением выходного сигнала. Контакт 7 настроен для управления выключением выходного сигнала. Контакт заземления соединен с контактом общего сигнала.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System\IO\DigPort\Pins.</p> <p>Выберите контакт 6, затем функцию и объединение.</p> <p>Выберите Pins., pin7, затем функцию и разьединение.</p> <p>Выполните эти действия для устройства 2 и 3.</p>	<p>Чтобы настроить контакт 6 на устройстве 1 для управления включением выходного сигнала:</p> <p>DIG:PIN6:FUNC ONC</p> <p>Чтобы настроить контакт 7 на устройстве 1 для управления выключением выходного сигнала:</p> <p>DIG:PIN7:FUNC OFFC</p> <p>Используйте эти команды для устройства 2 и 3.</p>

После того, как синхронизация настроена и включена, включение или отключение любого из спаренных блоков приведет к включению или отключению всех спаренных блоков на всех настроенных соответствующим образом блоках с заданными пользователем задержками.

Регистрация данных во внешний журнал (электронный журнал)

Только для моделей N7900

Выберите функцию и диапазон измерений

Укажите период интеграции

Выберите источник сигнала запуска функции Elog

Активация и запуск функции Elog

Регулярно выполняйте извлечение данных

Прекращение регистрации в электронный журнал

Регистрация данных во внешний журнал

Примечание Функция регистрации данных во внешний журнал может быть запрограммирована только с помощью команд SCPI.

Модели Keysight N7900 имеют функцию внешней регистрации данных (Elog), с помощью которой можно непрерывно регистрировать измерения напряжения и тока. Регистрация данных является внешней функцией прибора, поскольку ее можно использовать только с помощью команд SCPI. Данные измерений напряжения и тока временно сохраняются в буфере FIFO (в буфере обратного магазинного типа) прибора. Однако емкости этого буфера достаточно для хранения данных измерений, собранных в течение 20 секунд. Это означает, что необходимо периодически переносить данные из внутреннего буфера на внешний накопитель; в противном случае данные в буфере будут заменяться на более новые.

В таблице ниже представлены данные о различных функциях регистрации данных.

Функция	Описание
Хранение данных	Сохранение измерений, собранных в течение 20 секунд, в буфере. Периодически необходимо считывание данных измерений с помощью компьютера во избежание переполнения внутреннего буфера. На компьютере должна быть доступна функция хранения данных на внешнем накопителе.
Функции измерений	Можно регистрировать напряжение и силу тока выходного сигнала.
Период интеграции	Минимальный период интеграции составляет 102,4 микросекунды для одного параметра с форматом данных REAL. Во время установленного периода интеграции выполняется усреднение выборок и отслеживание минимального и максимального значения.
Просмотр данных	Просмотр и управление данных на лицевой панели невозможно. Предполагается сбор и просмотр данных с помощью внешних устройств.

Обратите внимание, что в функции Elog для выполнения измерений используется процесс запуска сбора данных.

Выберите функцию и диапазон измерений

С помощью следующих команд можно выбрать функцию измерения:

Лицевая панель	Команда SCPI
Недоступно	Чтобы включить измерения напряжения и тока: SENS:ELOG:FUNC:VOLT ON SENS:ELOG:FUNC:CURR ON Чтобы включить измерения минимального/максимального значения: SENS:ELOG:FUNC:VOLT:MINM ON SENS:ELOG:FUNC:CURR:MINM ON

В моделях Keysight N7900 доступны два диапазона измерений силы тока: диапазон высоких значений и диапазон низких значений (см. [спецификации](#)). Функция плавного изменения диапазона силы тока позволяет убедиться в том, что никакие данные не будут утеряны при переключении диапазонов значений. Функция плавного изменения диапазонов активирована по умолчанию. Для разрешения плавного изменения диапазона измерений силы тока используются следующие команды:

Лицевая панель	Команда SCPI
Недоступно	Чтобы включить плавное автоматическое определение диапазона для elog: SENS:ELOG:CURR:RANG:AUTO ON

Укажите период интеграции

Период интеграции может быть установлен в диапазоне от 102,4 микросекунды (минимальный) до 60 секунд (максимальный).

Лицевая панель	Команда SCPI
Недоступно	Чтобы установить период интеграции, равный 600 микросекундам: SENS:ELOG:PER 0.0006

Во время периода интеграции выполняется усреднение выборок Elog и отслеживание минимального и максимального значения. После завершения периода интеграции среднее, минимальное и максимальное значение добавляется во внутренний буфер FIFO.

Несмотря на то, что абсолютный минимальный период интеграции составляет 102,4 микросекунды, фактическое минимальное значение зависит от числа регистрируемых измерений. Период интеграции можно рассчитать по формуле: 102,4_микросекунды X число_измерений. Например:

102,4 микросекунды: 1 измерение (напряжение или ток)

204,8 микросекунды: 2 измерения (напряжение и ток)

409,6 микросекунды: 4 измерения (напряжение + минимальное значение + максимальное значение + ток)

Если установленный период интеграции равен или близок к минимальному интервалу регистрации, необходимо установить двоичный формат данных. Если формат REAL не выбран, для данных будет использоваться формат ASCII, а минимальные интервалы регистрации будут до пяти раз длиннее, чем минимальные интервалы, которых можно достичь при использовании двоичного формата.

Лицевая панель	Команда SCPI
Недоступно	Чтобы установить формат данных REAL: FORM[:DATA] REAL

Выберите источник сигнала запуска функции Elog

Команда TRIGger:ELOG генерирует мгновенный сигнал запуска независимо от источника сигнала запуска. Если эта команда не используется, выберите один из следующих источников запуска:

Источник сигнала запуска	Описание
Bus	Запуск по сигналу устройства, *TRG или <GET> (запуск группового выполнения).
External	Выбор ЛЮБОГО контакта, настроенного в качестве входного разъема для сигнала запуска, на цифровом порте управления.
Immediate	Запуск переходной характеристики при отправке команды INITiate.
Pin <1-7>	Выбор определенного контакта с номером <n>, который настроен в качестве входного разъема для сигнала запуска на цифровом порте управления.

Используйте следующие команды для выбора одного из доступных источников сигнала запуска:

Лицевая панель	Команда SCPI
Недоступно	Выбор сигналов запуска по шине: TRIG:TRAN:SOUR BUS Чтобы установить в качестве сигнала запуска цифровой контакт 5: TRIG:ACQ:SOUR PIN5 Чтобы установить в качестве сигнала запуска выражение 1: TRIG:ACQ:SOUR EXPR1

Активация и запуск функции Elog

После включения питания источника питания система запуска переходит в режим ожидания. В этом состоянии система запуска деактивирована и игнорирует все сигналы запуска. С помощью команды INITiate можно разрешить получение системой измерений сигналов запуска. Чтобы включить и запустить Elog:

Лицевая панель	Команда SCPI
Недоступно	Чтобы включить Elog: INIT:ELOG Чтобы запустить Elog: TRIG:ELOG Если в качестве источника сигнала запуска выбрана шина (BUS), можно также передать команду *TRG или IEEE-488 <get>.

После запуска функция Elog начнет помещать данные во внутренний буфер измерений. Поскольку емкость буфера позволяет помещать в него данные измерений, собранные в течение 20 секунд, необходимо настроить приложение компьютера на периодическое извлечение (или выборку) данных из этого буфера.

Регулярно выполняйте извлечение данных

С помощью команды FETCh можно получить необходимые элементы данных из буфера и удалить их оттуда, чтобы освободить пространство для других данных. Функция Elog будет работать, пока не будет прервана.

Одна запись Elog представляет собой набор показаний напряжения и тока, относящихся к одному временному интервалу. Конкретный формат записи зависит от функции, включенной для распознавания данных Elog. Если включены все функции, одна запись будут содержать следующие данные в указанном порядке:

- Среднее значение силы тока
- Минимальное значение силы тока
- Максимальное значение силы тока
- Среднее значение напряжения
- Минимальное значение напряжения
- Максимальное значение напряжения

Лицевая панель	Команда SCPI
Недоступно	Чтобы извлечь 1000 записей (максимум): FETC:ELOG? 1000

Данные в формате ASCII (формат по умолчанию) извлекаются в виде числовых наборов данных в формате ASCII, разделенных символом новой строки и включающих среднее/минимальное/максимальное значения, разделенные запятой. Данные в формате REAL извлекаются в виде блоков данных установленной длины, порядок байтов в которых определяется с помощью команды FORMat:BOrDer.

Прекращение регистрации в электронный журнал

Лицевая панель	Команда SCPI
Недоступно	Чтобы прервать функцию Elog: ABOR:ELOG

Запись в «черный ящик»

«Черный ящик»

Зарегистрированные данные

Состояние BBR

Интервал регистрации в BBR

Длительность записи в BBR

Операция создания снимка

Метки событий снимка

Настройка часов BBR

Выравнивание BBR

«Черный ящик»

«Черный ящик» N7908A – это функция, устанавливаемая пользователем, для выполнения непрерывной регистрации выходного напряжения, тока, мощности и состояния системы в фоновом режиме и сохранения этих данных на собственном выделенном накопителе.

Примечание

Используйте **программное обеспечение Power Assistant** для просмотра данных, записанных с помощью модуля записи «Черный ящик», после выполнения **операции съемки**. Нельзя перейти к просмотру данных модуля записи «Черный ящик» на лицевой панели или с помощью команд SCPI.

Ниже приведен список ключевых атрибутов функции модуля записи «Черный ящик».

- Система автоматически обнаруживает и подключает диск модуля записи «Черный ящик» при включении. Если «Черный ящик» отсутствует или не работает, возникает ошибка самопроверки и регистрация данных отключается. См. **Состояние BBR**.
- Регистрация включается автоматически при включении устройства и совместима со всеми источниками и функциями измерения устройства. Запись на носитель емкостью 380 Мб производится циклически.
- Доступно две частоты регистрации: одна запись каждые 10 мс или одна запись каждые 100 мс. При частоте 10 мс можно сохранять данные в течение 24 часов, после чего начнется замещение более старых данных новыми. При частоте 100 мс можно сохранять данные в течение 10 дней, после чего начнется замещение более старых данных новыми.
- Регистрация выполняется непрерывно, если устройство включено, кроме случаев, когда выполняется изменение настроек частоты регистрации или часов реального времени. В этом случае регистрация будет приостановлена и запущена снова. Регистрация также прекращается в случае сбоя питания. В этом случае регистрация возобновляется только после сброса защиты выхода пользователем при возобновлении подачи питания постоянного тока.
- После выключения и включения питания устройства данные регистрации не удаляются. Каждое включение питания устройства регистрируется как событие и сохраняется с временной меткой.

Зарегистрированные данные

В каждой записи данных автоматически сохраняются следующие данные измерений выходного сигнала:

Среднее напряжение	Средний ток	Средняя мощность
Максимальное напряжение	Максимальный ток	Максимальная мощность
Минимальное напряжение	Минимальный ток	Минимальная мощность

«Черный ящик» также позволяет регистрировать биты состояния и события. Описание состояний см. в разделе [Группа состояний, вызывающих сомнения](#). С помощью программного обеспечения **Power Assistant** можно выбирать элементы состояния.

Состояние BBR

Чтобы проверить состояние модуля записи «Черный ящик», выполните следующее.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System\BBR>Status Отобразится сообщение с информацией о состоянии модуля записи «Черный ящик».	SYST:BBR:STAT? Запрос возвращает значение true, если «Черный ящик» выполняет регистрацию.

Если из прибора извлечен диск модуля записи «Черный ящик», на экране отображается сообщение о состоянии: «BBR is enabled but drive was not detected. If removed, disable to stop error messages». Чтобы в дальнейшем не возникали ошибки самопроверки и чтобы удалить «Черный ящик» из списка модулей, нажмите клавишу Disable на экране. На экране отобразится сообщение о состоянии: «BBR is not installed».

Интервал регистрации в BBR

Чтобы установить интервал регистрации:

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System\BBR\Period Выберите значение, равное 10 мс или 100 мс.	SENS:BBR:PER 0.1 Установка интервала, равного 100 мс.

Длительность записи в BBR

Чтобы узнать длительность записи данных модуля записи «Черный ящик», выполните следующее.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \BBR \Snapshot</p> <p>Длительность записи данных «Черного ящика» в часах отобразится в поле Зарегистрированные данные.</p>	<p>SYST:BBR:TIME?</p> <p>Получение информации о длительности записи данных модуля записи «Черный ящик» в секундах.</p>

Операция создания снимка

- Перед извлечением данных «черного ящика» рекомендуется убедиться в правильности настройки системной даты и времени. См. раздел **Настройка часов BBR**.
- Можно извлечь зарегистрированные данные путем запроса снимка через лицевую панель или с помощью команд SCPI. Операция создания снимка может занять до 1 минуты. Во время создания снимка невозможно отправить запрос на создание нового снимка. На лицевой панели указывается время создания снимка в часах и процентах времени в часах. В командах SCPI указывается время в секундах.
- Для загрузки в снимок используются только наиболее новые записи данных.
- При создании снимка указанные данные копируются в отдельные файлы данных и событий.
- Файлы снимков можно вызывать и просматривать на ПК с помощью **программного обеспечения Power Assistant**.

Чтобы создать снимок записанных данных:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \BBR \Snapshot</p> <p>Введите временной интервал в поле «Snapshot». Например, значение «1,5» обозначает полтора часа. Нажмите клавишу Enter. Затем выберите элемент «Snapshot».</p> <p>В поле «Status» будет отображаться процент выполнения операции создания снимка.</p>	<p>SYST:BBR:SNAP 5400</p> <p>Укажите временной интервал в секундах. Например, для ввода значения, равного полутора часам, необходимо указать 5400 секунд.</p> <p>Чтобы узнать процент выполнения операции создания снимка, используйте следующую команду: SYST:BBR:SNAP:STAT?</p>

Метки событий снимка

«Черный ящик» использует отдельный журнал событий, который синхронизируется с журналом данных. В данные модуля записи «Черный ящик» можно добавлять пользовательские метки событий. Для этого используйте команды SCPI, поскольку элементы управления на лицевой панели не позволяют выполнять эту операцию.

- Файл регистрации событий модуля записи «Черный ящик» может содержать до 100 000 строк событий.
- Максимальная длина строки события составляет 55 символов.
- События, зарегистрированные раньше наиболее старых данных модуля записи «Черный ящик», удаляются.
- При регистрации событие регистрация данных не приостанавливается.

Запись в «черный ящик»

Регистрация события выполняется при получении команды о событии. Чтобы добавить событие в журнал событий, выполните следующее.

Лицевая панель	Команда SCPI
Недоступно	SYST:BBR:EVENT "Starting Test ABC at 10:05:02" Текст, заключенный в кавычки, сохраняется в журнале событий.

Настройка часов BBR

Часы реального времени используются для создания временных меток для данных модуля записи «Черный ящик», и эта функция является единственной функцией этих часов. При получении прибора часы реального времени настроены на время по Гринвичу. Чтобы установить часы:

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \ Preferences \ Display \ Clock . Введите дату в поля «Month», «Day» и «Year». Введите время в поля «Hour», «Minute» и «Second». Нажмите клавишу Select, чтобы применить дату время.	Чтобы установить дату: SYSTem:DATE Чтобы установить время: SYSTem:TIME

Примечание При установке часов в регистрации модуля данных «Черный ящик» возникнет интервал/пауза продолжительностью не более 1 секунды.

Выравнивание BBR

Если модуль «Черный ящик» установлен, перед выполнением каких-либо критически важных действий или тестов рекомендуется одинаково настроить часы реального времени на источнике питания и на компьютере/контроллере. Благодаря этому можно избежать возникновения ошибок, связанных со смещением времени при выполнении операций в течение длительного периода времени.

Смещение времени

Временная развертка часов реального времени имеет погрешность ± 100 имп/мин. В связи с этим временная развертка постоянно смещается относительно эталонного времени. В таблице ниже этот эффект продемонстрирован на примере измерений модуля записи «Черный ящик», выполняемых в течение длительного периода времени. Обратите внимание, что период смещения относится к частоте регистрации, равной 10 мс и 100 мс.

Время регистрации	Смещение
1 час	$\pm 0,36$ секунды
1 день	$\pm 8,64$ секунды

10 дней (требуется частота регистрации, равная 100 мс)	±86,4 секунды
--	---------------

Выравнивание BBR Методы

Метод 1. Настройте часы реального времени с помощью лицевой панели или команды SCPI, как описано выше в разделе «Настройка часов реального времени». Обратите внимание, что автоматическая синхронизация часов реального времени (RTC) с NIST, TIME.GOV и другими интернет-источниками данных времени невозможна. Для установки часов реального времени нет разъема для подключения внешних часов. Установка часов реального времени на нескольких устройствах позволяет минимизировать несоответствие во времени в записях «Черного ящика» на этих устройствах.

Метод 2. Отправьте текстовое сообщение (метку события) в журнал модуля записи «Черный ящик», используя SCPI-команду `SYSTem:BBR:EVENT "message"`. С помощью этой команды можно внести текстовую запись в журнал «Черного ящика», которая позволит зафиксировать в журнале определенное время. Например, можно отправить следующее текстовое сообщение в журнал событий: «Starting Test ABC at 10:05:02». Записи вносятся в журнал модуля записи «Черный ящик» каждые 10 мс (или 100 мс), таким образом, регистрация сообщения произойдет в течение 1 – 2 записей или 10 – 20 мс регистрации в зависимости от того, насколько быстро пользователь может считывать и отправлять данные времени на прибор. Отправка этой метки события на несколько устройств позволяет создать общую для всех записей модуля записи «Черный ящик» метку события.

Метод 3. Отправьте цифровой импульс на цифровой входной контакт, расположенный на задней панели источника питания (см. [Цифровой вход](#)). Этот цифровой импульс будет обнаружен, соответственно, для него можно настроить запуск пользовательского бита состояния. См. [Разводка сигналов с помощью выражений](#). Все биты состояния, включая пользовательские биты состояния, вносятся в журнал «Черного ящика». Таким образом, импульс будет зафиксирован в промежутке, равном 10 мс, поскольку «Черный ящик» выполняет регистрацию каждые 10 мс (или 100 мс). Отправив этот импульс на несколько устройств, пользователь создаст общую для всех записей модуля записи «Черный ящик» отметку события. Разумеется, можно сочетать последние два метода и фиксировать в журнале цифровой импульс с помощью текстового сообщения, содержащего назначение этого импульса.

Операция перераспределения тока

Разрешение функции перераспределения тока

Программирование функции включения и выключения объединенного сигнала

Запрограммируйте напряжение и силу тока выходного сигнала

Программирование ступенчатой функции для дополнительных изменений на выходе

Включение вывода и запуск дополнительных изменений на выходе

Влияние на технические характеристики

Эффекты при перераспределении тока

Введение

ВНИМАНИЕ

Повреждение оборудования Одновременно можно подключать только источники питания с одинаковым номинальным напряжением.

Перераспределение тока – это функция с аналоговым управлением, позволяющая выполнять точную регулировку выходного напряжения до 0,5 % от номинального напряжения устройства, что позволяет одновременно подключать несколько устройств при работе в режиме приоритета напряжения или тока. Таким образом, модели с одинаковым номинальным напряжением могут равномерно перераспределять ток между подключенными устройствами.

Настройка функции перераспределения тока представляет собой параллельное включение выходных контактов и присоединение кабеля перераспределения, как описано в разделе **Параллельные соединения**. Через кабель перераспределения передается аналоговый сигнал, позволяющий равномерно перераспределять ток между устройствами с одинаковым номинальным напряжением.

Также необходимо присоединить и запрограммировать сигналы на цифровых портах для включения и выключения объединенного сигнала, чтобы обеспечить синхронное включение и выключение питания прибора.

Кроме того, чтобы запрограммировать любые последующие значения выходного напряжения (или силы тока) и синхронизировать эти запрограммированные значения между устройствами, необходимо использовать генератор импульсного тока. Сконфигурируйте один из контактов цифрового порта для генерирования и приема сигнала запуска шага.

В списке ниже перечислены составляющие операции перераспределения:

- Не подключайте в параллельной конфигурации более пяти устройств, имеющих **одинаковые номинальные значения напряжения**.
- Параллельное подключение моделей N6900 и N7900 запрещено.
- Если какие-либо из параллельно подключенных устройств будут включены или выключены во время перераспределения тока, ток нагрузки будет автоматически перераспределен между имеющимися активными устройствами при условии, что требуемый ток нагрузки находится в пределах допустимой нагрузки по току для текущих активных устройств.
- В режиме перераспределения тока можно использовать устройства с различной мощностью (1 кВт и 2 кВт), если они имеют одинаковое номинальное напряжение. Это позволяет превзойти возможности устройств мощностью 2 кВт, имеющих более широкий диапазон допустимых нагрузок по току.

- Чтобы определить общий ток нагрузки, необходимо вычислить сумму показаний силы тока выходного сигнала на отдельных параллельно подключенных устройствах.

Разрешение функции перераспределения тока

Таким образом можно настроить прибор для работы при параллельном или непараллельном подключении с использованием кабеля перераспределения тока. В активном режиме перераспределения тока на лицевой панели горит индикатор состояния «P», обозначающий, что функция перераспределения активирована и реле перераспределения закрыто для обеспечения подключения прибора к шине перераспределения.

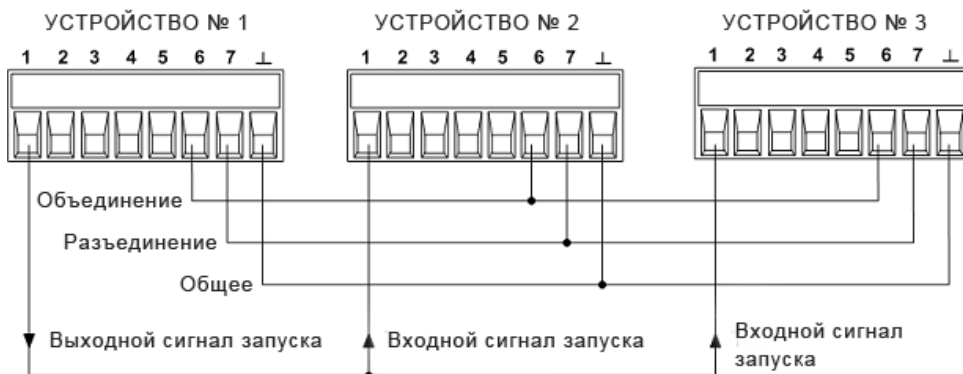
Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Output\Advanced\CurrSharing Установите флажок Enable current sharing, чтобы включить перераспределение тока.	Разрешение перераспределения тока: CURR:SHAR ON

Примечание

После выключения вывода реле перераспределения будет автоматически разомкнуто для отключения устройства от шины перераспределения.

Программирование функции включения и выключения объединенного сигнала

Для получения более подробной информации см. раздел [Управление объединенными выходными сигналами](#). Присоедините сигнал для включения и выключения объединенного сигнала к параллельно подключенным устройствам, как показано на рисунке ниже.



Запрограммируйте контакт 6 в качестве контакта для включения объединенного сигнала, а контакт 7 – в качестве контакта для выключения объединенного сигнала. Этот параметр сохраняется в энергонезависимой памяти.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System\IO\DigPort\Pins Выберите контакт 6, затем функцию и объединение. Выберите контакт 7, затем функцию и разъединение.	Установка контакт 6 в качестве контакта для включения объединенного сигнала: DIG:PIN6:FUNC ONC Установка контакт 7 в качестве контакта для выключения объединенного сигнала: DIG:PIN6:FUNC OFFC

Операция перераспределения тока

Активируйте функцию включения и выключения объединенного сигнала. Этот параметр сохраняется в энергонезависимой памяти.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Output\Sequence\Couple Установите флажок Enable, чтобы разрешить объединение выходного сигнала.	Включение объединения выходного сигнала: OUTP:COUP ON

Не нужно указывать задержку включения, задержку выключения или смещение задержки.

Запрограммируйте напряжение и силу тока выходного сигнала

Для получения более подробной информации см. раздел [Установка выходного напряжения](#) и [Установка выходного тока](#).

В режиме приоритета напряжения

- Запрограммируйте одинаковое выходное напряжение для всех параллельно подключенных устройств.
- Установите предельное значение тока для каждого параллельно подключенного устройства в соответствии со следующими равенствами. Это позволит всем устройствам перераспределять ток, пока не будет достигнуто общее предельное значение тока, которое равно сумме всех предельных значений тока отдельных устройств.

Для каждого устройства мощностью 1 кВт: $I_{CL_1kW} = I_{CL_TOTAL} / (N_T + N_{2kW})^*$

Для каждого устройства мощностью 2 кВт: $I_{CL_2kW} = 2(I_{CL_TOTAL}) / (N_T + N_{2kW})$

где:

I_{CL_1kW} – настройка предельного значения тока на устройстве мощностью 1 кВт

I_{CL_2kW} – настройка предельного значения тока на устройстве мощностью 2 кВт

I_{CL_TOTAL} – общая сумма всех предельных значений тока отдельных устройств

N_T – общее число параллельно подключенных устройств с любыми номинальными характеристиками

N_{2kW} – это общее число параллельно подключенных устройств мощностью 2 кВт

*Если устройства мощностью 2 кВт не используются, то $N_{2kW} = 0$.

Обратите внимание, что в конфигурации, включающей устройства различной мощности, для устройств мощностью 2 кВт необходимо установить предельное значение тока, в два раза больше аналогичного значения на устройствах мощностью 1 кВт. Это необходимо, поскольку в конфигурации, включающей устройства различной мощности, каждое устройство мощностью 2 кВт будет потреблять ток вдвое больше, чем каждое устройство мощностью 1 кВт.

При достижении одним из параллельно подключенных устройств предельного значения тока выходной ток этого устройства будет ограничен заданным значением.

В режиме приоритета тока

- Установите одинаковое предельное напряжение для всех параллельно подключенных устройств.
- Для перераспределения тока запрограммируйте значение тока для каждого параллельно подключенного устройства в соответствии с равенством, приведенным выше. Общий выходной ток равен сумме всех значений тока отдельных устройств.

Обратите внимание, что в режиме приоритета тока перераспределение тока между подключенными устройствами будет выполняться, только если все устройства работают в режиме ограничения напряжения, когда сигнализатор состояния VL+ активирован.


Программирование ступенчатой функции для дополнительных изменений на выходе

Для получения более подробной информации см. раздел [Программирование переходной характеристики шага](#). Присоедините сигнал запуска к параллельно подключенным устройствам, как показано на рисунке выше. Затем активируйте ступенчатую функцию переходной характеристики.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Transient\Mode Выберите режим напряжения или силы тока. В раскрывающемся списке выберите Step.	Чтобы активировать режим изменения напряжения: VOLT:MODE STEP Чтобы активировать режим изменения тока: CURR:MODE STEP

В режиме приоритета напряжения для переходной характеристики силы тока необходимо сохранить значение Fixed. В режиме приоритета тока для переходной характеристики напряжения необходимо сохранить значение Fixed.

Примечание

Для  можно также запрограммировать изменения на выходе, используя функции переходной характеристики списка и сигнала произвольной формы. Для получения более подробной информации см. раздел [Программирование переходной характеристики списка](#) и [Программирование сигнала произвольной формы](#).

Программирование значений шага и выбор источника выходного сигнала запуска

В режиме приоритета напряжения

- Запрограммируйте одинаковое значение шага выходного напряжения для всех параллельно подключенных устройств.

В режиме приоритета тока

- Запрограммируйте значение шага тока для каждого параллельно подключенного устройства в соответствии с равенствами, приведенными выше. Общий выходной ток равен сумме всех значений тока отдельных устройств.

Операция перераспределения тока

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Transient\Step Установите флажок рядом с параметром напряжения для запуска или силы тока для запуска и введите значение шага.	В режиме приоритета напряжения: VOLT:TRIG <значение> В режиме приоритета по току: CURR:TRIG <значение>

Установите «главное» устройство (устройство 1) в качестве источника сигнала запуска шага.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Transient\Step Установите флажок Enable Trigger Output.	Выбор ступенчатой функции в качестве источника сигнала запуска: STEP:TOUT ON

Программирование контактов для запуска на цифровом порте

Сконфигурируйте контакт 1 в качестве источника сигнала запуска переходной характеристики на всех устройствах.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Transient\TrigSource Выберите контакт 1 в раскрывающемся списке.	Выберите источник сигнала запуска переходной характеристики: TRIG:TRAN:SOUR PIN1

Сконфигурируйте контакт 1 в качестве выходного сигнала запуска для «главного» устройства (устройство 1).

Главное устройство будет производить сигнал запуска для синхронизации всех устройств.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System\IO\DigPort\Pins Выберите контакт 1, затем выберите функцию выходного сигнала запуска. Обратите внимание, что полярность должна оставаться положительной.	Выберите функцию вывода сигнала запуска: DIG:PIN1:FUNC TOUT Выберите полярность контакта: DIG:PIN1:POL POS

Сконфигурируйте контакт 1 в качестве входного сигнала запуска для остальных параллельно подключенных устройств (устройство 2, 3 и т.д.).

Эти устройства будут получать сигнал запуска от главного устройства.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System\IO\DigPort\Pins Выберите контакт 1, затем выберите функцию входного сигнала запуска. Обратите внимание, что полярность должна оставаться положительной.	Выберите функцию входного сигнала запуска: DIG:PIN1:FUNC TINP Выберите полярность контакта: DIG:PIN1:POL POS

Включение вывода и запуск дополнительных изменений на выходе

Разрешите выходные сигналы. Для всех выходных сигналов будут установлены начальные значения напряжения и силы тока.

Лицевая панель	Команда SCPI
Нажмите клавишу Output , чтобы выбрать главное устройство (устройство 1)	На главном устройстве (устройство 1): OUTP ON

Запустите системы изменения на всех устройствах.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Transient\Control Выберите Initiate.	Запуск системы запуска переходной характеристики: INIT:TRAN

Запустите дополнительные изменения на выходе. Для всех устройств будут установлены значения шага. Только на главном устройстве (устройство 1):

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите Transient\Control Выберите Trigger.	Чтобы запустить переходную характеристику шага: TRIG:TRAN

Влияние на технические характеристики

Для удобства параллельного подключения устройств в конструкцию APS внесены некоторые изменения. Благодаря этому влияние параллельно подключенных устройств на технические характеристики сведено к минимуму.

В режиме параллельного подключения устройств ни одна из технических характеристик, кроме изменения напряжения или тока стабилизированного источника питания при изменении нагрузки, не снижается. Все остальные технические характеристики, включая выходной шум, точность программирования, точность эхосчитывания и переходную характеристику, не изменяются в режиме параллельного подключения устройств. Например, переходная характеристика для конфигурации параллельно подключенных устройств равна переходной характеристике отдельного устройства.

Эффект изменения напряжения или тока стабилизированного источника питания при изменении нагрузки

При параллельном подключении двух и более устройств с включенной функцией перераспределения тока возникает небольшой дополнительный эффект нестабильности выходного напряжения по нагрузке. В самом неблагоприятном случае дополнительный эффект нестабильности выходного напряжения по нагрузке определяется следующим образом:

$$\Delta V_{OUT(WORST_CASE)} = 0,003 \% (V_{RATING})$$

Операция перераспределения тока

Для определения общего значения эффекта нестабильности выходного напряжения по нагрузке для определенного устройства необходимо добавить значение наиболее неблагоприятного случая из следующей таблицы к **характеристике изменения напряжения или тока стабилизированного источника питания при изменении нагрузки CV** для каждого устройства параллельного подключения.

Эти значения наиболее неблагоприятного случая для каждого из устройств определяются на основе их номинального напряжения.

V_{RATED}	$\Delta V_{OUT(WORST_CASE)}$
9 В	0,27 мВ
20 В	0,60 мВ
40 В	1,20 мВ
60 В	1,80 мВ
80 В	2,40 мВ
120 В	3,60 мВ
160 В	4,80 мВ

Пример. Конфигурация содержит два параллельно подключенных устройства с напряжением 80 В. Согласно таблице сверху эффект нестабильности выхода по нагрузке в режиме перераспределения тока равен 2,4 мВ. Техническая характеристика нестабильности выхода по нагрузке CV составляет 2 мВ. Таким образом, общий эффект нестабильности выходного напряжения составляет 2 мВ + 2,4 мВ или 4,4 мВ.

Эффекты при перераспределении тока

В этом разделе описаны эффекты в режиме перераспределения тока для параллельно подключенных устройств. Они влияют только на работу параллельно подключенных устройств, когда достигаются значения, близкие к установленным предельным значениям силы тока в режиме приоритета напряжения, когда достигаются значения, близкие к установленным предельным значениям напряжения в режиме приоритета тока или когда используется низкий диапазон измерений силы тока.

В конфигурации перераспределения идеального тока общий ток нагрузки равномерно распределяется между всеми параллельно подключенными источниками питания. Например, если конфигурация содержит три параллельно подключенных устройства мощностью 1 кВт и нагрузка составляет 75 А, каждое устройство мощностью 1 кВт будет добавлять в общее требуемое значение тока нагрузки *ровно* 25 А.

Однако из-за внутреннего смещения и различий в усилении между параллельно подключенными устройствами перераспределяемый ток отдельных устройств будет немного различаться. Обычно это не влияет на работу устройств или на общее значение тока нагрузки. Однако из-за этих небольших различий распределяемого тока выходной ток отдельных устройств может достигать установленного предельного значения тока раньше других устройств. В результате этого может возникать сбой перераспределения тока (CSF), что обозначает, что перераспределяемый ток на одном из устройств больше не будет распределяться одинаково с другими устройствами. Устройства продолжают распределять ток, пока все устройства не достигнут установленного предела тока. Если ток нагрузки превысит сумму предельных значений тока отдельных устройств, параллельно подключенные устройства будут переведены в режим постоянного тока, в котором будет выполняться регулирование выходного тока, а не выходного напряжения.

Другим случаем, когда отклонение в перераспределении тока может влиять на работу, является использование низкого диапазона измерений тока на моделях N7900. Отклонения перераспределения тока выше процента выходного тока, когда устройства работают на низких уровнях тока, чем когда устройства работают на высоких уровнях тока. Таким образом, при работе при менее чем 10 % от номинального выходного тока ошибки смещения при перераспределении тока между параллельно подключенными устройствами могут быть настолько велики, что могут возникать непредвиденные ошибки измерений, связанные с выходом за пределы диапазона допустимых значений, во время работы в низком диапазоне значений тока. Поэтому рекомендуется оставлять автоматический выбор диапазона измерений.

Обратите внимание, что во время перераспределения тока алгебраическая сумма значений тока, распределяемого параллельно подключенными устройствами, всегда равна общему значению тока нагрузки. Чтобы определить общий ток нагрузки, необходимо вычислить сумму показаний силы тока выходного сигнала на отдельных параллельно подключенных устройствах.

Чтобы определить отклонение тока в наиболее неблагоприятном случае при параллельном подключении устройств, см. раздел [Описание методики расчета перераспределения тока](#).

Режим понижения тока

Работа модуля рассеивания мощности

Запрос модуля рассеивания мощности

Понижение тока

Понижение тока, также называемое нисходящим программированием, представляет собой возможность направить ток на положительный контакт источника питания постоянного тока. Например, каждый раз при программировании более низкого уровня выходного напряжения источник питания понижает ток, или можно так сказать, направляет ток на положительный контакт. Это необходимо вследствие наличия накопленной энергии в выходном конденсаторе источника питания и внешней емкости нагрузки, включая электрические провода, которую необходимо сбросить, чтобы снизить напряжение на выходных терминалах.

Возможность быстро переходить с более высокого на более низкий уровень постоянного напряжения значительно уменьшает время отклика источника питания. Это наиболее часто используемая функция встроенного устройства нисходящего программирования, которая работает автоматически и предельно понятна для пользователя.

Отдельно работающий источник питания постоянного тока может непрерывно понижать ток, величиной до 10 % номинального тока, в течение неопределенного промежутка времени. Эту функцию можно использовать для быстрого нисходящего программирования большинства нагрузок, подключенных к выходу.

При использовании источника питания постоянного тока вместе с модулем рассеивания мощности Keysight N7909A источник питания может понижать ток вплоть до 100 % от номинального. В таком случае возможно понижение максимального номинального выходного тока источника питания в течение неопределенного промежутка времени. Эта функция полезна при больших емкостных нагрузках или для зарядки/разрядки аккумулятора.

Обратите внимание, что эта возможность работы источника питания постоянного тока в **двух квадрантах** в режиме источника и понижения тока позволяет плавно переключаться между этими режимами без изменения выходных характеристик источника питания или какого-либо прерывания работы. Следующие элементы управления предназначены для полноценного использования возможности работы источника питания в двух квадрантах.

Управление предельным током в режиме приоритета напряжения

При работе в режиме приоритета напряжения можно запрограммировать отрицательное или положительное **предельное значение тока**. С его помощью можно ограничить выбросы тока, которые могут возникать во время быстрого увеличения или уменьшения тока.

Управление настройкой тока в режиме приоритета тока

При работе в режиме приоритета тока можно настроить устройство таким образом, чтобы выходной ток плавно пересекал нулевое значение во время перехода от положительного к отрицательному значению и наоборот. Кроме того, при работе в квадранте отрицательного тока можно задать **настройку отрицательного тока**, чтобы поддерживать понижаемый ток на этом уровне. Это может быть необходимо, например, для разрядки батареи при постоянном токе.

Если необходимо точное управление в режимах источника и понижения тока, можно использовать **элементы управления скоростью нарастания** тока для указания скорости нарастания тока в режимах источника и понижения тока.

Работа модуля рассеивания мощности

Для моделей источников питания мощностью 1 кВт необходим один модуль рассеивания мощности Keysight N7909A для понижения 100 % от их номинального тока. Для моделей источников питания мощностью 2 кВт необходимы два модуля рассеивания мощности Keysight N7909A для понижения 100 % от их номинального тока. При подключении моделей на 2 кВт к одному модулю рассеивания мощности они могут понижать только 50 % номинального выходного тока. Для получения информации об установке см. раздел [Соединения – модуль рассеивания мощности](#).

- Каждое устройство N7909A может рассеивать мощность, равную 1 кВт.
- Для понижения тока требуется минимальное рабочее напряжение, указанное в характеристике [выходного квадранта](#).
- Модель N7909A не имеет переключателя питания. Она включается и выключается вместе с источником питания. Светодиодный индикатор устройства показывает, что устройство подключено и работает. Для получения информации о световых индикаторах на лицевой панели см. раздел [Краткое описание модуля рассеивания мощности](#). Модуль рассеивания мощности необходимо подключить **до** включения источника питания, в противном случае он не будет распознан и работать не будет. Если модуль рассеивания мощности подключен, но не работает, на источнике питания возникает ошибка самопроверки.
- Единственным отличием в работе источника питания с подключенным модулем рассеивания мощности является возможность понижения тока, возросшая с 10 до 100 % от номинального тока, при этом также увеличивается предельное значение отрицательной мощности для защиты устройства (CP-).
- Если устройство N7909A будет отключено во время работы, на источнике питания возникнет ошибка самопроверки и способность понижения тока снизится до 10 % от номинального тока. Предельное значение отрицательной мощности для защиты устройства (CP-) также снизится, в результате чего устройство может перейти в режим защиты CP-.
- Длина кабелей, используемых для подключения устройства N7909A к источнику питания, должна быть не более 1 метра. При этом ограничивается расстояние до источника питания, на котором можно разместить устройство N7909A.
- Информация от датчика температуры модуля рассеивания мощности объединяется с информацией от датчика температуры источника питания. Чтобы узнать минимальную разницу между показаниями внутренних датчиков температуры и предельным уровнем повышения температуры, используйте запрос [OUTPut:PROTection:TEMPerature:MARGin?](#).

Запрос модуля рассеивания мощности

Чтобы убедиться в том, что модуль рассеивания мощности подключен и правильно работает, помимо индикатора на его лицевой панели можно использовать запрос предельного отрицательного значения тока источника питания.

Лицевая панель	Команда SCPI
Недоступно	<p>Чтобы отправить запрос предельного отрицательного значения тока:</p> <p>CURR:LIM:NEG? MIN</p> <p>Обратите внимание, что при использовании параметра MIN будет получено наименьшее отрицательное значение тока.</p>

Если запрос предельного отрицательного значения тока возвращает значение, равное 10 % от номинального тока источника питания, значит, модуль рассеивания мощности не распознан источником питания. Выключите источник питания, убедитесь, что модуль рассеивания мощности правильно подключен, а затем снова включите источник питания.

Если запрос предельного отрицательного значения тока на моделях мощностью 1 кВт возвращает значение, равное 100 % от номинального тока источника питания, значит, модуль рассеивания мощности подключен и распознан.

Если запрос предельного отрицательного значения тока на моделях мощностью 2 кВт возвращает значение, равное 100 % от номинального тока источника питания, значит, оба модуля рассеивания мощности подключены и распознаны. Если это значение равно 50 % от номинального тока, подключен и распознан только один модуль рассеивания мощности.

Системные операции

Несмотря на то, что следующие функции не связаны напрямую с программированием выходного сигнала, с их помощью можно также управлять работой прибора.

Идентификация прибора

Устройство хранения состояний прибора

Дисплей на лицевой панели

Блокировка лицевой панели

Защита паролем

Идентификация прибора

Можно запросить номер модели, серийный номер, параметры и версию микропрограммного обеспечения. С помощью команд SCPI можно отправлять запросы *IDN? и *OPT? и получать информацию.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \About \Frame .	<p>Чтобы получить информацию о производителе, номере модели, серийном номере и версии микропрограммного обеспечения:</p> <p>*IDN?</p> <p>Чтобы получить информацию об установленных модулях:</p> <p>*OPT?</p>

Устройство хранения состояний прибора

Для сохранения состояний прибора на источнике питания доступны десять ячеек энергонезависимой памяти. Ячейки нумеруются от 0 до 9. Любое ранее сохраненное в соответствующей ячейке состояние будет перезаписано.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите States \SaveRecall.</p> <p>В поле SaveRecall укажите номер ячейки от 0 до 9. Затем нажмите Select. Выберите Save, чтобы сохранить состояние, или Recall, чтобы вызвать состояние.</p>	<p>Чтобы сохранить состояние в ячейке 1:</p> <p>*SAV 1</p> <p>Чтобы вызвать состояние из ячейки 1:</p> <p>*RCL 1</p>

Установка состояния при включении питания

На заводе-изготовителе источник питания настраивается так, что при включении питания выполняется сброс пользовательских настроек источника питания (*RST). Однако источник питания можно настроить так, чтобы при включении питания использовались настройки, сохраненные в ячейке 0.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите States\PowerOn . Выберите вызов состояния 0. Затем нажмите Select .	OUTP:PON:STAT RCL0

Дисплей на лицевой панели

В источнике питания имеется хранитель экрана лицевой панели, который существенно продлевает срок службы ЖК-дисплея, отключая его в периоды бездействия. Можно установить задержку от 30 до 999 минут с использованием шага настройки в 1 минуту. В заводской поставке хранитель экрана включается по истечении одного часа после того, как с лицевой панели или по интерфейсу была выполнена последняя операция.

Когда хранитель экрана включен, дисплей лицевой панели отключается, и светодиод рядом с сетевым выключателем меняет свой цвет с зеленого на желтый. Чтобы восстановить изображение на дисплее, достаточно нажать любую клавишу лицевой панели. При первом нажатии клавиши включится дисплей. После этого будет восстановлен нормальный режим работы этой клавиши.

Если выбрана функция активации по вводу-выводу (Wake on I/O), дисплей включается всякий раз, когда происходит обмен данными через дистанционный интерфейс. При этом также сбрасывается таймер хранителя экрана. В заводской поставке функция активации по вводу-выводу включена.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System\Preferences\Display\Saver . Включите или отключите хранитель экрана, установив или сняв флажок Screen Saver. Затем нажмите Select . В поле Saver Delay введите время задержки, по истечении которого будет включаться хранитель экрана. Чтобы дисплей включался при обмене данными через шину ввода-вывода, установите флажок Wake on I/O.	Недоступно

Установка представления на экране при включении питания

Обратите внимание, что можно указать, какие функции измерения будут отображаться на дисплее при его включении.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System\Preferences\Display\View.</p> <p>В раскрывающемся меню выберите: Voltage,Current; Voltage,Power; или Volt,Curr,Power. Затем нажмите Select.</p>	<p>Чтобы выбрать вид измерителя при включении:</p> <p>DISP:VIEW METER_VI DISP:VIEW METER_VP DISP:VIEW METER_VIP</p>

Блокировка лицевой панели

Заблокировав клавиши лицевой панели, можно предотвратить несанкционированное управление прибором с лицевой панели. Это самый надежный способ блокировки клавиш лицевой панели, так как для разблокирования необходимо ввести пароль. Этот параметр сохраняется в энергонезависимой памяти. Таким образом, лицевая панель останется заблокированной даже после выключения и повторного включения питания.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System\Preferences\Lock</p> <p>В диалоговом окне введите пароль, чтобы разблокировать лицевую панель. После этого выберите Lock.</p> <p>Меню разблокирования лицевой панели будет отображаться при каждом нажатии клавиши. Введите пароль для разблокирования лицевой панели.</p>	Недоступно

Примечание

Если пароль утерян, можно выполнить сброс пароль блокировки лицевой панели с помощью команды **SYSTem:PASSword:FPANel:RESet**. Для получения более подробной информации см. раздел [Переключатели калибровки](#).

Команда **SYSTem:COMMunicate:RLState RWLock** также позволяет блокировать и разблокировать лицевую панель. Эта команда полностью независима от функции блокировки лицевой панели. При блокировке лицевой панели с помощью этой команды лицевая панель будет разблокирована после выключения и повторного включения системы питания.

Защита паролем

С помощью пароля можно защитить все функции, доступные в меню Admin. Доступны следующие параметры: калибровка прибора, доступ к интерфейсу, сброс энергонезависимой памяти, обновление микропрограммного обеспечения, обновление пароля.

На заводе-изготовителе для пароля меню Admin установлено значение 0 (ноль). Это означает, что вводить пароль для доступа к меню Admin не требуется. Просто выберите **System\Admin>Login** и нажмите Enter. Чтобы установить пароль для меню Admin:

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \Admin \Password</p> <p>Пароль должен быть цифровым и может иметь длину до 15 цифр.</p> <p>Нажмите Select</p> <p>Выйдите из меню Admin, чтобы активировать пароль. Теперь войти в меню Admin можно будет, только предъявив правильный пароль. Введите пароль в поле Password.</p>	<p>Перейдите в режим калибровки, используя исходный пароль CAL:STAT ON, <пароль></p> <p>Чтобы изменить пароль: CAL:PASS <пароль></p> <p>Чтобы выйти из режима калибровки и активировать пароль: CAL:STAT OFF</p>

Если пароль утерян, возможность доступа можно восстановить, установив внутренний переключатель для сброса пароля до 0. Если отображается сообщение «Locked out by internal switch setting» или «Calibration is inhibited by switch setting», внутренний переключатель устанавливается в положение, запрещающее изменение пароля. Для получения более подробной информации см. раздел **Переключатели калибровки**.

Учебное пособие по режиму приоритета

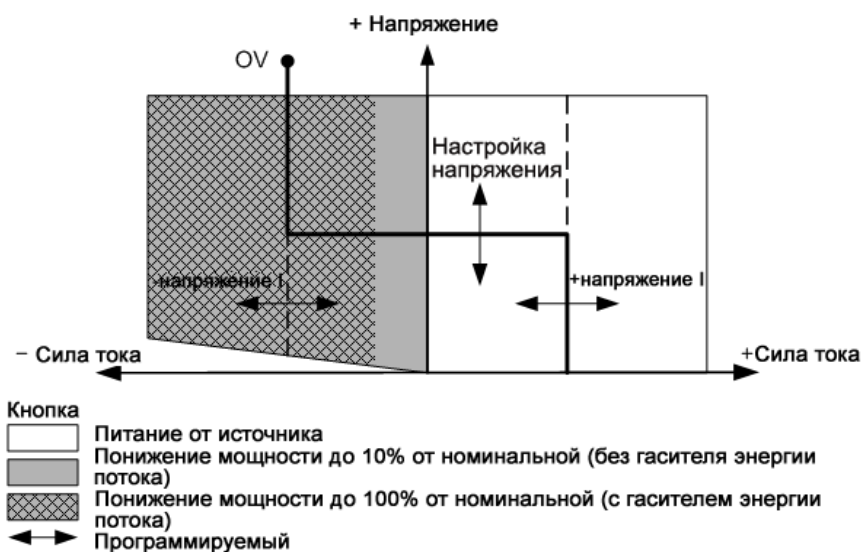
Приоритет напряжения

Приоритет тока

Приоритет напряжения

В режиме приоритета напряжения для управления выводом используется цепь обратной связи с постоянным напряжением, которая позволяет заданное значение напряжения, пока ток нагрузки находится в заданных пределах положительного или отрицательного значения тока. Режим приоритета напряжения наилучшим образом подходит при использовании резистивной или высокоимпедансной нагрузки, а также нагрузки, восприимчивой к выбросам напряжения. Не используйте режим приоритета напряжения с низкоимпедансными источниками, например батарейками, источниками питания или зарядными конденсаторами большой емкости.

В режиме приоритета напряжения необходимо установить нужное значение выходного напряжения. Также следует установить предельное значение положительного и отрицательного тока. Установленное предельное значение тока должно быть больше фактически требуемого выходного тока внешней нагрузки. На рисунке ниже показан график применения приоритета напряжения на выходе. В белых квадрантах выходной сигнал показан как источник (повышение мощности). В затемненных квадрантах выходной сигнал показан как нагрузка (понижение мощности).



Толстой сплошной линией показано местоположение возможных рабочих точек в виде функции нагрузки выходного сигнала. Горизонтальная часть линии показывает, что выходное напряжение не изменяется и остается на заданном уровне, пока ток нагрузки находится в диапазоне допустимых значений для положительного и отрицательного тока. Флаг состояния CV (постоянное напряжение) обозначает, что выходное напряжение регулируется, а выходной ток находится в установленных пределах допустимого диапазона значений.

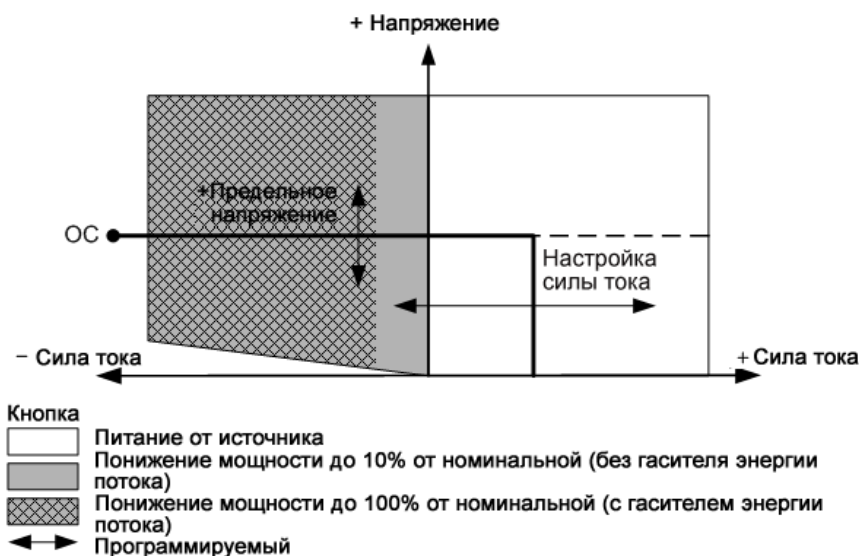
Когда выходной ток достигает предельного положительного или отрицательного значения, режим стабилизации напряжения отключается и выходное напряжение больше не поддерживается на установленном уровне. С этого момента источник питания начинает регулировать выходной ток и предельные значения тока. При достижении предельного значения тока устанавливается флаг состояния LIM+ (предельное положительное значение тока) или LIM- (предельное отрицательное значение тока). Для обозначения этих условий на лицевой панели используются метки CL+ или CL-.

Вертикальный отрезок линии нагрузки обозначает, что выходное напряжение может продолжать увеличиваться в положительном направлении или уменьшаться в отрицательном направлении, пока ток подается или выводится из устройства. Если выходное напряжение превышает значение, установленное для защиты от перегрузки по напряжению, вывод прекращается, выходные реле размыкаются и на устройстве устанавливается состояние OV (перегрузка по напряжению).

Приоритет тока

В режиме приоритета тока для управления выводом используется цепь обратной связи с биполярным постоянным током, которая позволяет поддерживать ток источника или втекающий ток на запрограммированном уровне. Выходная сила тока будет поддерживаться на запрограммированном значении, пока напряжение нагрузки будет находиться в пределах допустимых значений напряжения. Режим приоритета тока наилучшим образом подходит для использования с батарейками, источниками питания, зарядными конденсаторами большой емкости и нагрузками, восприимчивыми к выбросам тока. Он позволяет минимизировать выбросы тока во время событий программирования, включения и выключения, а также плавные переходы между положительными и отрицательными значениями тока.

В режиме приоритета тока необходимо установить нужное положительное или отрицательное значение выходного тока. Также необходимо установить предельное положительное значение напряжения. Установленное предельное значение напряжения должно быть больше фактически требуемого выходного напряжения внешней нагрузки. На рисунке ниже показан годограф в режиме приоритета тока на выходе. В белых квадрантах выходной сигнал показан как источник (повышение мощности). В затемненных квадрантах выходной сигнал показан как нагрузка (понижение мощности).



Толстой сплошной линией показано местоположение возможных рабочих точек в виде функции нагрузки выходного сигнала. Вертикальная часть линии показывает, что выходной ток не изменяется и остается на заданном уровне, пока выходное напряжение находится в диапазоне допустимых значений. Флаг состояния CC (постоянный ток) обозначает, что выходной ток регулируется, а выходное напряжение находится в установленных пределах допустимого диапазона значений.

Когда выходное напряжение достигает предельного значения, режим постоянного тока отключается и выходной ток больше не поддерживается на установленном уровне. С этого момента источник питания начинает регулировать выходное напряжение и предельные его значения. При достижении предельного значения напряжения отображается флаг состояния LIM+ (предельное положительное напряжение). На лицевой панели это условие обозначается меткой VL+.

Горизонтальный отрезок линии нагрузки показывает, что когда устройство потребляет мощность, выходной ток может продолжать увеличиваться в отрицательном направлении, поскольку ток будет течь в устройство. Это может произойти, если в качестве нагрузки используются батарейки или другие источники питания, выходное напряжение которых выше установленного предельного значения напряжения для источника питания. Когда ток превышает установленное предельное отрицательное значение перегрузки по току, вывод прекращается, выходные реле размыкаются и устанавливаются биты состояния ОС (перегрузка по току). В этом случае во избежание такого защитного отключения важно правильно установить предельное значение напряжения.

Описание методики расчета перераспределения тока

Вычисления перераспределения тока

Отклонения в перераспределении тока между устройствами одинаковой мощности (параллельное подключение устройств мощностью 1 кВт или 2 кВт)

Отклонения в перераспределении тока между устройствами разной мощности (параллельное подключение устройств мощностью 1 кВт и 2 кВт)

В этом разделе описывается процесс вычисления эффектов перераспределения тока при параллельном подключении устройств с одинаковой и разной мощностью. Они влияют только на работу параллельно подключенных устройств, когда достигаются значения, близкие к установленным предельным значениям силы тока в режиме приоритета напряжения, когда достигаются значения, близкие к установленным предельным значениям напряжения в режиме приоритета тока или когда используется низкий диапазон измерений силы тока. Описание операции перераспределения тока см. в разделе [Перераспределение тока](#).

Вычисления перераспределения тока

В конфигурации перераспределения идеального тока общий ток нагрузки равномерно распределяется между всеми параллельно подключенными источниками питания.

$$I_{OUT(1kW_IDEAL)} = I_{LOAD_TOTAL} / (N_T + N_{2kW})$$

$$I_{OUT(2kW_IDEAL)} = 2(I_{LOAD_TOTAL}) / (N_T + N_{2kW})$$

где:

I_{LOAD_TOTAL} – общий ток нагрузки

N_T – общее число параллельно подключенных устройств с любыми номинальными характеристиками

N_{2kW} – это общее число параллельно подключенных устройств мощностью 2 кВт

Разница между идеальным выходным током и фактическим выходным током для отдельного параллельно подключенного устройства может быть представлена в виде ошибки усиления G и ошибки смещения K, как показано ниже.

$$\Delta I_{OUT(WORST_CASE)} = \pm G(I_{OUT(IDEAL)}) \pm K(I_{RATING})$$

где:

G – ошибка усиления

K – ошибка смещения

В конфигурации устройств мощностью 1 кВт I_{RATING} – это номинальный ток для устройства мощностью 1 кВт

В конфигурации устройств мощностью 2 кВт I_{RATING} – это номинальный ток для устройства мощностью 2 кВт

В конфигурации устройств разной мощности I_{RATING} – это номинальный ток для устройства мощностью 2 кВт

В следующих разделах описывается процесс вычисления отклонения от идеального тока в наиболее неблагоприятном случае для каждого участвующего параллельно подключенного устройства.

Отклонения в перераспределении тока между устройствами одинаковой мощности (параллельное подключение устройств мощностью 1 кВт или 2 кВт)

В следующей таблице приведены значения усиления и смещения для параллельно подключенных устройств одинаковой мощности:

Параллельно подключенные устройства (N_T)	Ошибка усиления % (G)	Ошибка смещения % (K)	Уравнения для усиления и смещения
2	0,200	0,6	$G = 0,4 \%((N_T - 1)/N_T)$ $K = 0,6 \% (N_T - 1)$
3	0,267	1,2	
4	0,300	1,8	
5	0,320	2,4	

Пример (ток нагрузки равен 60 А) Конфигурация включает три параллельно подключенных устройства 1 кВт, 40 В, 25 А, которые потребляют общий ток нагрузки, равный 60 А. Используя значения усиления и смещения, представленные в таблице выше ($G=0,267\%$; $K=1,2\%$), можно вычислить отклонение от идеального значения перераспределяемого тока 20 А для отдельного устройства в самом худшем случае:

$$\Delta I_{OUT(WORST_CASE)} = \pm G(I_{OUT(IDEAL)}) \pm K(I_{RATING})$$

$$\Delta I_{OUT(WORST_CASE)} = \pm 0,267\%(20A) \pm 1,2\%(25A)$$

$$\Delta I_{OUT(WORST_CASE)} = \pm 0,353A$$

Обратите внимание, что процент отклонения от идеального значения увеличивается при низких значениях выходного тока, поскольку при этом будет доминировать ошибка смещения. Этот принцип распространяется на все низкие значения тока до нулевого. Если в приведенном выше примере параллельно подключенные устройства не потребляют ток (0 А), отклонение в наиболее неблагоприятном случае по-прежнему вычисляется следующим образом:

$$\Delta I_{OUT(WORST_CASE)} = \pm 0,267\%(0A) \pm 1,2\%(25A)$$

$$\Delta I_{OUT(WORST_CASE)} = \pm 0,3A$$

Отклонения в перераспределении тока между устройствами разной мощности (параллельное подключение устройств мощностью 1 кВт и 2 кВт)

Обратите внимание, что вычисление отклонения тока в этой процедуре немного сложнее, чем в предыдущей. Это связано с тем, что устройства мощностью 1 кВт и 2 кВт потребляют разные составляющие от общего тока

Описание методики расчета перераспределения тока

нагрузки. В идеальном случае устройства мощностью 2 кВт потребляют ток вдвое больше, чем устройства мощностью 1 кВт.

В следующей таблице приведены значения усиления и смещения для пяти и менее параллельно подключенных устройств различной мощности:

Параллельно подключенные устройства (N_T)	Ошибка усиления % (G)	Ошибка смещения % (K)	Уравнения для усиления и смещения
2	0,267	0,40	$G = 0,8 \%((N_T - 1)/(1 + 2(N_T - 1)))$ $K = 1,2 \%(N_T((N_T - 1,5)/(2N_T - 1)))$
3	0,320	1,08	
4	0,343	1,71	
5	0,356	2,33	

Пример (ток нагрузки, равный 300 А) Конфигурация содержит три параллельно подключенных устройства с напряжением 9 В. Мощность двух из них составляет 1 кВт, а номинальный ток равен 100 А. Мощность третьего устройства равна 2 кВт, а номинальный ток составляет 200 А. Нагрузка потребляет ток 300 А.

Сначала необходимо вычислить идеальный выходной ток устройства мощностью 1 кВт и 2 кВт. Идеальный выходной ток для устройства мощностью 1 кВт вычисляется следующим образом:

$$I_{OUT(1KW_IDEAL)} = I_{LOAD_TOTAL} / (N_T + N_{2kW})$$

$$I_{OUT(1KW_IDEAL)} = 300A / (3+1)$$

$$I_{OUT(1KW_IDEAL)} = 75A$$

Идеальный выходной ток для устройства мощностью 2 кВт вычисляется следующим образом:

$$I_{OUT(2KW_IDEAL)} = 2(I_{LOAD_TOTAL}) / (N_T + N_{2kW})$$

$$I_{OUT(2KW_IDEAL)} = 2(300A) / (3+1)$$

$$I_{OUT(2KW_IDEAL)} = 150A$$

где $N_T = 3$, $N_{1KW} = 2$ и $N_{2kW} = 1$

Обратите внимание, что общий идеальный ток равен общему току нагрузки: $2(75A) + 150A = 300A$

Теперь для определения отклонения от идеального тока в наиболее неблагоприятном случае для одного устройства мощностью 1 кВт можно использовать значения усиления и смещения для трех параллельно подключенных устройств с различной мощностью ($G=0,320\%$; $K=1,08\%$). Обратите внимание, что если в конфигурации имеются устройства различной мощности, в равенствах используется I_{2kW_RATING} для вычислений, касающихся как устройств мощностью 1 кВт, так и устройств мощностью 2 кВт.

$$\Delta I_{OUT(1KW_WORST_CASE)} = \pm G(I_{OUT(1KW_IDEAL)}) \pm K(I_{2kW_RATING})$$

$$\Delta I_{OUT(1KW_WORST_CASE)} = \pm 0,32\%(75A) \pm 1,08\%(200A)$$

$$\Delta I_{OUT(1KW_WORST_CASE)} = \pm 2,4A$$

Выполните описанную выше процедуру для устройства мощностью 2 кВт.

$$\Delta I_{\text{OUT}(2\text{KW_WORST_CASE})} = \pm G(I_{\text{OUT}(2\text{KW_IDEAL})}) \pm K(I_{2\text{KW_RATING}})$$

$$\Delta I_{\text{OUT}(2\text{KW_WORST_CASE})} = \pm 0,32 \% (150\text{A}) \pm 1,08 \% (200\text{A})$$

$$\Delta I_{\text{OUT}(2\text{KW_WORST_CASE})} = \pm 2,64\text{A}$$

Использование программного обеспечения Power Assistant

В этом разделе описаны принципы работы с программным обеспечением Keysight N7906A Power Assistant.

Использование вида Meter

Запись в «черный ящик»

Конфигурирование разводки сигналов

Установка и запуск программного обеспечения

Требования:

- Производительная система питания Keysight серии N6900/N7900
- Windows 8 (32-разрядная и 64-разрядная)
Windows 7 с пакетом обновления 1 (32-разрядная и 64-разрядная)
Windows XP с пакетом обновления 3 (32-разрядная)
- Keysight IO Libraries Suite (версия 16.3 или выше)
- Microsoft .NET Framework 4 (автономный установщик)
- Adobe Reader – для просмотра документации

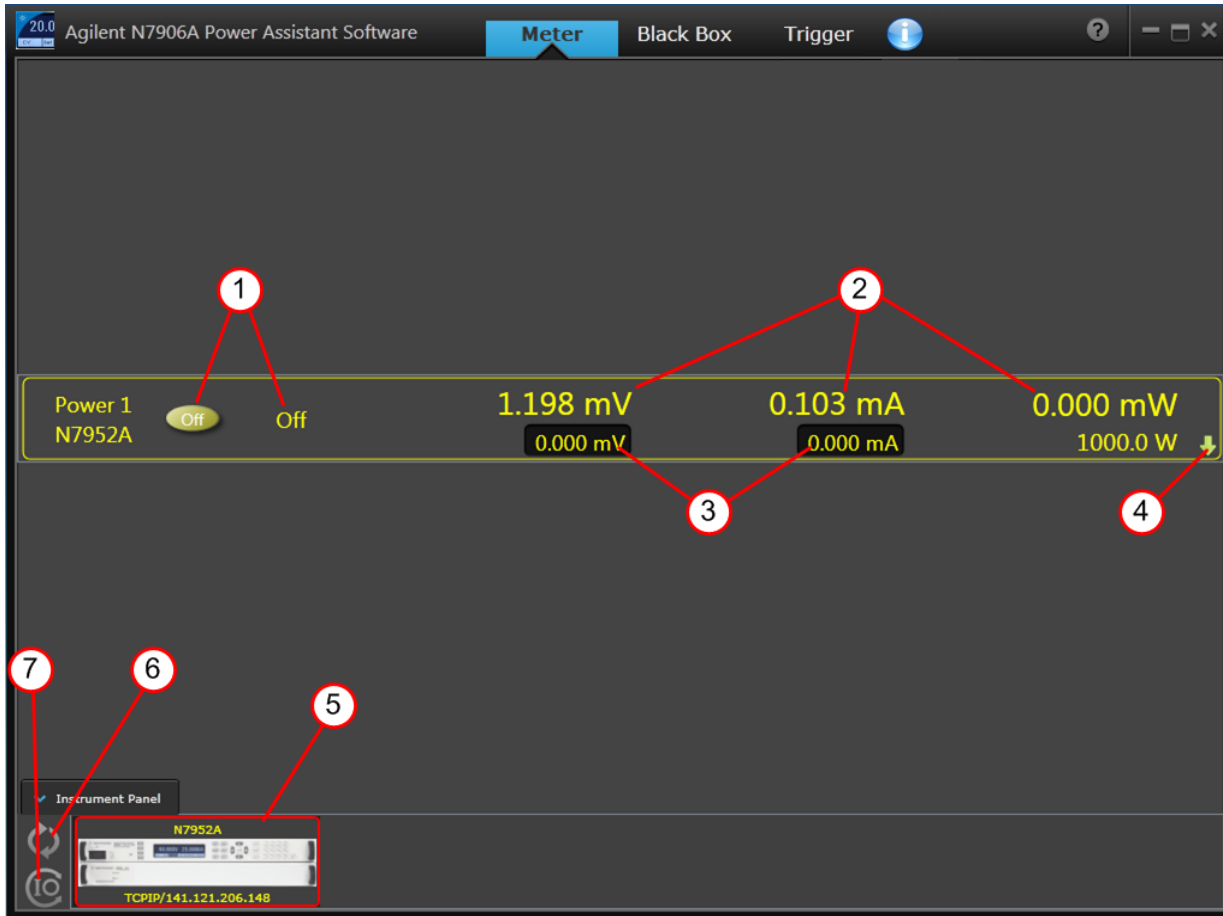
Примечание Для использования программного обеспечения Power Assistant не требуется, чтобы система Keysight Connection Expert работала, но она должна быть установлена на компьютере. Однако перед первым запуском Power Assistant необходимо с помощью Keysight Connection Expert установить подключение к прибору.

Программное обеспечение Power Assistant можно установить с компакт-диска, который входит в комплект прибора. Его также можно загрузить с сайта www.keysight.com/find/N7906A. Чтобы установить и запустить программное обеспечение, выполните следующие действия.

1. Загрузите файл AdvancedPSSoftware_Setup.exe и запустите его на компьютере. В результате будет установлено программное обеспечение Power Assistant.
2. Подключите прибор к компьютеру и запустите Keysight Connection Expert. Убедитесь, что подключение к прибору установлено.
3. Выберите значок **Keysight N7906**, чтобы запустить программное приложение Power Assistant.

Использование вида Meter

На вкладке Meter отображается лицевая панель прибора, к которому установлено подключение. В этом окне можно управлять прибором так же, как с помощью лицевой панели прибора. Выберите другую вкладку (Black Box или Trigger) для доступа к оставшимся приложениям.



Обратите внимание на следующие элементы управления:

1. Включение или выключение выхода
2. Отображение измеренных выходных значений
3. Отображение настроек выхода
4. Открытие элементов управления лицевой панели (см. ниже)
5. Отображение управляемого прибора
6. Щелкните для обновления списка приборов
7. Щелкните для запуска Keysight Connection Expert

При разворачивании элементов управления лицевой панели появляются следующие дополнительные элементы управления. С их помощью обеспечивается доступ к соответствующим элементам управления действительной лицевой панели прибора.



Конфигурирование разводки сигналов

В данном разделе рассказывается, как использовать приложение Power Assistant для конфигурирования разводки сигналов.

Сигналы разводки

Загрузка разводки

Сохранение файла разводки

Просмотр команд SCPI

Описание значков исходных элементов

Описание значков оператора

Описание значков целевых элементов

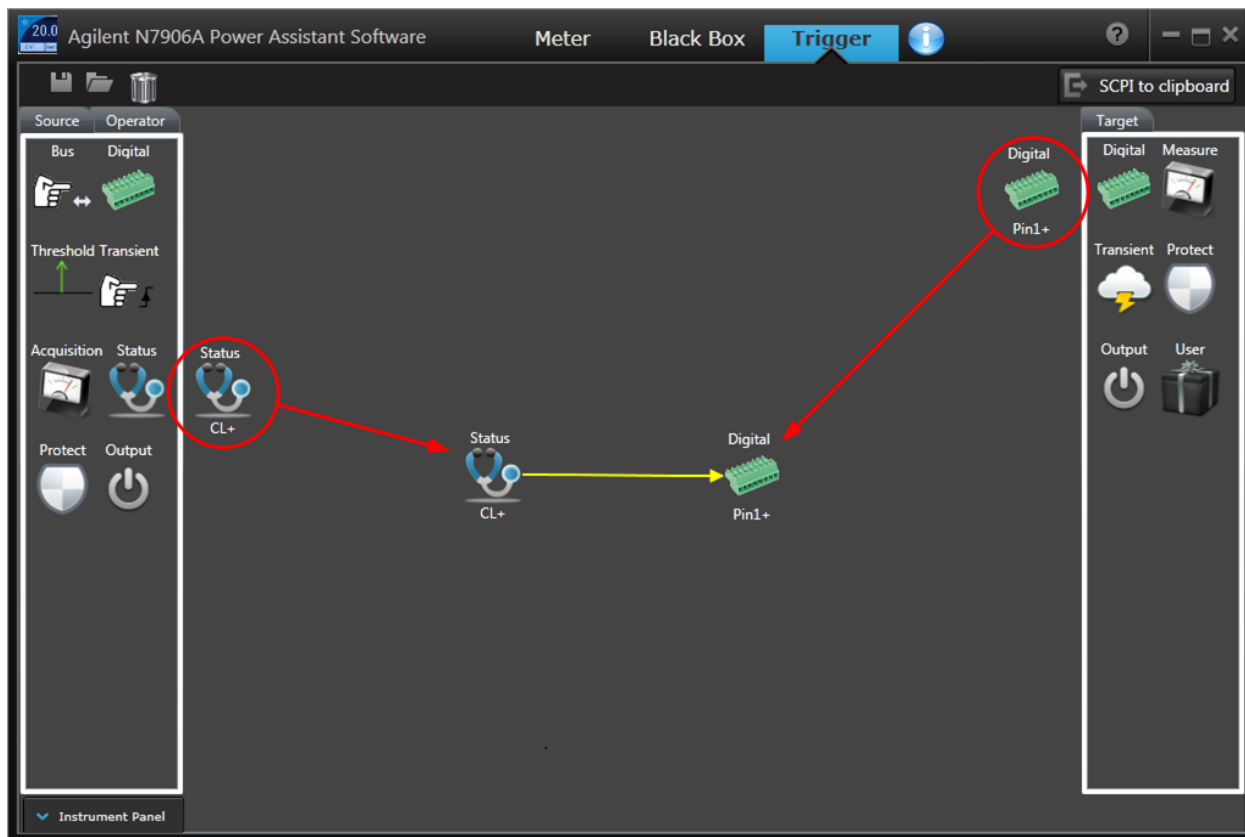
Примеры разводки сигналов

Сигналы разводки

Выберите вкладку **Trigger** в верхней части окна Power Assistant. Чтобы настроить схему разводки сигнала, выполните следующие действия.

1. Выберите источник сигнала из списка источников на панели слева. Например, щелкните значок Status, чтобы поместить его в рабочую область. Выберите элемент CL+ в раскрывающемся списке Status.
2. Выберите устройство, на которое будет отправлен сигнал, в списке Target на панели справа. Например, щелкните значок Digital, чтобы поместить его в рабочую область. Выберите контакт 1 и положительную полярность в раскрывающемся списке цифрового разъема.
3. Сдвиньте значки Status и Digital друг к другу, чтобы отобразилась желтая пунктирная линия. Продолжайте сдвигать значки, пока пунктирная линия не станет сплошной.

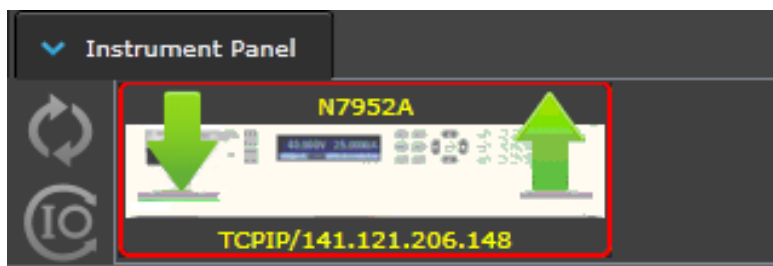
Как показано на рисунке ниже, сигнал состояния CL+ теперь направлен на контакт 1 цифрового разъема. Каждый раз при достижении предельного положительного значения тока CL+ сигнал будет направляться на контакт 1 цифрового разъема.



Загрузка разводки

По завершении разводки сигналов необходимо загрузить эту схему на прибор.

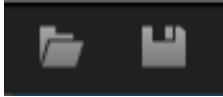
- Щелкните **Instrument Panel**, если в окне не отображается прибор, к которому выполнено подключение.
- Щелкните нужный прибор, чтобы выбрать его. Щелкните зеленую стрелку вниз, чтобы загрузить схему разводки на прибор (см. ниже).
- Если схема разводки, которую необходимо изменить, уже загружена, щелкните зеленую стрелку вверх, чтобы выгрузить схему разводки в приложение Power Assistant.



Сохранение файла разводки

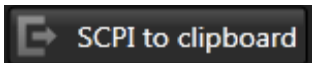
Файлы схем разводки можно сохранить на компьютере и открывать при необходимости.

- Щелкните значок **Disc** в верхней части окна, чтобы сохранить файл. По умолчанию файл расположен в папке C:\Program Files\Keysight\PowerAssistant. Переименуйте файл, поскольку файлы с именами по умолчанию заменяются при каждом сохранении нового файла.
- Щелкните значок **Folder**, чтобы открыть сохраненные файлы в приложении Power Assistant.



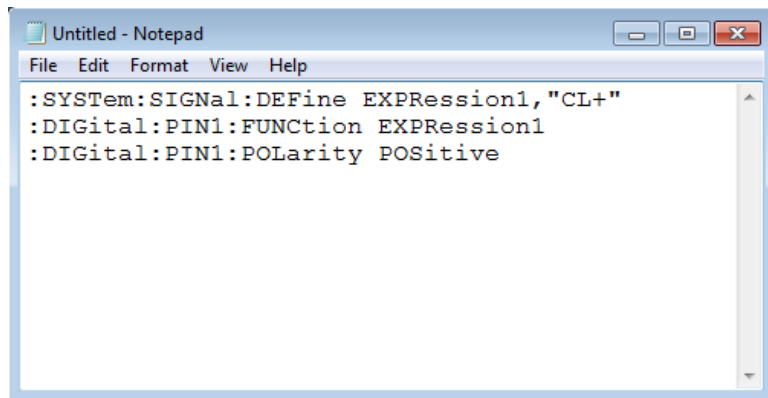
Просмотр команд SCPI

Если необходимо просмотреть исходный код для созданного выражения, выберите **SCPI to Clipboard** для копирования эквивалентных команд SCPI в буфер обмена компьютера.




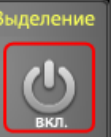


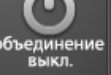

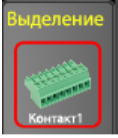







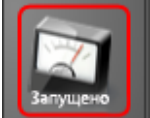
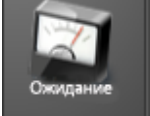

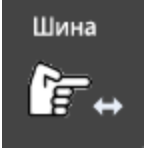
Затем вставьте содержимое файла в Блокнот или другой текстовый редактор.

На следующем рисунке показаны эквивалентные команды SCPI из приведенного выше примера, скопированные в Блокнот.

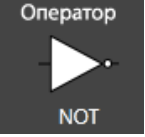
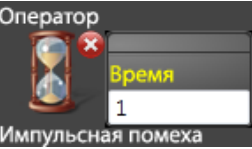


Описание значков исходных элементов

<p>Значки состояния</p> <p>Выделение</p>      <p>Разомкнутая линия распознавания</p>	<p>Если сигнал является истинным</p> <p>Регулирование выходного сигнала в режиме с постоянным напряжением</p> <p>Достигнуто положительное предельное значение силы тока выходного сигнала</p> <p>Достигнуто отрицательное предельное значение силы тока выходного сигнала</p> <p>Регулирование выходного сигнала в режиме с постоянной силой тока</p> <p>Достигнуто положительное предельное значение напряжения выходного сигнала</p> <p>Соединения для дистанционного распознавания открыты</p>	<p>Значки пороговых значений</p> <p>Выделение</p>  <p>напряжение</p>  <p>сила тока</p>  <p>мощность</p>  <p>емкость</p>  <p>энергия</p> <p>Направление</p>  <p>уровень</p> <p>1</p>	<p>Компараторы уровней генерируют истинный сигнал на основе сравнения двух входных сигналов</p> <p>Сравнение с измеренным уровнем напряжения</p> <p>Сравнение с измеренным уровнем силы тока</p> <p>Сравнение с измеренным уровнем мощности</p> <p>Сравнение с измеренным уровнем электрического заряда (ампер-часы)</p> <p>Сравнение с измеренным уровнем энергии (ватт-часы)</p> <p>Измеренный уровень больше указанного уровня</p> <p>Измеренный уровень меньше указанного уровня</p> <p>Указанный уровень</p>
<p>Значок защиты</p>  <p>Защита Любой</p>	<p>Если сигнал является истинным</p> <p>Выходной сигнал выключен в связи со срабатыванием функции защиты</p>		


<p>Значки вывода</p> <p>Выделение</p>  <p>вкл.</p>  <p>выкл.</p>  <p>объединение вкл.</p>  <p>объединение выкл.</p>  <p>задано</p>	<p>Если сигнал является истинным</p> <p>Выходной сигнал находится во включенном состоянии</p> <p>Выходной сигнал находится в выключенном состоянии</p> <p>Импульсы истинны в момент включения выходного сигнала</p> <p>Импульсы истинны в момент выключения выходного сигнала</p> <p>Выходной сигнал достиг состояния стабилизации</p>	<p>Значки цифрового сигнала</p> <p>Выделение</p>  <p>Контакт1</p> <p>...</p>  <p>Контакт7</p> <p>Полярность</p>  <p>Полярность+</p>  <p>Полярность-</p>	<p>Контакты цифрового выходного сигнала могут генерировать истинный сигнал</p> <p>Контакт цифрового порта (от 1 до 7)</p> <p>Установка переходной характеристики на переднем фронте сигнала</p> <p>Установка переходной характеристики на заднем фронте сигнала</p>
<p>Значки переходной характеристики</p> <p>Выделение</p>  <p>запуск выходного сигнала</p>  <p>ожидание</p>  <p>квалифицировано</p>  <p>активно</p>	<p>Если сигнал является истинным</p> <p>При возникновении выходного сигнала запуска (с помощью шагов или списка) импульсы истинны</p> <p>Прибор ожидает запуска переходной характеристики</p> <p>Импульсы истинны в момент запуска переходной характеристики</p> <p>Переходный процесс запущен или выполняется</p>	<p>Значки сбора данных</p> <p>Выделение</p>  <p>Запущено</p>  <p>Ожидание</p>  <p>Квалифицировано</p> <p>Значок шины</p>  <p>Шина</p>	<p>Если сигнал является истинным</p> <p>Сбор данных запущен или выполняется</p> <p>Прибор ожидает запуска сбора данных</p> <p>Импульсы истинны в момент возникновения сигнала запуска сбора данных</p> <p>Импульсы истинны при получении сигнала запуска по шине (*TRG или GET)</p>

Описание значков оператора

<p>Значок оператора Not</p> 	<p>Входной сигнал не является истинным</p>	<p>Значок задержки</p> 	<p>Задержка сигнала на установленный период времени</p>
<p>Значок оператора And</p> 	<p>Входной сигнал не является истинным</p>	<p>Значок помехи</p> 	<p>Подавление положительных импульсов, длительность которых меньше значения параметра времени защиты от кратковременных помех</p>
<p>Значок оператора Or</p> 	<p>Один из входных сигналов является истинным</p>		

Описание значков целевых элементов

<p>Значки вывода</p> <p>Выделение</p> 	<p>Если сигнал является истинным</p> <p>Включение состояния выходного сигнала</p> <p>Выключение состояния выходного сигнала</p>	<p>Пользовательские значки</p> <p>Выделение</p> 	<p>Если сигнал является истинным</p> <p>Выбор бита состояния User1</p> <p>Выбор бита состояния User2</p>
--	--	--	---

<p>Значки цифрового сигнала</p> <p>Выделение</p>  <p>Контакт 1</p> <p>...</p>  <p>Контакт 7</p> <p>Полярность</p>  <p>Полярность+</p>  <p>Полярность-</p>	<p>Контакты цифрового выходного сигнала могут генерировать истинный сигнал</p> <p>Контакт цифрового порта (от 1 до 7)</p> <p>Установка переходной характеристики на переднем фронте сигнала</p> <p>Установка переходной характеристики на заднем фронте сигнала</p>	<p>Значок защиты</p>  <p>Значок переходной характеристики</p>  <p>Значок измерения</p> 	<p>Если сигнал является истинным</p> <p>Генерирование пользовательской защиты</p> <p>Если сигнал является истинным</p> <p>Генерирование запуска переходной характеристики (для шага, списка или произвольного сигнала)</p> <p>Если сигнал является истинным</p> <p>Генерирование запуска измерения</p>
--	--	---	---

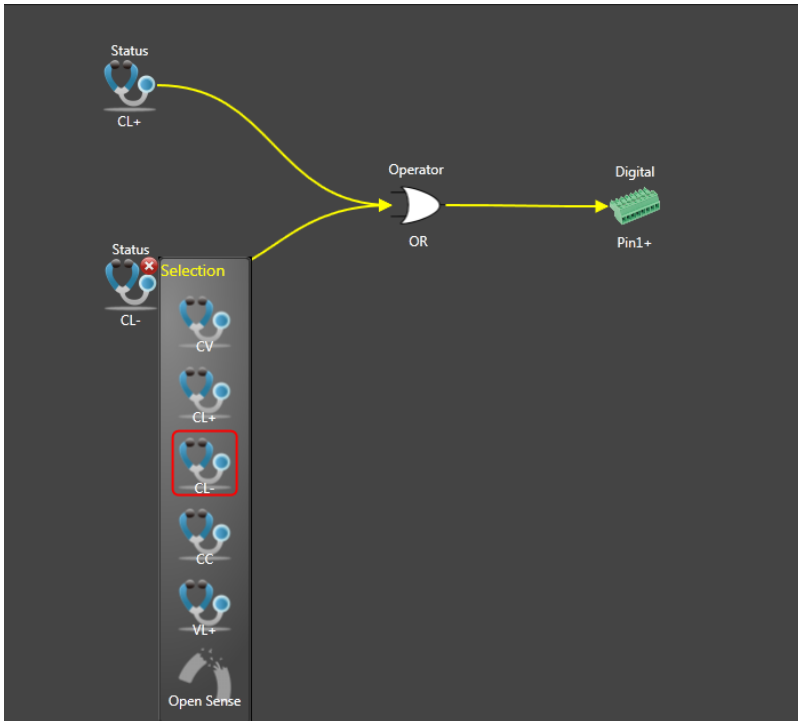
Примеры разводки сигналов

В следующих примерах показаны несколько простых схем разводки сигналов.

Пример 1 Создайте цифровой сигнал на контакте 1 цифрового порта, которому будет присвоен оператор «истина», когда сила тока выходного сигнала достигает положительного или отрицательного предельного значения:

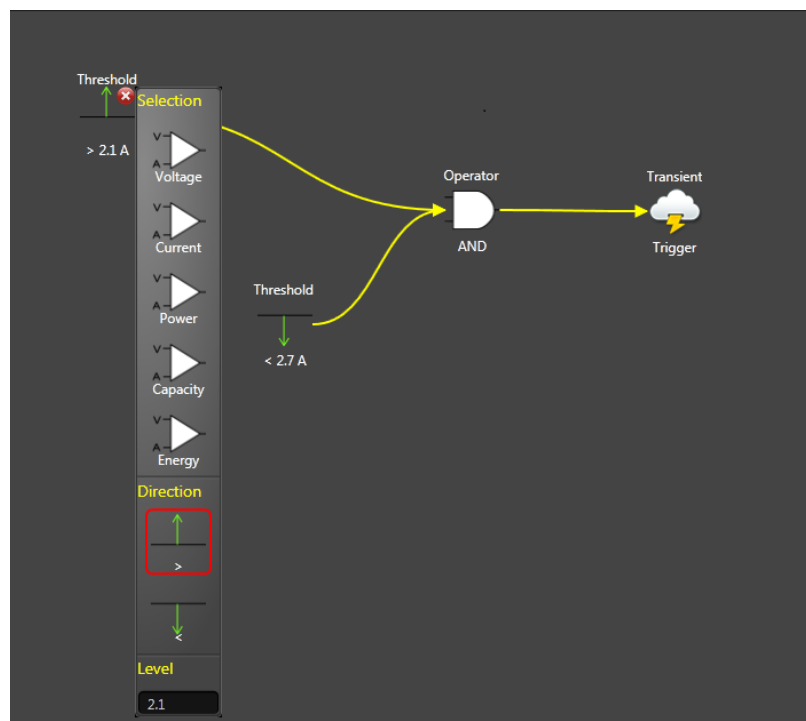
1. Выберите значок Status в списке Source, чтобы поместить его в рабочую область. Выберите CL- в раскрывающемся списке Status.
2. Выберите другой значок Status в списке Source и поместите его в рабочую область. Выберите элемент CL+ в раскрывающемся списке Status.
3. Выберите оператор OR в списке операторов, чтобы поместить его в рабочую область.
4. Перемещайте значки CL- и CL+ к входам значка Operator, чтобы отобразилась желтая сплошная соединительная линия.
5. Выберите значок Digital в списке Target, чтобы поместить его в рабочую область. Выберите контакт 1 и положительную полярность в раскрывающемся списке цифрового разъема.

6. Перемещайте значок Pin1 к выходу значка Operator, чтобы отобразилась желтая сплошная соединительная линия.



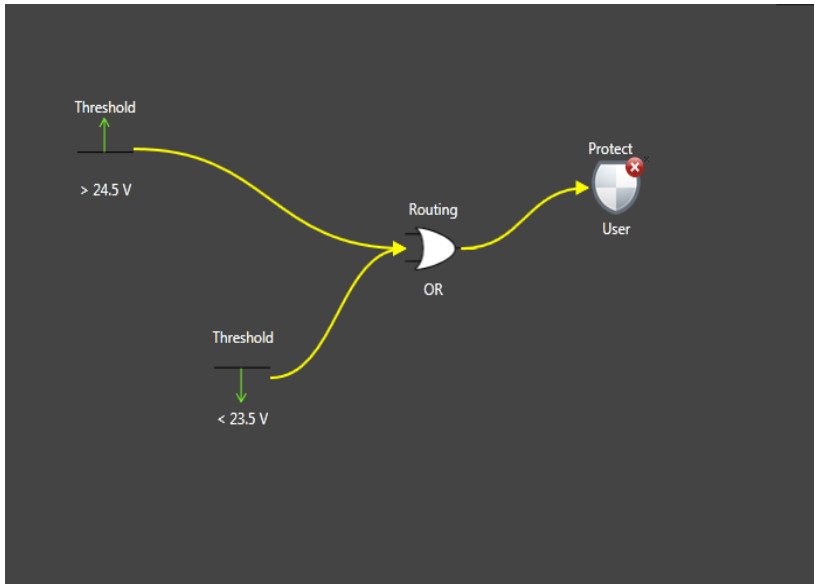
Пример 2 Создайте источник запуска, который будет инициировать переходный процесс на выходе (шаг или список), когда выходной ток будет в диапазоне от 2,1 А до 2,7 А.

1. Выберите значок порогового значения в списке источников, чтобы поместить его в рабочую область. Выберите Current, направление > и введите границу 2,1 в раскрывающемся списке Level.
2. Выберите еще один значок порогового значения в списке источников, чтобы поместить его в рабочую область. Выберите Current, направление < и введите уровень 2,7 в раскрывающемся списке Level.
3. Выберите оператор AND в списке Operator, чтобы поместить его в рабочую область.
4. Перемещайте значки пороговых значений в направлении входов на значке оператора, пока не отобразятся сплошные желтые линии соединений.
5. Выберите значок Transient в списке Target, чтобы поместить его в рабочую область. Выберите Trigger в раскрывающемся списке Transient.
6. Перемещайте значок Transient к выходу значка Operator, пока не появится желтая сплошная соединительная линия.



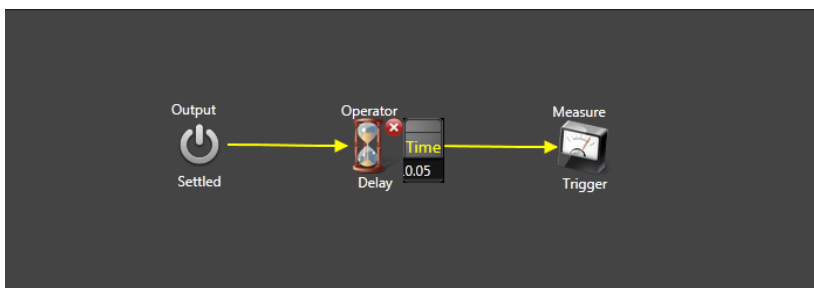
Пример 3 Создайте настраиваемую защиту, которая будет отключать выход, если выходное напряжение выйдет за пределы диапазона от 23,5 до 24,5 В.

1. Выберите значок порогового значения в списке источников, чтобы поместить его в рабочую область. Выберите Voltage, направление > и введите уровень 24,5 в раскрывающемся списке Level.
2. Выберите еще один значок порогового значения в списке источников, чтобы поместить его в рабочую область. Выберите Voltage, направление < и введите уровень 23,5 в раскрывающемся списке Level.
3. Выберите оператор OR в списке операторов, чтобы поместить его в рабочую область.
4. Перемещайте значки пороговых значений в направлении входов на значке оператора, пока не отобразятся сплошные желтые линии соединений.
5. Выберите значок Protect в списке Target, чтобы поместить его в рабочую область.
6. Перемещайте значок Protect к выходу значка Operator, пока не появится желтая сплошная соединительная линия.



Пример 4 Создайте источник сигнала запуска, с помощью которого будет запущено измерение через 50 миллисекунд после стабилизации выходного сигнала.

1. Выберите значок Output в списке Source, чтобы поместить его в рабочую область. Выберите Settled в раскрывающемся списке Output.
2. Выберите оператор Delay в списке Operator, чтобы поместить его в рабочую область. Введите время задержки 0,05 секунд в поле Time раскрывающегося списка.
3. Перемещайте значок Output к входу значка Operator, пока не появится желтая соединительная линия.
4. Выберите значок Measure в списке Target, чтобы поместить его в рабочую область.
5. Перемещайте значок Measure к выходу значка Operator, пока не появится желтая сплошная соединительная линия.



Запись в «черный ящик»

В этом разделе рассказывается об использовании приложения Power Assistant для извлечения и просмотра данных «черного ящика».

Создание снимка

Извлечение снимка

Просмотр снимка

Настройка дисплея

Просмотр снимка

Экспорт данных снимка

Сохранение файла снимка

Создание снимка

Примечание Перед извлечением данных «черного ящика» рекомендуется убедиться в правильности настройки системной даты и времени. См. раздел **Настройка часов BBR**.

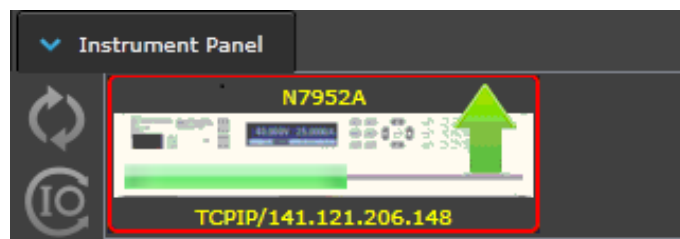
Можно извлечь зарегистрированные данные путем запроса снимка через лицевую панель или с помощью команд SCPI. См. раздел **Операция создания снимка**. Для загрузки в снимок используются только наиболее новые записи данных.

После создания снимка можно извлечь и просмотреть его данные с помощью приложения Power Assistant.

Извлечение снимка

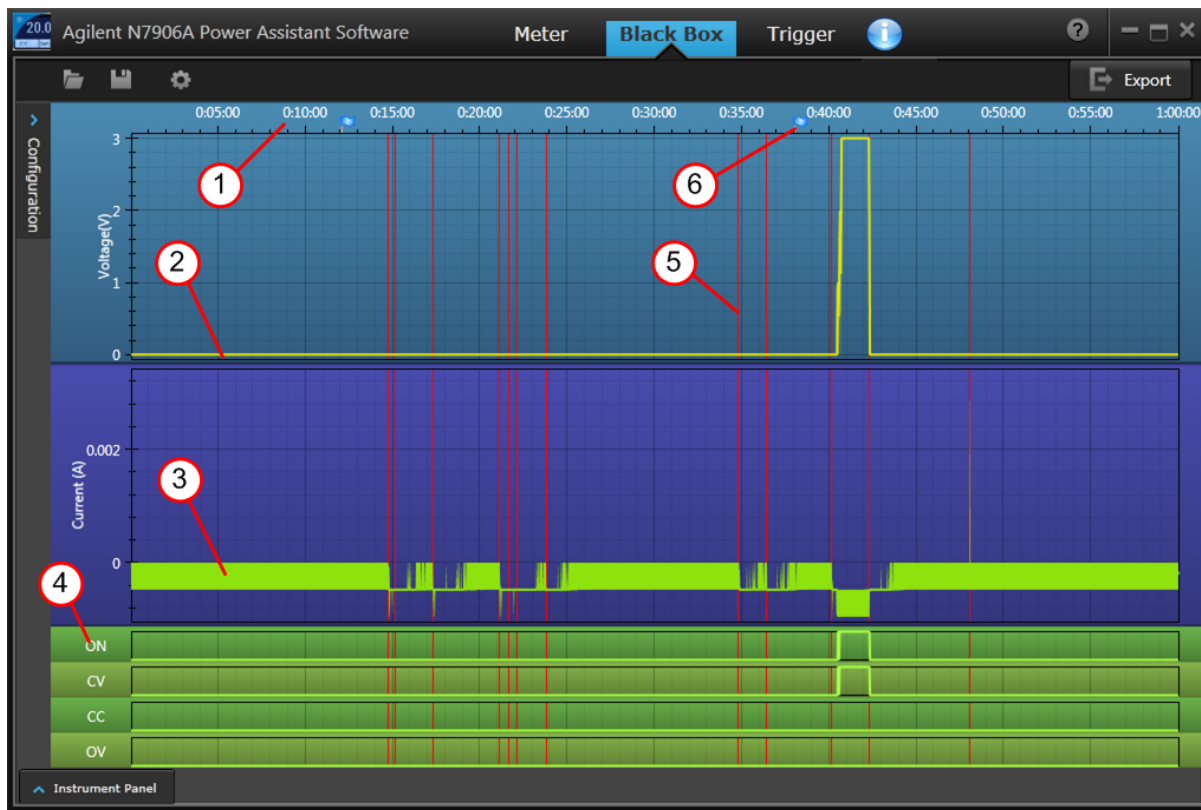
Выберите вкладку **Black Box** в верхней части окна Power Assistant.

- Щелкните **Instrument Panel**, если в окне не отображается прибор, к которому выполнено подключение.
- Щелкните нужный прибор, чтобы выбрать его. Щелкните зеленую стрелку вверх, чтобы выгрузить снимок в память прибора (см. ниже). В строке выполнения можно увидеть, что файл выгружается.
- По завершении выгрузки файла данные отобразятся на дисплее.



Просмотр снимка

На вкладке Black Box отобразится файл данных снимка, полученный с прибора. Для загрузки в снимок используются только наиболее новые записи данных. На следующем рисунке показан образец файла снимка:



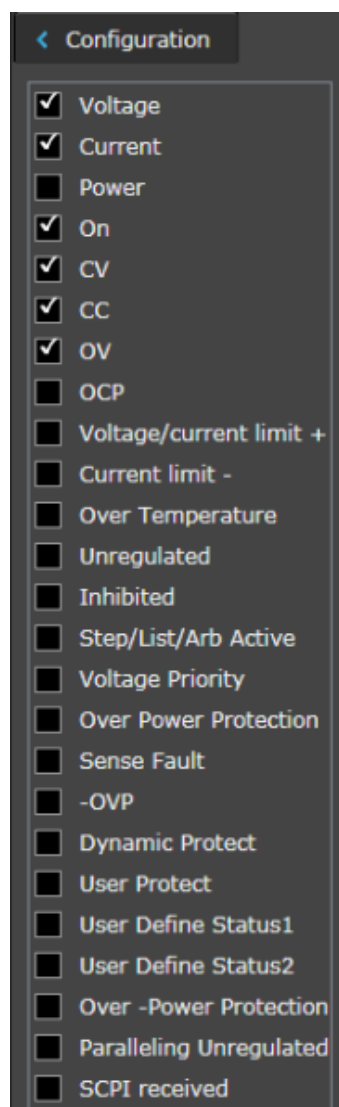
Обратите внимание на следующие области интереса:

1. Область в верхней части дисплея указывает общее время снимка.
2. Желтая линия показывает выходное напряжение.
3. Зеленой линией показан выходной ток.
4. В зеленой части окна отображаются состояния.
5. Вертикальная красная линия показывает время включения или выключения питания.
6. Бледно-голубые точки на временной шкале указывают время, когда пользовательское сообщение было занесено в журнал (см. раздел «Просмотр событий снимка»).

Настройка дисплея

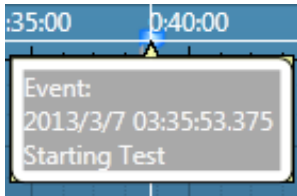
Обратите внимание, что не все данные снимка можно отобразить в окне одновременно. Пользователь определяет данные для просмотра.

- Щелкните **Configuration** для настройки вида снимка.
- Щелкните элементы для отображения на дисплее. Прокрутите список вниз для просмотра всех элементов. В следующем примере выбраны шесть элементов. Они совпадают с показанными на предыдущем рисунке.



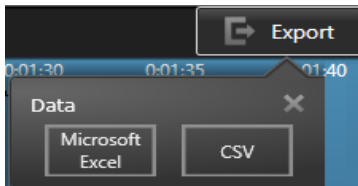
Просмотр событий снимка

Щелкайте бледно-голубые точки на временной шкале для просмотра пользовательских сообщений, занесенных в журнал BBR. Для получения дополнительной информации о сохранении сообщений о событиях в журнале BBR см. раздел [Метки событий на снимке](#).



Экспорт данных снимка

Данные снимка можно экспортировать в файл Excel или CSV. Выберите **Export** для экспорта данных снимка.



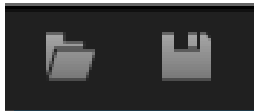
Выберите Microsoft Excel для экспорта данных в формат Excel.

Выберите CSV для сохранения данных в формате .csv. По умолчанию файл расположен в папке C:\Program Files\Keysight\PowerAssistant.

Сохранение файла снимка

Можно сохранить и извлечь файлы снимков на компьютере.

- Щелкните значок **Disc** в верхней части окна, чтобы сохранить файл. По умолчанию файл расположен в папке C:\Program Files\Keysight\PowerAssistant. Переименуйте файл, поскольку файлы с именами по умолчанию заменяются при каждом сохранении нового файла.
- Щелкните значок **Folder**, чтобы открыть сохраненные файлы в приложении Power Assistant.



Справочное руководство по программированию SCPI

Знакомство с языком SCPI

Команды в подсистемах

Краткий справочник по командам

Состояние после восстановления (*RST)

Сообщения об ошибках SCPI

Команды совместимости

Связанная информация

IO Libraries и драйверы для прибора

Программное обеспечение Keysight IO Libraries Suite предоставляется на компакт-диске с программным обеспечением для автоматизации, входящем в комплект поставки прибора. Указания по установке доступны на компакт-диске.

Также программное обеспечение Keysight IO Libraries Suite и драйверы IVI-COM и LabVIEW можно загрузить в сети для разработчиков Keysight по адресу: www.keysight.com/find/adn.

Документация по производительной системе питания

Этот документ находится на компакт-диске с материалами, поставляемом в комплекте с прибором. Также этот документ можно загрузить по адресу: www.keysight.com/find/APS-doc.

Для получения подробной информации о соединениях интерфейса см. Руководство по подключению интерфейсов USB/ЛВС/GPIB к устройствам Keysight Technologies на компакт-диске с программным обеспечением для автоматизации. Также руководство можно загрузить с веб-сайта www.keysight.com/find/connectivity.

Веб-интерфейс

Приборы APS имеют встроенный веб-интерфейс. Этот интерфейс можно использовать через соединение ЛВС для дистанционного доступа и управления прибором через веб-обозреватель. Подробные сведения см. в разделе [Использование веб-интерфейса](#).

Примеры программ

Несколько примеров программ можно найти на странице продукции веб-сайта www.keysight.com/find/APS. Существуют специализированные программы, которые демонстрируют разные среды программирования.

Знакомство с языком SCPI

Ключевые слова

Запросы

Разделители и терминаторы команд

Условные обозначения синтаксиса

Типы параметров

Сброс настроек прибора

Типичное время обработки команд

Введение

Данный прибор соответствует правилам и соглашениям текущей версии языка SCPI (см. `SYSTem:VERSion?`).

SCPI (стандартные команды для программируемых приборов) – язык команд для приборов с использованием ASCII, предназначенный для работы с диагностическими и измерительными устройствами. SCPI включает два типа команд: общие и команды подсистем.

Общие команды IEEE-488.2

Стандарт IEEE-488.2 определяет набор общих команд, которые выполняют разные функции, такие как сброс, самодиагностику или операции состояний. Общие команды всегда начинаются со звездочки (*), состоят из трех символов и могут включать один или несколько параметров. Ключевое слово команды отделяется от первого параметра с помощью пробела. Используйте точку с запятой (;), чтобы разделить несколько команд, как показано ниже.

Команды подсистем

Команды подсистем служат для выполнения определенных функций прибора. Они состоят из команд, упорядоченных в алфавитном порядке и расположенных на одном или нескольких уровнях под корневым элементом в иерархической структуре, которая также называется *древовидной системой*. В этой структуре связанные команды группируются вместе под общим узлом или корнем, таким образом формируются *подсистемы*. В качестве примера системы с древовидной структурой ниже приведена часть подсистемы `OUTPut`. Обратите внимание, что для ясности в подсистему включены несколько [дополнительных] команд.

```
OUTPut
  [:STATe] OFF|0|ON|1
  :DELay
    :FALL <значение>|MIN|MAX
    :RISE <значение>|MIN|MAX
  :INHibit
    :MODE LATChing|LIVE|OFF
```

Ключевые слова

Ключевые слова, которые также называются заголовками, представляют собой инструкции, которые распознает прибор. Общие команды также являются ключевыми словами.

OUTPut – это корневое ключевое слово, DELay – это ключевое слово второго уровня, FALL и RISE – это ключевые слова третьего уровня. Двоеточия (:) служат для разделения ключевых слов разного уровня.

В синтаксисе командного языка большинство команд (и некоторые параметры) представлены в виде комбинации букв верхнего и нижнего регистра. Буквы верхнего регистра используются для сокращенного написания команды. Для уменьшения длины строк программы можно отправлять сокращенную форму. Чтобы программа удобнее читалась, можно отправлять полную форму.

В приведенных выше примерах допустимо использовать обе формы команды: OUTP и OUTPUT. Можно использовать верхний и нижний регистр набора текста. Таким образом, можно указывать команду в форме OUTPUT, outp и Outp. Другие формы, например OUT, являются недопустимыми, и при их использовании генерируется ошибка.

Запросы

Постановка вопросительного знака (?) после ключевого слова преобразует его в запрос (пример: VOLTage?, VOLTage:TRIGgered?). Если запрос включает параметры, поместите указатель запроса в конце последнего ключевого слова перед параметрами. Между указателем запроса и первым параметром вставьте пробел.

Можно запросить запрограммированные значения большинства параметров. Например, можно запросить установленное ранее время OUTPut:DELay:FALL, отправив следующий запрос:

```
OUTPut:DELay:FALL?
```

Также можно запросить допустимое минимальное и максимальное время спада с помощью следующей команды:

```
OUTPut:DELay:FALL? MIN
```

```
OUTPut:DELay:FALL? MAX
```

Перед отправкой новой команды необходимо получить результат запроса, отправленного ранее. В противном случае возникнет ошибка *Запрос прерван*, и данные результата прерванного запроса будут утеряны.

Разделители и терминаторы команд

Разделители

Двоеточия (:) служат для разделения ключевых слов разного уровня. С помощью пробелов можно отделять параметры команд от соответствующих ключевых слов. Если для команды необходимо указать больше одного параметра, отделите расположенные рядом параметры с помощью запятой. В примере ниже дополнительные параметры *индекс начала* и *точки* необходимо разделить с помощью запятой. Обратите внимание на пробел между элементом CURRent? и первым параметром.

```
FETCh:CURRent? [<индекс_начала>, <точки>]
```

Точка с запятой (;) используется для разделения команд внутри одной подсистемы. Благодаря этому внутри одной строки сообщения можно отправить несколько команд подсистем. Например, отправка командной строки

```
OUTPut:STATe ON;DELAy:RISE 1;FALL 2
```

равнозначна отправке следующих команд:

```
OUTPut ON  
OUTPut:DELAy:RISE 1  
OUTPut:DELAy:FALL 2
```

Обратите внимание, что точка с запятой располагается в конце предполагаемого пути в иерархической структуре. В примере выше дополнительное ключевое слово :STATe необходимо вставить после ключевого слова OUTPut, чтобы поместить анализатор команд на второй уровень в иерархической структуре. Таким образом, становится возможным использование ключевого слова DELAy после точки с запятой, поскольку DELAy является ключевым словом второго уровня. Затем анализатор команд помещается на третий уровень структуры с помощью ключевого слова :RISE. Благодаря этому можно использовать ключевое слово FALL после второй точки с запятой, поскольку FALL является ключевым словом третьего уровня.

Также в одной строке сообщения можно сочетать команды для различных подсистем. В этом случае для возврата анализатора команд на корневой уровень и доступа к другой подсистеме необходимо использовать двоеточие. Например, можно сбросить защиту выходного сигнала и проверить состояние регистра условий операций в одном сообщении, используя корневой спецификатор следующим образом:

```
OUTPut:PROTection:CLEAr;:STATus:OPERation :CONDition?
```

Обратите внимание, что можно использовать двоеточие *после* точки с запятой для возврата анализатора команд на корневой уровень.

Терминаторы

Командная строка, отправляемая на прибор, должна быть ограничена символом новой строки (<NL>). Сообщение IEEE-488 EOI (End-Or-Identify – конец или идентификация) интерпретируется как символ <NL> и может использоваться для завершения командной строки вместо символа <NL>. Также допускается использование символа новой строки после символа возврата каретки (<CR><NL>). Ограничение командной строки всегда будет сбрасывать текущий путь команды SCPI на корневой уровень.

Условные обозначения синтаксиса

- Угловые скобки (< >) обозначают, что необходимо указать значение для заключенного в них параметра. Например, в приведенном выше операторе синтаксиса OUTPut:DELAy параметр <значение> заключен в угловые скобки. Скобки не отправляются с командной строкой. Необходимо указать значение параметра (например, "OUTP:DEL:FALL 0.1") или выбрать другой параметр, указанный в синтаксисе (например, "OUTP:DEL:FALL MIN").
- С помощью вертикальной черты (|) разделяются несколько доступных для выбора параметров для данной командной строки. Например, LATChing|LIVE|OFF в команде OUTPut:INHibit обозначает, что можно выбрать параметр LATChing, LIVE или OFF. Черта не отправляется с командной строкой.

- В прямоугольные скобки ([]) заключаются некоторые элементы синтаксиса, например узлы и параметры. Это указывает на то, что элемент является необязательным и его можно пропустить. Скобки не отправляются с командной строкой. Если выбран дополнительный параметр и значение дополнительного параметра не указано, прибор проигнорирует этот параметр. В приведенном выше примере с запросом `FETCH:CURRent?` дополнительные параметры `<startindex>` и `<points>` позволяют получить массив данных, начинающийся от индекса начала и содержащий указанное число точек данных. Если эти параметры не установлены, запрос возвращает весь массив данных.
- Фигурными скобками ({ }) обозначаются параметры, которые могут не повторяться, повторяться один или несколько раз. Обычно они используются для отображения списков. Запись `<значение>{,<значение>}` обозначает, что необходимо ввести первое значение, а дополнительные значения можно пропустить или ввести один или несколько раз.

Типы параметров

Язык SCPI определяет несколько форматов данных, которые можно использовать в командах и запросах.

Числовые параметры

Команды, для которых требуются числовые параметры, будут принимать все обычно используемые десятичные представления чисел, включая необязательные знаки, десятичные точки и научное представление. Если команда принимает только определенные значения, прибор автоматически округлит входные числовые параметры для допустимых значений. В следующей команде для указания значения напряжения требуется числовой параметр.

```
[SOURce:]VOLTage 50V|MIN|MAX
```

Обратите внимание, что в качестве числовых значений для параметров можно указывать особые значения, например, `MINimum`, `MAXimum` и `INFINITY`. Вместо выбора определенного значения для параметра напряжения можно использовать `MIN`, чтобы задать минимальное допустимое значение напряжения, или `MAX`, чтобы задать максимальное допустимое значение напряжения.

Также с числовыми параметрами можно отправлять технические обозначения единиц (например, `V` = вольты, `A` = амперы, `W` = ватты). Все значения параметров указываются в основных единицах измерения.

Дискретные параметры

Дискретные параметры используются для программирования настроек, которые имеют ограниченное количество значений (например, `IMMEDIATE`, `EXTERNAL` или `BUS`). Они могут иметь краткую и полную форму, как ключевые слова команд. Можно использовать верхний и нижний регистр набора текста. Ответы на запросы всегда возвращаются в краткой форме с использованием заглавных букв. В следующей команде требуется дискретный параметр для настроек отображения:

```
DISPlay:VIEW METER_VI|METER_VP|METER VIP
```

Булевы параметры

Булевы параметры представляют единственное двоичное условие, которое принимает значение истины или лжи. В состоянии лжи прибор будет принимать значение `OFF` или `0`. В состоянии истины прибор будет принимать значение `ON` или `1`. При запросе булева параметра прибор всегда будет возвращать `0` или `1`. Для следующей команды требуется булев параметр:

```
DISPlay OFF|0|ON|1
```

Параметры строки ASCII

Параметры строки могут фактически содержать любой набор символов ASCII. Строка может начинаться и заканчиваться соответствующими кавычками – одинарными или двойными. Кавычки можно использовать как разделитель части строки, если дважды ввести кавычки без символов между ними. В следующей команде используется параметр строки.

```
CALibrate:DATE "12/12/12"
```

Программирование произвольного блока или ответные данные

Блоки данных установленной длины <блок> позволяют программировать или получать любые типы данных устройства в качестве серий 8-битовых двоичных байтов данных. Это особенно необходимо при передаче больших объемов данных или 8-битовых расширенных кодов ASCII.

Сброс настроек прибора

Для выполнения сброса настроек прибора используется команда нижнего уровня IEEE-488 шины, которая возвращает прибор в состояние быстрого действия. Разные языки программирования и интерфейсные карты IEEE-488 обеспечивают возможность использования этой функции посредством собственных уникальных команд. Регистры состояний, последовательность ошибок и все состояния конфигурации остаются без изменений при получении команды сброса настроек прибора.

При сбросе настроек прибора выполняются следующие действия.

- Если выполняется измерение, оно прерывается.
- Прибор возвращается в состояние ожидания запуска.
- Выполняется очистка входного и выходного буфера прибора.
- Прибор готов принимать новую строку команды.

Примечание Команда ABORt является рекомендованным методом прекращения работы прибора.

Типичное время обработки команд

В следующей таблице приведены некоторые типичные усредненные временные интервалы обработки команд для некоторых типов команд настройки и запросов данных. Эта таблица позволит определить влияние использования распространенных команд SCPI на общее время испытания. Все значения времени указаны в миллисекундах.

Для команд настройки, например VOLT <n>, вычисления включают только время ожидания ввода-вывода и время обработки команды, а время, необходимое для завершения действия, не учитывается (например, завершение изменения напряжения выходного сигнала или завершение перехода выходного сигнала в состояние включения).

Время команды запроса вычисляется с момента отправки команды на прибор до момента получения отклика.

Команды настройки	 GPIB 	 LAN
Установка напряжения выходного сигнала: VOLT <n>	0,5 мс	2,5 мс
Переключение устройства в состояние сброса: *RST	10,5 мс	11,5 мс
Команды запроса		
Запрос настройки напряжения: VOLT?	1,3 мс	5 мс
Запрос настройки выходного сигнала: OUT?	1 мс	5,5 мс
Запрос измерения в 10 точках: MEAS:VOLT?	6 мс	9,5 мс
Запрос извлечения данных в 10 точках: FETC:VOLT?	1,5	5 мс
Запрос измерений 1 цикла линии питания: MEAS:VOLT?	28 мс	32,5 мс
Запрос извлечения данных 1 цикла линии питания: FETC:VOLT?	5,5 мс	10 мс
Запрос измерения в 25 000 точках: MEAS:VOLT?	180 мс	182 мс
Запрос извлечения данных в 25 000 точках: FETC:VOLT?	32,5 мс	36,7 мс
Запрос извлечения массива данных в 25 000 точках в формате ASCII: FETC:ARR:VOLT?	9267 мс	5818 мс
Запрос извлечения массива данных в 25 000 точках в двоичном формате: FETC:ARR:VOLT?	558 мс	537 мс

Команды в подсистемах

ABORt

CALibrate

DISPlay

FETCh

FORMat

HCOPy

Общие команды IEEE-488

INITiate

LXI

MEASure

OUTPut

SENSe

[SOURce:]

ARB

CURRent

DIGital

FUNCTion

LIST

POWer

RESistance

STEP

VOLTage

STATus

SYSTem

TRIGger

Учебное пособие по состояниям

Описание сигналов запуска/триггеров

Подсистема ABORt

С помощью команд прерывания можно отменить любые запущенные действия и вернуть систему запуска в состояние ожидания. Для прерывания можно также использовать команду *RST.

ABORt:ACQuire

ABORt:ELOG

Только для моделей N7900

ABORt:TRANsient

ABORt:ACQuire – отмена всех измерений, инициированных с помощью сигнала запуска. При этом будет также выполнен сброс битов WTG-meas и MEAS-active в регистрах состояний операций.

ABORt:ELOG – остановка регистрации данных во внешний журнал. При этом будет также выполнен сброс битов WTG-meas и MEAS-active в регистрах состояний операций.

ABORt:TRAN - отмена всех действий, инициированных с помощью сигнала запуска. команда позволяет выполнить сброс битов WTG-tran и TRAN-active в регистрах состояний операций. Обратите внимание, что эта команда не позволяет выключить непрерывные сигналы запуска, если запрограммировано INITiate:CONTinuous:TRANsient ON. В этом случае система сигналов запуска будет автоматически повторно активирована.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Прерывание запущенного измерения: ABOR:ACQ	

Подсистема ARB Только для моделей N7900

С помощью команд ARB можно запрограммировать сигналы произвольной формы с постоянной выдержкой. Сигналам произвольной формы с постоянной выдержкой можно присвоить до 65 535 точек с одинаковым временем выдержки.

[SOURce:]

ARB

:COUNT <значение> INFinity	Установка числа повторений сигнала произвольной формы.
:CURRent	
:CDWell	
[:LEVel] <значение>{,<значение>} <блок>	Установка уровня каждой точки сигнала произвольной формы.
:DWELl <значение>	Установка времени выдержки для каждой точки сигнала произвольной формы.
:POINTs?	Запрос числа точек в сигнале произвольной формы.
:FUNctIon	
:TYPE CURRent VOLTage	Указание сигнала произвольной формы для напряжения или тока.
:TERMinate	
:LAST 0 OFF 1 ON	Выбор настройки выходного сигнала при завершении сигнала произвольной формы.
:VOLTage	
:CDWell	
[:LEVel] <значение>{,<значение>} <блок>	Установка уровня каждой точки сигнала произвольной формы.
:DWELl <значение>	Установка времени выдержки для каждой точки сигнала произвольной формы.
:POINTs?	Запрос числа точек в сигнале произвольной формы.

[SOURce:]ARB:COUNT <значение> |MIN|MAX|INFinity
[SOURce:]ARB:COUNT? [MIN|MAX]

Установка числа повторений сигнала произвольной формы. Для непрерывного повторения сигнала произвольной формы используйте параметр INFinity.

Параметр	Обычный результат
1 – 256, *RST 1	<число>
Программирование 10 повторений: ARB:COUN 10	

[SOURce:]ARB:CURRent:CDWell[:LEVel] <значение>{,<значение>}|<блок>

[SOURce:]ARB:CURRent:CDWell[:LEVel]?

[SOURce:]ARB:VOLTage:CDWell[:LEVel] <значение>{,<значение>}|<блок>

[SOURce:]ARB:VOLTage:CDWell[:LEVel]?

Установка уровня каждой точки сигнала произвольной формы. Значения могут быть указаны в амперах или вольтах. Минимальное и максимальное значения зависят от номинальных значений устройства.

Для сигналов произвольной формы по силе тока и напряжению используются одинаковые настройки, поэтому при настройке сигнала произвольной формы по силе тока выполняется сброс уровня сигнала произвольной формы по напряжению и установка значения по умолчанию и наоборот. Для увеличения производительности можно отправить список не в формате ASCII, а в качестве значений с плавающей запятой одинарной точности в формате произвольного блока фиксированной длины. Формат ответного сообщения зависит от формата, выбранного для запрашиваемых данных: ASCII или REAL.

Параметр	Обычный результат
от -10,2 % до 102 % от номинального значения или от 0 % до 102 % от номинального напряжения	<значение> [,<значение>] или <блок>
С модулем рассеивания мощности: до -102 % – 102 % от номинальной силы тока	
Программирование сигнала произвольной формы с постоянной выдержкой, включающего 5 точек напряжения: ARB:VOLT:CDW 5,4,3,2,1	

[SOURce:]ARB:CURRent:CDWell:DWELI <значение>

[SOURce:]ARB:CURRent:CDWell:DWELI?

[SOURce:]ARB:VOLTage:CDWell:DWELI <значение>

[SOURce:]ARB:VOLTage:CDWell:DWELI?

Установка времени выдержки для каждой точки сигнала произвольной формы. Значения указываются в секундах и округляются до ближайшего микросекундного приращения, равного 10,24 мкс.

Для сигналов произвольной формы по силе тока и напряжению используются одинаковые настройки, поэтому при установке этого параметра для сигнала произвольной формы по силе тока будет изменено значение выдержки для сигнала по напряжению и наоборот.

Параметр	Обычный результат
0,00001024 – 0,30, *RST 0,001	<значение выдержки>
Программирование постоянного периода выдержки, равного 0,2 секунды: ARB:CURR:CDW:DWEL 0.2	

[SOURce:]ARB:CURRent:CDWell:POINTs?
[SOURce:]ARB:VOLTage:CDWell:POINTs?

Запрос числа точек в сигнале произвольной формы.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<точки>
Запрос числа точек силы тока в сигнале произвольной формы: ARB:CURR:CDW:POIN?	

[SOURce:]ARB:FUNcTION:TYPE CURRent|VOLTage
[SOURce:]ARB:FUNcTION:TYPE?

Указание сигнала произвольной формы для напряжения или тока. Одновременно можно выводить только один тип сигнала произвольной формы. Выбранный тип сигнала должен соответствовать режиму приоритета.

Параметр	Обычный результат
CURRent VOLTage, *RST VOLTage	VOLT или CURR
Установка сигнала произвольной формы по напряжению: ARB:FUNC:TYPE VOLT	

[SOURce:]ARB:TERMinate:LAST 0|OFF|1|ON
[SOURce:]ARB:TERMinate:LAST?

Выбор настройки выходного сигнала при завершении сигнала произвольной формы. Если выбрано значение ON (1), для напряжения или силы тока выходного сигнала будет использоваться последнее значение, установленное для сигнала произвольной формы. Последнее значение напряжения или силы тока для сигнала произвольной формы будет использоваться в качестве значения IMMEDIATE, когда сигнал произвольной формы будет завершен. Если установлено значение OFF (0) и выполнено прерывание сигнала произвольной формы, для выходного сигнала будут восстановлены настройки, использовавшиеся перед тем, как был запущен сигнал произвольной формы.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST OFF	0 или 1
Прерывание и установка для выходного сигнала последнего значения сигнала произвольной формы: ARB:TERM:LAST ON	

Подсистема CALibrate

С помощью команд калибровки можно выполнять калибровку прибора.

Примечание

Перед выполнением калибровки ознакомьтесь с [разделом «Калибровка»](#). Неверная калибровка может привести к снижению точности и надежности.

CALibrate

- :COUNT? Запрос числа калибровок прибора.
- :CURRent
- [:LEVel] <зна- Калибровка программирования и измерения силы тока.
- чение>
- :MEASure <зна- Калибровка измерений силы тока в низком диапазоне значений.
- чение>
- :SHARing Калибровка сигнала I_{mon} для параллельно подключенных устройств.
- :TC Калибровка температурного коэффициента.
- :DATA Ввод значения калибровки, считанный с помощью внешнего измерительного прибора.
- <значение>
- :DATE <"дата"> Ввод даты калибровки в энергонезависимой памяти.
- :LEVel P1|P2|P3 Переход к следующему уровню калибровки.
- :PASSword <зна- Установка числового пароля для предотвращения доступа неавторизованных поль-
- чение> зователей к функции калибровки.
- :RESistance
- :BOUT Калибровка минимального значения сопротивления.
- :SAVE Калибровочные постоянные сохраняются в энергонезависимой памяти.
- :STATE Разрешение или запрещение режима калибровки.
- 0|OFF|1|ON
- :VOLTage
- [:LEVel] <зна- Калибровка программирования и измерения локального напряжения.
- чение>
- :CMRR Калибровка коэффициента подавления напряжения в синфазном режиме.

CALibrate:COUNT?

Запрос числа калибровок прибора. Значение счетчика калибровок увеличится независимо от того, была ли сохранена калибровка (и дата), выполнено ли изменение или сброс пароля администратора и обновлено ли микропрограммное обеспечение.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<число>
Отправка отклика с числом калибровки: CAL:COUNT?	

CALibrate:CURRent[:LEVel] <значение>

Калибровка программирования и измерения силы тока. Значение определяет диапазон для калибровки.

Параметр	Обычный результат
Максимальная сила тока в диапазоне значений для выходного сигнала, указанном при калибровке.	(нет)
Калибровка силы тока в диапазоне 10 А: CAL:CURR 10	

CALibrate:CURRent:MEASure <значение>

Калибровка измерений силы тока в низком диапазоне значений. Значение определяет диапазон для калибровки.

Параметр	Обычный результат
Максимальная сила тока в диапазоне значений измерений, указанном при калибровке.	(нет)
Калибровка силы тока в диапазоне измерений 10 А: CAL:CURR:MEAS 10	

CALibrate:CURRent:SHARing

Калибровка сигнала I_{mp} для параллельно подключенных устройств.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Калибровка перераспределения тока: CAL:CURR:SHAR	

CALibrate:CURRent:TC

Калибровка температурного коэффициента.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Калибровка температурного коэффициента: CAL:CURR:TC	

CALibrate:DATA <значение>

Ввод значения калибровки, считанный с помощью внешнего измерительного прибора. Сначала необходимо выбрать уровень калибровки для вводимого значения. Значения данных выражены в основных единицах – в вольтах или амперах в зависимости от того, калибровка какой функции выполняется.

Параметр	Обычный результат
Числовое значение	(нет)
Установка значения калибровки, равного 0,0237: CAL:DATA 2.37E-2	

CALibrate:DATE <"дата"> CALibrate:DATE?

Ввод даты калибровки в энергонезависимой памяти. Введите строку в формате ASCII длиной не более 15 символов. Ответное сообщение будет содержать дату.

Параметр	Обычный результат
<"дата"> Программируемые данные строки. Параметры строки заключите в одинарные или двойные кавычки.	<дата последней калибровки>
Указание даты калибровки: CAL:DATE "12/12/12"	

CALibrate:LEVel P1|P2|P3 CALibrate:LEVel?

Переход к следующему уровню калибровки. P1 обозначает первый уровень; P2 обозначает второй уровень; P3 обозначает третий уровень.

Параметр	Обычный результат
P1 P2 P3	(нет)
Выбор первой точки калибровки: CAL:LEV P1	

- В некоторых процедурах калибровки может потребоваться время стабилизации в период после отправки CAL:LEV до считывания данных из цифрового вольтметра и отправки CAL:DATA.

CALibrate:PASSword <пароль>

Установка числового пароля для предотвращения доступа неавторизованных пользователей к функции калибровки. Эта команда аналогична паролю администратора.

Параметр	Обычный результат
<пароль> Числовое значение длиной не более 15 цифр	(нет)
Установка значения 1234 в качестве нового пароля: CAL:PASS 1234	

- Если для пароля установлено нулевое значение, защита с помощью пароля будет выключена и доступ в режим калибровки будет неограниченным. По умолчанию для пароля установлено значение 0 (нулевое значение).
- Чтобы изменить пароль, разблокируйте память калибровки с помощью текущего пароля, затем установите новый пароль.
- Если пароль утерян, см. раздел [Переключатели калибровки](#).
- Эта настройка не изменяется после выключения прибора; она не будет изменена после выключения и повторного включения питания или при использовании команды *RST.

CALibrate:RESistance:BOUT

Калибровка минимального значения сопротивления.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Калибровка минимального значения сопротивления: CAL:RES:BOUT	

CALibrate:SAVE

Калибровочные постоянные сохраняются в энергонезависимой памяти. Во избежание утери внесенных изменений выполняйте эту операцию в конце процедуры калибровки.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Сохраните калибровочные постоянные в энергонезависимой памяти: CAL:SAVE	

CALibrate:STATe 0|OFF|1|ON [,<пароль>]

CALibrate:STATe?

Разрешение или запрещение режима калибровки. Чтобы прибор распознавал команды калибровки, его необходимо перевести в режим калибровки. Первый параметр указывает состояние. Второй параметр является необязательным и указывает пароль.

Подсистема CALibrate

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST OFF	0 или 1
<пароль> числовое значение длиной не более 15 цифр	(нет)
Выключение режима калибровки: CAL:STAT OFF Включение режима калибровки: CAL:STAT ON [,значение]	

<пароль> необходимо указать, если для него установлено значение, отличное от нуля.

CALibrate:VOLTage[:LEVel] <значение>

Калибровка программирования и измерения локального напряжения. Значение определяет диапазон для калибровки.

Параметр	Обычный результат
Максимальное напряжение в диапазоне значений для выходного сигнала, указанном при калибровке.	(нет)
Калибровка напряжения в диапазоне 20 В: CAL:VOLT 20	

CALibrate:VOLTage:CMRR

Калибровка коэффициента подавления напряжения в синфазном режиме.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Калибровка коэффициента подавления в синфазном режиме: CAL:VOLT:CMRR	

Подсистема CURRent

С помощью команд для силы тока можно программировать силу тока выходного сигнала прибора.

```
[SOURce:]
  CURRent
    [:LEVel]
      [:IMMediate]
        [:AMPLitude] <зна-   Установка силы тока выходного сигнала в режиме приоритета тока
чение>
      :TRIGgered
        [:AMPLitude] <зна-   Установка силы тока запущенного выходного сигнала
чение>
      :LIMit
        [:POSitive]
          [:IMMediate]
            [:AMPLitude] <зна- Установка предельного значения силы тока при работе в режиме приоритета
чение>                             напряжения.
          :NEGative
            [:IMMediate]
              [:AMPLitude] <зна- Установка предельного значения силы тока при работе в режиме приоритета
чение>                             напряжения.
        :MODE                               Установка переходного режима.
  FIXed|STEP|LIST|ARB
    :PROTection
      :DELay
        [:TIME] <значение>   Установка задержки срабатывания защиты от перегрузки по току.
      :STARt                               Установка события, запускающего таймер задержки срабатывания защиты от
SCHange|CCTrans                             перегрузки по току.
      :STATe 0|OFF|1|ON         Разрешение или запрещение защиты от перегрузки по току.
    :SHARing
      [:STATe] 0|OFF|1|ON      Разрешение или запрещение перераспределения тока на параллельно под-
ключенных устройствах.
    :SLEW
      [:IMMediate]
        <значение>|INFinity     Установка скорости нарастания тока.
      :MAXimum 0|OFF|1|ON     Разрешение или запрещение замены максимальной скорости нарастания.
```

[SOURce:]CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <значение> |MIN|MAX
[SOURce:]CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN|MAX]
[SOURce:]CURRent[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude] <значение> |MIN|MAX
[SOURce:]CURRent[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude]? [MIN|MAX]

Установка мгновенного или запускаемого уровня силы тока, когда выходной сигнал генерируется в режиме приоритета тока. Уровень запуска – это сохраненное значение, которое передается выходному сигналу при запуске шага выходного сигнала. Значения выражены в амперах. Максимальное значение зависит от номинальной силы тока устройства. Минимальным значением является наименьшее отрицательное значение.

Параметр	Обычный результат
от -10,2 % до 102 % от номинального значения, *RST 0 С модулем рассеивания мощности: до -102 % – 102 % от номинального значения	<уровень силы тока>
Установка 2 А в качестве предельного положительного значения силы тока: CURR:LIM 2	

[SOURce:]CURRent:LIMit[:POSitive][:IMMediate][:AMPLitude] <значение> |MIN|MAX
[SOURce:]CURRent:LIMit[:POSitive][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN|MAX]
[SOURce:]CURRent:LIMit:NEGative[:IMMediate][:AMPLitude] <значение> |MIN|MAX
[SOURce:]CURRent:LIMit:NEGative[:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN|MAX]

Установка предельного значения силы тока при работе в режиме приоритета напряжения. Значения выражены в амперах. Максимальное значение зависит от номинальной силы тока устройства. Минимальным значением является наименьшее отрицательное значение.

Параметр	Обычный результат
Положительное: от 0 % до 102 % от номинального значения, *RST 1,02 % от номинального значения Отрицательное значение: -10,2 % от номинального значения до 0, *RST -10,2 % от номинального значения Отрицательное значение с использованием модуля рассеивания мощности: -102 % от номинального значения до 0	<предельное положительное значение тока> <предельное отрицательное значение тока>
Установка 2 А в качестве предельного положительного значения силы тока: CURR:LIM 2 Установка - 2 А в качестве предельного отрицательного значения силы тока: CURR:LIM:NEG -2	

[SOURce:]CURRent:MODE FIXed|STEP|LIST|ARB
[SOURce:]CURRent:MODE?

Установка переходного режима. Эта команда определяет, что должно произойти с силой тока выходного сигнала при включении и запуске системы переходной характеристики.

При использовании значения **FIXed** для силы тока выходного сигнала будет использоваться непосредственное значение.

STEP позволяет перевести выходной сигнал на уровень запуска при получении сигнала запуска.

LIST позволяет применять к выходному сигналу значения списка после получения сигнала запуска.

При использовании параметра **ARB** при получении сигнала запуска к выходному сигналу применяются значения сигнала произвольной формы.

Параметр	Обычный результат
FIXed STEP LIST ARB, *RST FIXed	FIX, STEP, LIST или ARB
Установка режима силы тока Step: <code>CURR:MODE STEP</code>	

[SOURce:]CURRent:PROTection:DELAy[:TIME] <значение> |MIN|MAX [SOURce:]CURRent:PROTection:DELAy[:TIME]? [MIN|MAX]

Установка задержки срабатывания защиты от перегрузки по току. Функция защиты от перегрузки по току не будет запущена во время задержки. После истечения периода задержки функция защиты от перегрузки по току будет активирована. Благодаря этому временные изменения состояния выходного сигнала не приведут к запуску функции защиты от перегрузки по току. Можно запрограммировать период задержки до 255 миллисекунд с шагом установки в 1 миллисекунду.

Параметр	Обычный результат
0 – 0,255, *RST 0,020 с	<значение задержки>
Установка задержки защиты, равной 0,2 секунды: <code>CURR:PROT:DEL 0.2</code>	

- На операцию защиты от перегрузки по току влияет настройка события начала задержки защиты, устанавливаемая с помощью команды `CURRent:PROTection:DELAy:STARt`.

[SOURce:]CURRent:PROTection:DELAy:STARt SCHange|CCTRans [SOURce:]CURRent:PROTection:DELAy:STARt?

Установка события, запускающего таймер задержки срабатывания защиты от перегрузки по току. Параметр **SCHange** позволяет начать отсчет задержки срабатывания защиты от перегрузки по току, когда команда изменяет настройки выходного сигнала. Параметр **CCTRans** позволяет запускать таймер задержки срабатывания защиты от перегрузки по току при каждом переходе выходного сигнала в режим работы с предельным значением силы тока.

Параметр	Обычный результат
SCHange CCTRans, *RST SCHange	SCH или CCTR
Выбор параметра CCTRans в качестве режима задержки срабатывания защиты от перегрузки по току: <code>CURR:PROT:DEL:STAR CCTR</code>	

[SOURce:]CURRent:PROTection:STATe 0|OFF|1|ON
[SOURce:]CURRent:PROTection:STATe?

Разрешение или запрещение защиты от перегрузки по току. Если функция защиты от перегрузки по току включена и сила тока выходного сигнала достигает предельного значения, выходной сигнал отключается и в регистре состояний сомнительных условий устанавливается бит OCP.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST OFF	0 или 1
Разрешение состояния защиты от превышения тока: CURR:PROT:STAT ON	

- После устранения причины возникновения условия срабатывания защиты можно сбросить условие превышения тока с помощью команды OUTPUT:PROTection:CLEAr.

[SOURce:]CURRent:SHARing[:STATe] 0|OFF|1|ON
[SOURce:]CURRent:SHARing[:STATe]?

Разрешение или запрещение перераспределения тока на параллельно подключенных устройствах. Эту команду необходимо отправить на все параллельно подключенные устройства. Если перераспределение тока разрешено, ток нагрузки равномерно распределяется между параллельными выводами. Необходимо соединить терминалы **Share** на задней панели; в противном случае возникнет ошибка.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST OFF	0 или 1
Разрешение перераспределения тока: CURR:SHAR ON	

[SOURce:]CURRent:SLEW[:IMMediate] <значение> |MIN|MAX|INFinity
[SOURce:]CURRent:SLEW[:IMMediate]? [MIN|MAX]

Установка скорости нарастания тока. Скорость нарастания указывается в амперах в секунду и влияет на все запрограммированные изменения силы тока, включая те, которые приводят к включению и выключению выходного сигнала. В качестве скорости нарастания можно установить любое значение в диапазоне от 0 до 9.9E+37. При установке очень большого значения скорость нарастания будет ограничена физическими возможностями аналоговой части в схеме выходного сигнала. Ключевые слова MAX или INFinity позволяют установить максимальную скорость нарастания.

Параметр	Обычный результат
0 – 9.9E+37, *RST MAX	<максимальное значение>
Установка скорости нарастания выходного сигнала, равной 1 амперу в секунду: CURR:SLEW 1	

- Запрос возвращает отправленное значение, если значение не меньше минимального значения скорости нарастания. Если оно меньше минимального значения, будет возвращено минимальное значение. Скорость нарастания можно изменять на величину, равную минимальному значению, которое можно запросить с помощью CURRent:SLEW? MIN. Точное значение может незначительно отличаться в зависимости от калибровки.

[SOURce:]CURRent:SLEW:MAXimum 0|OFF|1|ON
[SOURce:]CURRent:SLEW:MAXimum?

Разрешение или запрещение замены максимальной скорости нарастания. Если разрешено, для скорости нарастания можно установить ее максимальное значение. Если этот параметр отключен, для скорости нарастания устанавливается непосредственное значение, заданное с помощью команды [SOURce:]CURRent:SLEW. С помощью запроса [SOURce:]CURRent:SLEW? MAX можно узнать установленную максимальную скорость нарастания.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST ON	0 или 1
Разрешение максимальной скорости нарастания: CURR:SLEW:MAX ON	

- Команда [SOURce:]CURRent:SLEW:MAX связана с командой [SOURce:]CURRent:SLEW. Если в команде [SOURce:]CURRent:SLEW установлено значение скорости MAX или INFINITY, будет разрешена максимальная скорость нарастания [SOURce:]CURRent:SLEW:MAX. Если для скорости нарастания установлено другое значение, скорость [SOURce:]CURRent:SLEW:MAX будет запрещена.

Подсистема DIGital

С помощью цифровых команд можно запрограммировать цифровой порт управления на задней панели прибора.

[SOURce:]

DIGital

:INPut

:DATA? Считывание состояния цифрового порта управления.

:OUTPut

:DATA <значе-
ние> Установка состояния цифрового порта управления.

:PIN<1-7>

:FUNction <функция> Установка функции контактов. DIO |DINPut |EXPRession<1-8> |FAULt |INHibit |ONCouple |OFFCouple |TOUtput |TINPut

:POLarity POSitive|NEGative Установка полярности контактов.

:TOUtput

:BUS

[[:ENABLE] Разрешение или запрещение сигналов запуска BUS на контактах цифрового порта.
0|OFF|1|ON

[SOURce:]DIGital:INPut:DATA?

Считывание состояния цифрового порта управления. Запрос возвращает двоичное значение состояния контактов 1 – 7 в битах от 0 до 6 соответственно.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<значение бита>
Считывание состояния цифрового порта управления: DIG:INP:DATA?	

[SOURce:]DIGital:OUTPut:DATA <значение>

[SOURce:]DIGital:OUTPut:DATA?

Установка состояния цифрового порта управления. Эта команда влияет только на контакты, для которых была установлена функция работы в качестве цифрового ввода-вывода. Порт включает семь контактов для передачи сигнала и один цифровой контакт заземления. В двоичном значении, установленном для порта, управление контактами осуществляется в соответствии со следующим описанием битов:

Контакт	1	2	3	4	5	6	7
Номер бита	0	1	2	3	4	5	6
Десятичное значение	1	2	4	8	16	32	64

Значения битов, относящиеся к контактам цифрового порта, которые не сконфигурированы в качестве цифровых контактов ввода-вывода, игнорируются.

Параметр	Обычный результат
0 – 127, *RST 0	<значение бита>
Программирование контактов 1, 3 и 5: DIG:OUTP:DATA?	

[SOURCE:]DIGital:PIN<1-7>:FUNCTION <функция> [SOURCE:]DIGital:PIN<1-7>:FUNCTION?

Установка функции контактов. Функции сохраняются в энергонезависимой памяти.

DIO	Функция заземленного цифрового ввода-вывода общего назначения.
DINPut	Режим работы только в качестве цифрового ввода.
EXPRession <1-8>	Управление контактом выполняется с помощью пользовательского выражения.
FAULt	Контакт 1 работает в режиме изолированного выходного контакта для сигнала сбоя. Контакт 2 предназначен для передачи общего сигнала для контакта 1
INHibit	Контакт 3 работает в режиме ввода запрещающего сигнала.
ONCOuple	Контакты 4 – 7 используются для синхронизации состояния включения выходного сигнала.
OFFCOuple	Контакты 4 – 7 используются для синхронизации состояния выключения выходного сигнала.
TINPut	Режим ввода сигнала запуска.
TOUtput	Режим вывода сигнала запуска

Параметр	Обычный результат
DIO DINPut EXPRession<1-8> FAULt INHibit ONCOuple OFFCOuple TINPut TOUtput	DIO, DINP, EXPR<n>, FAUL, INH, ONC, OFFC, TINP или TOUT
Установка для контакта 1 режима FAULt: DIG:PIN1:FUNC FAUL	

[SOURCE:]DIGital:PIN<1-7>:POLarity POSitive|NEGative [SOURCE:]DIGital:PIN<1-7>:POLarity?

Установка полярности контактов. Для истинных сигналов параметр **POSitive** обозначает высокое напряжение на контакте. Для входных и выходных сигналов запуска POSitive обозначает передний фронт. Для истинного сигнала параметр **NEGative** обозначает минимальное напряжение на контакте. Для входных и выходных сигналов запуска NEGative обозначает отрицательный перепад. Настройки полярности контактов сохраняются в энергонезависимой памяти.

Параметр	Обычный результат
POSitive NEGative	POS или NEG
Установка для контакта 1 полярности POSitive: DIG:PIN1 :POL POS	

[SOURce:]DIGital:TOUTput:BUS[:ENABLE] 0|OFF|1|ON [SOURce:]DIGital:TOUTput:BUS[:ENABLE]?

Разрешение или запрещение сигналов запуска BUS на контактах цифрового порта. С помощью этой команды сигнал запуска BUS можно отправлять на любой контакт цифрового порта, который настроен в качестве выходного разъема сигнала запуска. Выходной импульс запуска генерируется, когда установлено состояние включения и получен сигнал запуска по шине. Для генерирования сигнала запуска BUS используйте команду *TRG.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST OFF	0 или 1
Разрешение сигналов запуска BUS на цифровых контактах: CURR:TOUT:BUS ON	

- Ответное сообщение содержит 0 (OFF), если сигнал запуска НЕ будет генерирован с помощью команды запуска BUS, или 1(ON), если сигнал запуска будет генерирован с помощью команды запуска BUS.

Подсистема DISPlay

С помощью команд дисплея можно управлять дисплеем на лицевой панели.

DISPlay[:WINDow][:STATe] 0|OFF|1|ON DISPlay[:WINDow][:STATe]?

Включение или выключение дисплея на лицевой панели.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST ON	0 или 1
Выключение дисплея на лицевой панели: <code>DISP OFF</code>	

DISPlay[:WINDow]:VIEW METER_VI|METER_VP|METER_VIP DISPlay[:WINDow]:VIEW?

Выбор параметров, которые будут отображаться на лицевой панели. **METER_VI** позволяет вывести на дисплей напряжение и силу тока выходного сигнала. **METER_VP** позволяет вывести на дисплей напряжение и мощность выходного сигнала. **METER_VIP** позволяет вывести на дисплей напряжение, силу тока и мощность выходного сигнала.

Параметр	Обычный результат
METER_VI METER_VP METER_VIP, *RST METER_VI	METER_VI, METER_VP или METER_VIP
Для отображения напряжения и мощности: <code>DISP:VIEW METER_VP</code>	

Подсистема FETCh

С помощью команд выборки можно вызывать данные ранее собранных измерений. С помощью запросов FETCh нельзя генерировать новые измерения, с их помощью можно выполнить дополнительные вычисления измерений с использованием собранных данных. Данные остаются действительными, пока не будет выполнена следующая команда MEASure или INITiate.

FETCh

[:SCALar]	
:CURRent	
[:DC]? [<индекс_начала>, <точки>]	Запрос усредненного измерения.
:ACDC?	Запрос среднеквадратичного измерения (переменный ток + постоянный ток).
:HIGH?	Запрос верхнего уровня импульсного сигнала.
:LOW?	Запрос нижнего предела импульсного сигнала.
:MAXimum?	Запрос максимального или минимального значения.
:MINimum?	
:POWer	
[:DC]?	Запрос усредненного измерения.
:VOLTagE	
[:DC]? [<индекс_начала>, <точки>]	Запрос усредненного измерения.
:ACDC?	Запрос среднеквадратичного измерения (переменный ток + постоянный ток).
:HIGH?	Запрос верхнего уровня импульсного сигнала.
:LOW?	Запрос нижнего предела импульсного сигнала.
:MAXimum?	Запрос максимального или минимального значения.
:MINimum?	
:AHOuR? [IGNORE_OVLD]	Запрос объединенного значения ампер-часов.
:ARRAY	
:CURRent	
[:DC]? [<индекс_начала>, <точки>]	Запрос мгновенного измерения.
:POWer	
[:DC]?	Запрос мгновенного измерения.
:VOLTagE	
[:DC]? [<индекс_начала>, <точки>]	Запрос мгновенного измерения.
:ELOG? <макс. число записей>	Запрос последних записей внешнего журнала.
:WHOuR? [IGNORE_OVLD]	Запрос объединенного значения ватт-часов.

FETCh[:SCALar]:CURRent[:DC]? [<индекс_начала>, <точки>]
FETCh[:SCALar]:VOLTage[:DC]? [<индекс_начала>, <точки>]
FETCh[:SCALar]:POWer[:DC]?

Запрос усредненного измерения. Значения в ответных сообщениях выражены в амперах, вольтах или ваттах.

С помощью необязательных параметров можно указать начало подбора <индекс начала> и количество <точек> в нем.

Только для моделей
N7900

Параметр	Обычный результат
[<индекс начала>] индекса начала [<точки>] число точек	<значение пост. тока>
Вызов измеренного значения силы постоянного тока FETC:CURR?	

FETCh[:SCALar]:CURRent:ACDC?
FETCh[:SCALar]:VOLTage:ACDC?

Запрос среднеквадратичного измерения (переменный ток + постоянный ток). Значения в ответных сообщениях выражены в амперах или вольтах.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<значение перем./пост. тока>
Вызов измеренного среднеквадратичного напряжения FETC:VOLT:ACDC?	

FETCh[:SCALar]:CURRent:HIGH?
FETCh[:SCALar]:VOLTage:HIGH?

Запрос верхнего уровня импульсного сигнала. Значения в ответных сообщениях выражены в амперах или вольтах. См. [Типы измерений](#).

Параметр	Обычный результат
(нет)	<наибольшее значение>
Вызов наибольшего измеренного значения силы тока FETC:CURR:HIGH?	

FETCh[:SCALar]:CURRent:LOW?
FETCh[:SCALar]:VOLTage:LOW?

Запрос нижнего предела импульсного сигнала. Значения в ответных сообщениях выражены в амперах или вольтах. См. [Типы измерений](#).

Подсистема FETCh

Параметр	Обычный результат
(нет)	<наименьшее значение>
Вызов наименьшего измеренного значения напряжения FETC:VOLT:LOW?	

FETCh[:SCALar]:CURRent:MAXimum?

FETCh[:SCALar]:VOLTage:MAXimum?

FETCh[:SCALar]:CURRent:MINimum?

FETCh[:SCALar]:VOLTage:MINimum?

Запрос максимального или минимального значения. Значения в ответных сообщениях выражены в амперах или вольтах.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<значение MIN> <значение MAX>
Вызов максимального измеренного значения силы тока FETC:CURR:MAX? Вызов минимального измеренного значения напряжения FETC:VOLT:MIN?	

FETCh:ANOur? [IGNORE_OVLD]

FETCh:WNOur? [IGNORE_OVLD]

FETCh:ANOur? - Запрос объединенного значения ампер-часов.

FETCh:WNOur? - Запрос объединенного значения ватт-часов.

Для получения дополнительной информации см. раздел [Измерения в ампер-часах и ватт-часах](#).

Если измеренное значение выходит за допустимые пределы, ответное сообщение содержит код SCPI 9.91E37 (не число). При отправке необязательного параметра IGNORE_OVLD ответное сообщение будет содержать объединенное измерение, даже если некоторые выборки выходят за пределы диапазона измерений.

Параметр	Обычный результат
IGNORE_OVLD игнорирование измерений при перегрузке	<ампер-часы> <ватт-часы>
Ответное сообщение содержит измерение в ампер-часах FETC:ANOur?	

FETCh:ARRay:CURRent[:DC]? [<индекс_начала>, <точки>]

Только для моделей
N7900

FETCh:ARRay:VOLTage[:DC]? [<индекс_начала>, <точки>]

Только для моделей
N7900

FETCh:ARRay:POWer[:DC]?

Только для моделей
N7900

Запрос мгновенного измерения. Значения в ответных сообщениях выражены в амперах, вольтах или ваттах.

С помощью необязательных параметров можно указать начало поднабора <индекс начала> и количество <точек> в нем.

Формат данных, получаемых после отправки запроса, можно установить с помощью команд FORMat:BORDer и FORMat[:DATA]. Если установлен формат ASCII, значения в ответном сообщении будут разделены запятой. Если установлен формат REAL, данные в ответном сообщении будут представлены в виде значений с плавающей запятой одинарной точности в формате произвольного блока фиксированной длины.

Параметр	Обычный результат
[<индекс начала>] индекса начала [<точки>] число точек	<значение> [, <значение>] или <блок>
Ответное сообщение содержит измеренный массив данных силы тока FETC:ARR:CURR?	

FETCh:ELOG? <макс. число записей>

Только для моделей
N7900

Запрос последних записей внешнего журнала. Во избежание переполнения буфера необходимо регулярно выполнять считывание данных. Когда выполняется считывание данных с помощью запроса FETCh:ELOG?, соответствующие данные удаляются для освобождения памяти прибора для сохранения новых собранных данных.

Макс. число записей – это максимальное число записей в журнале регистрации данных, которые можно запросить из контроллера.

Формат данных, получаемых после отправки запроса, можно установить с помощью команд FORMat:BORDer и FORMat[:DATA]. Если установлен формат ASCII, значения в ответном сообщении будут разделены запятой. Если установлен формат REAL, данные в ответном сообщении будут представлены в виде значений с плавающей запятой одинарной точности в формате произвольного блока фиксированной длины.

Параметр	Обычный результат
[<макс. число записей>] число записей, которые могут быть включены в ответное сообщение (от 1 до 16 384)	<значение> [, <значение>] или <блок>
Ответное сообщение должно содержать 100 записей данных FETC:ELOG? 100	

Подсистема FORMat

Команды FORMat позволяют устанавливать формат передаваемых данных измерений.

FORMat[:DATA] ASCII|REAL FORMat[:DATA]?

Установка формата данных, получаемых при отправке запроса. Этот элемент используется в запросах, которые позволяют получать ответные сообщения, содержащие блок данных. При выборе формата **ASCII** ответное сообщение содержит данные в виде байтов ASCII в числовом формате (при необходимости). Для разделения чисел используются запятые. При выборе параметра **REAL** ответное сообщение будет содержать данные в блоке фиксированной длины в виде значений с плавающей запятой одинарной точности в соответствии со стандартом IEEE. В данном случае 4 байта каждого значения могут быть получены в порядке увеличения и в обратном порядке байтов, для установки которого используйте FORMat:BORDER.

Параметр	Обычный результат
ASCII REAL, *RST ASCII	ASCII или REAL
Установка формата данных ASCII: FORMat ASCII	

- Формат данных используется в небольшой подгруппе запросов, позволяющих вызывать большие объемы данных.
-

FORMat:BORDER NORMal|SWAPped FORMat:BORDER?

Установка способа передачи двоичных данных. Эти команды применяются, только если для параметра FORMat:DATA установлено значение REAL. При установке параметра **NORMal** данные будут передаваться в обычном порядке. Первым будет получен наиболее значимый байт, а последним – наименее значимый (в порядке увеличения байтов). При выборе параметра **SWAPped** данные будут передаваться с изменением порядка байтов. Первым будет получен наименее значимый байт, а последним – наиболее значимый (в обратном порядке байтов).

Параметр	Обычный результат
NORMal SWAPped, *RST NORMal	NORM или SWAP
Установка передачи данных с изменением порядка байтов: FORM:BORDER SWAP	

- Порядок байтов используется при вызове реальных данных из измерений SCPI.
-

Команда **FUNCTION**

[SOURCE:]FUNCTION CURRENT|VOLTage
[SOURCE:]FUNCTION?

Установка управления выходным сигналом – режима приоритета тока или напряжения. В режиме приоритета напряжения управление выходным сигналом производится с помощью цепи обратной связи с постоянным напряжением, которая поддерживает установленный уровень напряжения выходного сигнала. В режиме приоритета тока для управления выводом используется цепь обратной связи с постоянным током, которая позволяет поддерживать ток выходного сигнала на запрограммированном положительном или отрицательном значении.

Параметр	Обычный результат
CURRENT VOLTage, *RST VOLTage	CURR или VOLT
Установка режима приоритета тока для управления выходным сигналом: FUNC CURR	

Подсистема HCOpy

С помощью команд HCOpy можно вызвать изображение дисплея.

HCOpy:SDUMp:DATA? [BMP|GIF|PNG]

Запрос изображения дисплея на лицевой панели. С помощью дополнительного параметра можно указать формат. Если формат не установлен, он определяется с помощью HCOpy:SDUMp:DATA:FORMat.

Ответное сообщение представляет собой двоичный блок определенной длины SCPI 488.2, имеющий следующую форму: # <цифра, отличная от нуля> <цифры> <8-битные байты данных>, где:

- <цифра, отличная от нуля> – число последующих цифр,
- <цифры> – число последующих 8-битных байтов данных,
- <8-битные байты данных> – передаваемые данные.

Параметр	Обычный результат
[BMP GIF PNG]	<блок>
Ответное сообщение содержит изображение в формате GIF: HCOpy:SDUM:DATA? GIF	

HCOpy:SDUMp:DATA:FORMat BMP|GIF|PNG HCOpy:SDUMp:DATA:FORMat?

Указание формата получаемых изображений лицевой панели.

Параметр	Обычный результат
BMP GIF PNG, *RST PNG	BMP, GIF или PNG
Установка формата изображений GIF: HCOpy:SDUM:DATA:FORM GIF	

Общие команды IEEE-488

Обычно общие команды IEEE-488 используются для управления общими функциями прибора, например сброс, состояние и синхронизация. Все общие команды представляют собой мнемокоды из трех букв, перед которыми стоит символ звездочки: *RST *IDN? *SRE 8.

*CLS	Команда удаления состояния.
*ESE <значение>	Команда и запрос разрешения состояний событий.
*ESR?	Запрос состояний событий.
*IDN?	Запрос идентификации.
*LRN?	Возврат последовательности команд SCPI.
*OPC	Установка бита OPC (операция завершена) в регистре стандартных событий.
*OPC?	Возвращает 1 в буфер выходных данных после выполнения всех незавершенных операций.
*OPT?	Возвращает строку, определяющую любой установленный модуль.
*RCL <значение>	Восстановление сохраненного состояния прибора.
*RST	Сброс настроек прибора на предварительно установленные значения, которые являются стандартными или безопасными.
*SAV <значение>	Сохранение состояния прибора в одном из десяти мест в энергонезависимой памяти.
*SRE <значение>	Команда и запрос разрешения запроса обслуживания.
*STB?	Запрос байта состояний.
*TRG	Команда запуска.
*TST?	Запрос самопроверки.
*WAI	Приостановка обработки дополнительной команды до завершения выполнения всех незавершенных операций.

*CLS

Команда удаления состояния. Команда удаления состояния. Удаление **регистров событий** во всех группах регистров. Команда также позволяет удалить байт состояния и очистить последовательность ошибок. Если команда *CLS следует сразу за терминатором программного сообщения (<NL>), будет очищена последовательность выходных данных, а также будет удален бит MAV. Для получения более подробной информации см. раздел **Учебное пособие по состояниям**.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Удаление регистров событий, байта состояний и очистка последовательности ошибок: *CLS	

***ESE <значение>**

***ESE?**

Команда и запрос разрешения состояний событий. Установка значения в **регистр разрешения** для группы **Состояние стандартных событий**. Каждый установленный в регистр бит служит для разрешения соответствующего события. Для всех разрешенных событий используется логический оператор OR при преобразовании в бит ESB байта состояния. В результате запроса выполняется считывание регистра разрешения. Для получения более подробной информации см. раздел **Учебное пособие по состояниям**.

Параметр	Обычный результат
Десятичное значение, соответствующее двоичной сумме битов регистра.	<значение бита>
Разрешение битов 3 и 4 в регистре разрешения: *ESE 24	

- Ответное сообщение содержит двоичную сумму всех битов, установленных в регистрах. Например, чтобы разрешить бит 2 (десятичное значение 4) и бит 4 (десятичное значение 16), необходимо указать десятичное значение 20 (4 + 16).
- Любое или все условия могут быть переданы в бит ESB через регистр разрешения. Чтобы установить маску регистра разрешения, запишите в регистр десятичное значение с помощью команды *ESE.
- При использовании команды *CLS содержимое регистра разрешения не удаляется, но удаляется содержимое **регистра событий**.

***ESR?**

Запрос состояний событий. Считывание и очистка **регистра событий** для группы **состояний стандартных событий**. Регистр событий – это регистр, доступный только для чтения и предназначенный для фиксирования стандартных событий. Для получения более подробной информации см. раздел **Учебное пособие по состояниям**.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<значение бита>
Считывание регистра разрешения для состояний событий: *ESR?	

- Ответное сообщение содержит двоичную сумму всех битов, установленных в регистрах.
- Любое или все условия могут быть переданы в бит ESB через регистр разрешения. Чтобы установить маску регистра разрешения, запишите в регистр десятичное значение с помощью команды *ESE.
- После установки бит остается в регистре, пока не будет удален с помощью этого запроса или команды *CLS.

***IDN?**

Запрос идентификации. Запрос возвращает строку идентификации прибора, содержащую четыре поля, разделенные запятыми. Первое поле включает наименование производителя, второе – номер модели прибора, третье – серийный номер, а четвертое – версию микропрограммного обеспечения.

Параметр	Обычный результат
(нет)	Agilent Technologies,N7915A,MY12345678,A.01.01
Запрос строки идентификации прибора: *IDN?	

***LRN?**

Возврат последовательности команд SCPI. Эти данные можно использовать для перевода прибора в состояние, в котором он находился при отправке запроса *LRN?.

Параметр	Обычный результат
(нет)	Строка в формате ASCII, содержащая поля, разделенные точкой с запятой
Возврат строки изучения: *LRS?	

***OPC**

Установка бита OPC (операция завершена) в регистре стандартных событий. Это действие выполняется после завершения операции, ожидающей выполнения. Для получения более подробной информации см. раздел [Учебное пособие по состояниям](#).

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Установка бита завершения операции: *OPC	

- Эта команда предназначена для синхронизации приложения с прибором.
- Используется с активированными операциями сбора данных, переходными процессами, операциями изменения состояния выходного сигнала, перехода выходного сигнала в режим стабилизации для выполнения опроса или прерывания работы компьютера при завершении этих операций, ожидающих выполнения.
- Другие команды могут выполняться до установки бита завершения операции.
- Разница в использовании *OPC и *OPC? состоит в том, что *OPC? возвращает в буфер выходных данных значение «1», когда завершается текущая операция.

***OPC?**

Возвращает 1 в буфер выходных данных после выполнения всех незавершенных операций. Ответное сообщение будет отложено до момента, когда все операции, ожидающие выполнения, будут завершены.

Параметр	Обычный результат
(нет)	1

Параметр	Обычный результат
Получение в ответном сообщении значения 1, когда команды будут завершены: *OPC?	

- Эта команда предназначена для синхронизации приложения с прибором.
- Другие команды невозможно выполнить до завершения выполнения этой команды.

***OPT?**

Возвращает строку, определяющую любой установленный модуль. Значение 0 (ноль) обозначает, что нет ни одного установленного модуля.

Параметр	Обычный результат
(нет)	OPT 760
Получение данных об установленных модулях *OPT?	

***RCL <0-9>**

Восстановление сохраненного состояния прибора. Эта команда позволяет восстановить состояние прибора, которое ранее было сохранено в местоположении 0 – 9 с помощью команды *SAV. Можно восстановить все состояния прибора, кроме следующих: (1) системы запуска переведены в режим ожидания, (2) калибровка отключена, (3) для всех параметров списков установлены соответствующие значения *RST и (4) настройки энергонезависимой памяти не изменены.

Параметр	Обычный результат
0 – 9	(нет)
Вызов состояния из места 1: *RCL 1	

- Если для состояния выходного сигнала при включении питания установлено значение RCL 0, при включении питания будет автоматически восстановлено состояние, сохраненное в месте 0.
- Команда *RST не влияет на сохраненные состояния прибора.

***RST**

Сброс настроек прибора на предварительно установленные значения, которые являются стандартными или безопасными. Эти настройки описаны в разделе [Состояние сброса](#).

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Сброс настроек прибора: *RST	

- При отправке команды *RST будут выполнены команды ABORt. При этом будет выполнена отмена выполняемых операций измерения или переходной характеристики. Также будет выполнен сброс битов WTG-meas, MEAS-active, WTG-tran и TRAN-active в регистрах состояний операций.

*SAV <0-9>

Сохранение состояния прибора в одном из десяти мест в энергонезависимой памяти.

Параметр	Обычный результат
0 – 9	(нет)
Сохранение состояния в месте 1: *SAV 1	

- Если при включении питания необходимо переводить прибор в определенное состояние, это состояние необходимо сохранить в месте 0. Если для состояния выходного сигнала при включении питания установлено значение RCL 0, при включении питания будет автоматически восстановлено состояние, сохраненное в месте 0.
- При выполнении операции *SAV HE выполняется сохранение данных списка и состояние калибровки.
- При использовании команды *SAV данные, сохраненные в энергонезависимой памяти (см. описание в разделе [Настройки энергонезависимой памяти](#)), не изменяются.
- При поставке прибора места 0 – 9 пустые.

*SRE <значение>

*SRE?

Команда и запрос разрешения запроса обслуживания. С помощью этой команды можно установить значение регистра разрешений запросов обслуживания. Она определяет, какие биты из [регистра байтов состояний](#) суммируются для установки бита главной сводки состояний (MSS) и бита сводки запроса обслуживания (RQS). Значение 1 в любом положении бита в регистре разрешения запроса обслуживания разрешает соответствующий бит регистра байтов состояний. Затем все разрешенные биты с помощью логических операторов OR будут использованы для установки бита MSS в регистре байтов состояний. Для получения более подробной информации см. раздел [Учебное пособие по состояниям](#).

Параметр	Обычный результат
Десятичное значение, соответствующее двоичной сумме битов регистра.	<значение бита>
Разрешение бита 3 и 4 в регистре разрешения: *SRE 24	

- Если в ответном сообщении на запрос SRQ будет выполнен последовательный опрос, бит RQS будет удален, но бит MSS останется. Если команда *SRE удалена (путем установки для нее значения 0), источник питания не сможет направить запрос SRQ на контроллер.

***STB?**

Запрос байта состояний. Считывание **регистра байтов состояний**, содержащего биты сводки по состояниям и бит MAV последовательности выходных данных. Байт состояний – это регистр, доступный только для чтения, и при считывании данных из него биты не удаляются. Для получения более подробной информации см. раздел **Учебное пособие по состояниям**.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<значение бита>
Считывание байта состояний: *STB?	

***TRG**

Команда запуска. Генерирование сигнала запуска, если в качестве источника для подсистемы запуска выбрано значение BUS. Команда аналогична команде запуска группового выполнения (<GET>).

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Генерирование мгновенного запуска: *TRG	

***TST?**

Запрос самопроверки. Выполнение самопроверки прибора. Если при выполнении самопроверки произошел сбой, дополнительную информацию можно найти в одном или нескольких сообщениях. Используйте команду **SYSTEM:ERRor?** для считывания последовательности ошибок. Для получения дополнительной информации см. раздел **Сообщения об ошибках SCPI**.

Параметр	Обычный результат
(нет)	0 (успешно) или +1 (сбой)
Выполнение самопроверки: *TST?	

- Самопроверка, выполняемая при включении питания, аналогична самопроверке, выполняемой при отправке команды *TST.
- При отправке *TST? будет выполнена команда *RST.

***WAI**

Приостановка обработки дополнительной команды до завершения выполнения всех незавершенных операций. Для получения дополнительной информации см. раздел **OPC**.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Ожидание завершения всех незавершенных операций. *WAI	

- Выполнение команды *WAI можно прервать только с помощью команды сброса настроек прибора.

Подсистема INITiate

С помощью команд включения можно выполнять включение системы запуска. При этом система запуска переходит из режима бездействия в режим ожидания запуска, при котором прибор может получать сигналы запуска. При возникновении события на выбранном источнике сигнала запуска отправляется сигнал запуска.

INITiate[:IMMediate]:ACQuire

INITiate[:IMMediate]:ELOG

INITiate[:IMMediate]:TRANsient

INITiate:ACQuire - Активация системы запуска измерений.

INITiate:ELOG - Активация регистрации данных во внешний журнал.

INITiate:TRANsient - Активация системы запуска переходной характеристики.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Включение системы запуска измерений: INIT:ACQ	

- Время подготовки прибора к приему сигнала запуска после получения команды INITiate составляет несколько миллисекунд.
- Если сигнал запуска будет отправлен до того, как система будет подготовлена к приему сигнала, сигнал запуска будет проигнорирован. Проверьте наличие бита WTG_meas в регистре состояний операций, чтобы убедиться в том, что прибор готов к приему сигнала запуска.
- Чтобы снова перевести прибор в состояние бездействия, используйте команды ABORt.

INITiate:CONTInuous:TRANsient 0|OFF|1|ON

INITiate:CONTInuous:TRANsient?

Непрерывное включение системы запуска переходной характеристики. С помощью этих команд несколько систем запуска могут генерировать несколько переходных характеристик выходного сигнала.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST ON	0 или 1
Непрерывное включение системы запуска выходного сигнала: INIT:CONT:TRAN ON	

- Если функция непрерывного включения выключена, систему запуска выходного сигнала необходимо включать для отправки каждого сигнала запуска с помощью команды INITiate:TRANsient.
- Команда ABORt:TRANsient не выключает функцию непрерывного запуска, если запрограммировано INITiate:CONTInuous:TRANsient ON. В этом случае система сигналов запуска будет автоматически повторно активирована.

Подсистема LIST

Только для моделей
N7900

С помощью команд списка можно программировать последовательность настроек напряжения и силы тока выходного сигнала. Можно запрограммировать список, включающий до 512 шагов, разделенных запятой. Обратите внимание, что эти команды применяются только в активном режиме приоритета напряжения или тока.

[SOURce:]

LIST

:COUNT <значение> INFinity	Установка числа повторений списка.
:CURRent	
[:LEVel] <значение>{,<значение>}	Настройки каждого шага списка.
:POINTs?	Запрос числа точек в списке.
:DWELl <значение>{,<значение>}	Установка времени выдержки для каждого шага списка.
:POINTs?	Запрос числа точек в списке.
:STEP ONCE AUTO	Установка типа отклика списка на получение сигналов запуска.
:TERMinate	
:LAST 0 OFF 1 ON	Определение значения выходного сигнала при завершении списка.
:TOUTput	
:BOSTep	
[:DATA] <оператор> {,<оператор>}	Генерирование выходного сигнала запуска в начале шага
:POINTs?	Запрос числа точек в списке.
:EOSTep	
[:DATA] <оператор> {,<оператор>}	Генерирование выходного сигнала запуска в конце шага
:POINTs?	Запрос числа точек в списке.
:VOLTage	
[:LEVel] <значение>{,<значение>}	Настройки каждого шага списка.
:POINTs?	Запрос числа точек в списке.

[SOURce:]LIST:COUNT <значение>|MIN|MAX|INFinity [SOURce:]LIST:COUNT? [MIN|MAX]

Установка числа повторений списка. С помощью этой команды можно установить количество повторов выполнения списка до завершения операции. Диапазон доступных значений: от 1 до 4096. При выборе бесконечного повторения список будет выполняться непрерывно.

Параметр	Обычный результат
1 – 4096, *RST 1	<число>
Установка 10 повторов списка: LIST:COUN 10	

[SOURCE:]LIST:CURRENT[:LEVEL] <значение>{,<значение>}

[SOURCE:]LIST:CURRENT[:LEVEL]?

[SOURCE:]LIST:VOLTAGE[:LEVEL] <значение>{,<значение>}

[SOURCE:]LIST:VOLTAGE[:LEVEL]?

Настройки каждого шага списка. Значения могут быть указаны в амперах или вольтах.

Параметр	Обычный результат
Напряжение: от 0 % до 102 % от номинального значения Ток: от -10,2 % до 102 % от номинального значения Сила тока с модулем рассеивания мощности: до -102 % – 102% от номинального значения	<значение списка 1> , <значение списка 2> , <значение списка 3>
Программирование списка настроек силы тока. Список включает 3 шага: LIST:CURR 3,2,1 Программирование списка настроек напряжения. Список включает 3 шага: LIST:VOLT 20,10,5	

[SOURCE:]LIST:DWELL <значение>{,<значение>}

[SOURCE:]LIST:DWELL?

Установка времени выдержки для каждого шага списка. Время выдержки – это временной период, в течение которого выходной сигнал остается на определенном шаге. Время выдержки может составлять от 0 до 262,144 секунды со следующим шагом настройки:

Диапазон в секундах	Шаг настройки
0 – 0,262144	1 микросекунда
0,262144 – 2,62144	10 микросекунд
2,62144 – 26,2144	100 микросекунд
26,2144 – 262,144	1 миллисекунда

Параметр	Обычный результат
0 – 262,144	<значение списка 1> , <значение списка 2> , <значение списка 3>
Программирование списка временных периодов выдержки. Список включает 3 шага: LIST:DWEL 0.2,0.8,1.6	

[SOURce:]LIST:CURRent:POINts?
 [SOURce:]LIST:DWELl:POINts?
 [SOURce:]LIST:VOLTagE:POINts?
 [SOURce:]LIST:TOUTput:BOStEp:POINts?
 [SOURce:]LIST:TOUTput:EOStEp:POINts?

Запрос числа точек в списке. Точки – это другое название шагов. С помощью запросов нельзя узнать значения точек.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<точки>
Запрос числа точек в списке временных периодов выдержки: LIST:DWEL:POIN?	

[SOURce:]LIST:STEP ONCE|AUTO
 [SOURce:]LIST:STEP?

Установка типа отклика списка на получение сигналов запуска. При выборе значения **ONCE** выходной сигнал останется на текущем шаге, пока не будет получен сигнал запуска, обозначающий переход к следующему шагу. Сигналы запуска, отправляемые во время периода выдержки, будут проигнорированы. При установке значения **AUTO** выходной сигнал будет автоматически переходить к следующему шагу после получения исходного сигнала запуска. Интервалы между переходами к следующему шагу устанавливаются с помощью списка периодов выдержки. По истечении времени выдержки выполняется мгновенный переход выходного сигнала к следующему шагу.

Параметр	Обычный результат
ONCE AUTO, *RST AUTO	ONCE или AUTO
С помощью этой команды можно установить шаги списка, интервалы перехода между которыми будут определяться с помощью сигналов запуска: LIST:STEP ONCE	

[SOURce:]LIST:TERMinate:LAST 0|OFF|1|ON
 [SOURce:]LIST:TERMinate:LAST?

Определение значения выходного сигнала при завершении списка. Если выбрано значение ON (1), для напряжения или силы тока выходного сигнала будет использоваться значение, установленное в последнем шаге списка. После завершения выполнения списка значение, установленное в последнем шаге списка настроек напряжения или силы тока, становится мгновенным значением IMMEDIATE. Если установлено значение OFF (0) и выполнено прерывание выполнения списка, для выходного сигнала будут восстановлены настройки, использовавшиеся перед тем, как было запущено выполнение списка.

Подсистема LIST

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON , *RST OFF	0 или 1
Прерывание и установка для выходного сигнала значения, установленного в последнем шаге списка: <code>LIST:TERM:LAST ON</code>	

```
[SOURce:]LIST:TOUTput:BOSTep[:DATA] 0|OFF|1|ON {,0|OFF|1|ON }  
[SOURce:]LIST:TOUTput:BOSTep[:DATA]?  
[SOURce:]LIST:TOUTput:EOSTep[:DATA] 0|OFF|1|ON {,0|OFF|1|ON }  
[SOURce:]LIST:TOUTput:EOSTep[:DATA]?
```

С помощью этой команды можно установить, на каких шагах будет генерироваться сигнал запуска в начале шага (BOSTep) или в конце шага (EOSTep). Сигнал запуска генерируется, если установлено значение состояния ON. Сигнал запуска можно использовать в качестве источника запуска измерений и переходных процессов на других устройствах, а также для контактов цифрового порта, которые настроены в качестве выходных контактов для сигнала запуска.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON	0 или 1
Чтобы сигналы запуска генерировались в начале второго шага в списке, состоящем из 3 шагов: <code>LIST:TOUT:BOST OFF,ON,OFF</code>	

Команда LXI

LXI:IDENTify[:STATe] 0|OFF|1|ON

LXI:IDENTify[:STATe]?

Включение или выключение индикатора поиска LXI на лицевой панели. Когда включено, на лицевой панели мигает индикатор состояния LAN, позволяющий определить, на какой прибор выполняется отправка команды.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST OFF	0 или 1
Чтобы индикатор LXI на лицевой панели начал мигать: <code>LXI:IDENT ON</code>	

Подсистема MEASure

С помощью команд измерения можно выполнять измерения напряжения и тока выходного сигнала. С их помощью можно запускать сбор новых данных, после чего прибор вернется в состояние считывания. Измерения выполняются путем цифрового кодирования текущего напряжения или тока выходного сигнала в определенный момент измерения, сохранения результатов в буфере и вычисления значения для указанного типа измерений.

MEASure

[:SCALar]

:CURRent

- [:DC]? Выполнение измерения, возврат усредненного значения силы тока.
- :ACDC? Выполнение измерения, возврат среднеквадратичного значения силы тока (переменный ток + постоянный ток).
- :HIGH? Выполнение измерения, возврат наибольшего уровня импульса силы тока.
- :LOW? Выполнение измерения, возврат наименьшего уровня импульса силы тока.
- :MAXimum? Выполнение измерения, возврат максимального значения силы тока.
- :MINimum? Выполнение измерения, возврат минимального значения силы тока.

:POWer

- [:DC]? Выполнение измерения, возврат усредненного значения мощности.

:VOLTage

- [:DC]? Выполнение измерения, возврат усредненного значения напряжения.
- :ACDC? Выполнение измерения, возврат среднеквадратичного значения напряжения (переменный ток + постоянный ток).
- :HIGH? Выполнение измерения, возврат наибольшего уровня импульса напряжения.
- :LOW? Выполнение измерения, возврат наименьшего уровня импульса напряжения.
- :MAXimum? Выполнение измерения, возврат максимального значения напряжения.
- :MINimum? Выполнение измерения, возврат минимального значения напряжения.

:ARRAY

:CURRent

- [:DC]? Выполнение измерения, возврат мгновенного значения силы тока.

:POWer

- [:DC]? Выполнение измерения, возврат мгновенного значения мощности.

:VOLTage

- [:DC]? Выполнение измерения, возврат мгновенного значения напряжения.

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

MEASure[:SCALar]:POWer[:DC]?

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

Включение, запуск и вызов усредненного измерения выходного сигнала. Значения в ответных сообщениях выражены в амперах, вольтах или ваттах.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<значение пост. тока>
Вызов измеренного значения силы постоянного тока MEAS:CURR?	

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

Включение, запуск и вызов общего среднеквадратичного значения измерений (переменный и постоянный ток). Значения в ответных сообщениях выражены в амперах или вольтах.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<значение перем./пост. тока>
Вызов измеренного среднеквадратичного напряжения MEAS:VOLT:ACDC?	

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

Включение, запуск и вызов наибольшего значения импульсного сигнала. Значения в ответных сообщениях выражены в амперах или вольтах. См. [Типы измерений](#).

Параметр	Обычный результат
(нет)	<наибольшее значение>
Вызов наибольшего измеренного значения силы тока MEAS:CURR:HIGH?	

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

Включение, запуск и вызов наименьшего значения импульсного сигнала. Значения в ответных сообщениях выражены в амперах или вольтах. См. [Типы измерений](#).

Параметр	Обычный результат
(нет)	<наименьшее значение>
Вызов наименьшего измеренного напряжения MEAS:VOLT:LOW?	

MEASure[:SCALar]:CURRent:MAXimum?

MEASure[:SCALar]:VOLTage:MAXimum?

MEASure[:SCALar]:CURRent:MINimum?

MEASure[:SCALar]:VOLTage:MINimum?

Включение, запуск и вызов максимального или минимального измеренного значения. Значения в ответных сообщениях выражены в амперах или вольтах.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<значение MIN> , <значение MAX>
Вызов максимального измеренного значения силы тока MEAS:CURR:MAX? Вызов минимального измеренного значения напряжения MEAS:VOLT:MIN?	

MEASure:ARRay:CURRent[:DC]?

Только для моделей
N7900

MEASure:ARRay:VOLTage[:DC]?

Только для моделей
N7900

MEASure:ARRay:POWer[:DC]?

Только для моделей
N7900

Подготовка и запуск измерения; вызов списка оцифрованных данных выборки измерений выходного сигнала. Значения в ответных сообщениях выражены в амперах, вольтах или ваттах.

Формат данных, получаемых после отправки запроса, можно установить с помощью команд FORMat:BORDer и FORMat[:DATA]. Если установлен формат ASCII, значения в ответном сообщении будут разделены запятой. Если установлен формат REAL, данные в ответном сообщении будут представлены в виде значений с плавающей запятой одинарной точности в формате произвольного блока фиксированной длины.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<значение> [, <значение>] или <блок>
Вызов измеренного массива данных силы тока MEAS:ARR:CURR?	

Подсистема OUTPut

С помощью команд подсистемы Output можно управлять состоянием выходного сигнала, функциями включения питания, защиты и работы реле.

OUTPut

[:STATe] 0 OFF 1 ON	Разрешение или запрещение выходного сигнала.
:COUPle	
[:STATe] 0 OFF 1 ON	Разрешение или запрещение объединения выходных сигналов.
:DOFFset <значение>	Установка смещения задержки для синхронизации изменений состояния объединенного выходного сигнала.
:MAX	
:DOFFset?	Запрос смещения задержки, необходимого для этого прибора.
:OFF	
:SOURce	Установка выражения для управления источником сигнала выключения объединенного сигнала.
EXPRession <1-8> NONE	
:ON	
:SOURce	Установка выражения для управления источником сигнала включения объединенного сигнала.
EXPRession <1-8> NONE	
:DELay	
:FALL <значение>	Установка задержки для последовательного выключения выходного сигнала.
:RISE <значение>	Установка задержки для последовательного включения выходного сигнала.
:INHibit	
:MODE LATChing LIVE OFF	Установка рабочего режима цифрового контакта для передачи дистанционного запрещающего сигнала.
:PON	
:STATe RST RCL0	Установка состояния включения выходного сигнала.
:PROTection	
:CLEar	Сброс зафиксированной защиты.
:MODE	Установка порядка выключения для всех условий срабатывания защиты.
:TEMPerature	
:MARGin?	Запрос разницы между текущим значением температуры и значением перегрева.
:USER	
[:STATe] 0 OFF 1 ON	Разрешение или запрещение пользовательской защиты.
:SOURce	Установка выражения в качестве источника пользовательской защиты.
EXPRession <1-8> NONE	
:WDOG	
[:STATe] 0 OFF 1 ON	Разрешение или запрещение таймера сторожевой схемы для ввода-вывода.
:DELay <значение>	Установка времени задержки срабатывания сторожевой схемы.
:RELay	
:LOCK	

Подсистема OUTPUT

- [:STATe] 0|OFF|1|ON Разрешение или запрещение закрытого и заблокированного состояния выходных реле.
- :POLarity NORMal|REVerse Установка полярности выходных реле.
- :ENABle 0|OFF|1|ON Разрешение или запрещение функции обращения полярности.
-

OUTPUT [:STATe] 0|OFF|1|ON OUTPUT[STATe]?

Разрешение или запрещение выходного сигнала. Выключенное состояние выходного сигнала представляет собой условие нулевого выходного напряжения и нулевой силы тока источника питания. Если выходные реле и реле распознавания установлены, реле разомкнутся, когда выходной сигнал будет выключен, и замкнутся, когда выходной сигнал будет включен.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST OFF	0 или 1
Выключение выходного сигнала: OUTP OFF	

- Когда выходной сигнал будет включен, индикатор состояния на лицевой панели **OFF** изменится в соответствии с рабочим состоянием прибора (**CV**, **CC** и т.д.).
 - Для переходных процессов выключение-включение и включение-выключение можно запрограммировать отдельные задержки с помощью команды **OUTPUT:DELay:RISE** и **OUTPUT:DELay:FALL**.
 - В связи с необходимостью выполнения внутренних процедур запуска цепи и с установленными модулями реле для выполнения команды **OUTPUT ON** в режиме приоритета напряжения может потребоваться от 12 до 38 миллисекунд, а в режиме приоритета тока – от 14 до 46 миллисекунд.
-

OUTPUT[:STATe]:COUple[:STATe] 0|OFF|1|ON OUTPUT[:STATe]:COUple[:STATe]?

Разрешение или запрещение объединения выходных сигналов. Объединение выходных сигналов позволяет последовательно включать и выключать выходные сигналы на нескольких устройствах в соответствии с запрограммированными для них задержками **OUTPUT:DELay:RISE** и **OUTPUT:DELay:FALL**. Этот параметр сохраняется в энергонезависимой памяти.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON	0 или 1
Включение состояния объединенного выходного сигнала: OUTP:COUP ON	

- Необходимо подключить и настроить контакты **ONCouple** и **OFFCouple** цифрового разъема на всех синхронизированных приборах, как описано в разделе **Управление объединенными выходными сигналами**.
-

- Поскольку некоторые источники питания имеют различные минимальные смещения задержки, необходимо также установить общее для всех синхронизированных устройств смещение задержки. Это смещение задержки должно быть самым большим в группе синхронизированных устройств. С помощью запроса OUTPUT:COUPLE:MAX:DOFFset? можно просмотреть смещение задержки для каждого устройства. Наибольшее значение в ответном сообщении необходимо указать в качестве общего для всех устройств смещения задержки.

OUTPUT[:STATE]:COUPLE:DOFFset <значение> |MIN|MAX OUTPUT[:STATE]:COUPLE:DOFFset? [MIN|MAX]

Установка смещения задержки для синхронизации изменений состояния объединенного выходного сигнала. Значения выражены в секундах. При установке этого временного периода в качестве максимального смещения задержки для каждого прибора в объединенной группе все выходные сигналы будут синхронизированы относительно времени включения, установленного с помощью команды OUTPUT:DElay:RISE. Этот параметр сохраняется в энергонезависимой памяти.

Параметр	Обычный результат
0 – 1,023	<значение задержки>
Установка задержки в 60 миллисекунд: OUTPUT:COUP:DOFF 0.06	

OUTPUT[:STATE]:COUPLE:MAX:DOFFset?

Запрос смещения задержки, необходимого для этого прибора. Как минимум, для значения OUTPUT:COUPLE:DElay:OFFSet необходимо установить максимальное смещение задержки среди значений, полученных от всех устройств в объединенной группе.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<значение смещения>
Вызов максимального смещения задержки: OUTPUT:COUP:MAX:DOFF?	

OUTPUT[:STATE]:COUPLE:OFF:SOURce EXPReSSion <1-8> OUTPUT[:STATE]:COUPLE:OFF:SOURce? OUTPUT[:STATE]:COUPLE:ON:SOURce EXPReSSion <1-8> OUTPUT[:STATE]:COUPLE:ON:SOURce?

Установка выражения в качестве источника сигналов OFFCouple и ONCouple. Состояние выходного сигнала изменится, когда для выбранного источника логическое состояние лжи будет изменено на состояние истины.

Параметр	Обычный результат
EXPReSSion <1-8>	EXPR<1-8>
Установка выражения в качестве источника OFFCouple: OUTPUT:COUP:OFF:SOUR EXPR1	

OUTPut[:STATe]:DElay:FALL <значение> |MIN|MAX
OUTPut[:STATe]:DElay:FALL? [MIN|MAX]
OUTPut[:STATe]:DElay:RISE <значение> |MIN|MAX
OUTPut[:STATe]:DElay:RISE? [MIN|MAX]

Установка задержки в секундах, в течение которой прибор находится в режиме ожидания, после чего он включает (передний фронт) или выключает (задний фронт) выходной сигнал. Это позволяет установить последовательное включение или выключение сигнала на нескольких приборах. Выходной сигнал не будет включен или выключен, пока не истечет время задержки. Эта команда влияет на переходы из включенного в отключенное состояние. Но она НЕ влияет на переход в выключенное состояние, выполняемый при срабатывании функций защиты. Для установки времени задержки применяются следующие шаги настройки:

Диапазон в секундах	Шаг настройки
0 – 1,023E-4	100 наносекунд
1,03E-4 – 1,023E-3	1 микросекунда
1,03E-3 – 1,023E-2	10 микросекунд
1,03E-2 – 1,023E-1	100 микросекунд
1,03E-1 – 1,023E+0	1 миллисекунда
1,03E+0 – 1,023E+1	10 миллисекунд
1,03E+1 – 1,023E+2	100 миллисекунд
1,03E+2 – 1,023E+3	1 секунда

Обратите внимание, что для команд Rise и Fall используются одинаковые шаги настройки, которые определяются наибольшим временем задержки.

Параметр	Обычный результат
0 - 1023, *RST 0	<значение задержки>
Установка задержки перед включением выходного сигнала, равной 0,5 с: OUTP:DEL:RISE 0.5	

- На всех моделях APS используется минимальное смещение задержки, которое применяется с момента получения команды на включение выходного сигнала до момента фактического включения выходного сигнала. Если время задержки включения установлено, это значение будет добавлено к минимальному смещению задержки, в результате чего задержка включения фактически будет длиннее, чем это было запрограммировано.
- С помощью запроса OUTput:COUPle:MAX:DOFFset? можно посмотреть смещение задержки, необходимое для каждого прибора.

OUTPUT:INHIBIT:MODE LATCHING|LIVE|OFF OUTPUT:INHIBIT:MODE?

Установка рабочего режима цифрового контакта для передачи дистанционного запрещающего сигнала. Функция запрета позволяет выключить выходной сигнал при получении внешнего сигнала на контакте ввода запрещающего сигнала. Режим запрещающего сигнала сохраняется в энергонезависимой памяти. См. раздел [Программирование цифрового порта](#).

LATCHING – при подаче логического истинного сигнала для ввода запрещающего сигнала выходной сигнал будет зафиксирован в состоянии OFF. Выходной сигнал останется выключенным, пока для ввода запрещающего сигнала не будет установлен логический ложный сигнал и не будет удален бит зафиксированного состояния INH путем отправки команды OUTPUT:PROTECTION:CLEAR или команды сброса защиты через лицевую панель.

LIVE позволяет использовать ввод запрещающего сигнала для управления состоянием разрешенного выходного сигнала. Если ввод запрещающего сигнала является истинным, выходной сигнал будет выключен. Если ввод запрещающего сигнала является ложным, выходной сигнал будет повторно активирован.

OFF – ввод запрещающего сигнала игнорируется.

Параметр	Обычный результат
LATCHING LIVE OFF	LATCH, LIVE или OFF
Установка интерактивного режима для ввода запрещающего сигнала: OUTPUT:INH:MODE LIVE	

OUTPUT:PON:STATE RST|RCL0 OUTPUT:PON:STATE?

Установка состояния включения выходного сигнала. Эта команда определяет, какое состояние будет установлено в качестве состояния при включении питания: состояние *RST (RST) или состояние, сохраненное в ячейке 0 (RCL0). Для сохранения состояний можно использовать команду *SAV. Этот параметр сохраняется в энергонезависимой памяти.

Параметр	Обычный результат
RST RCL0	RST или RCL0
Установка состояния *RST в качестве состояния при включении: OUTPUT:PON:STAT RST	

- Если для состояния при включении установлено значение 0, но сохраненных состояний нет, будет сгенерирована ошибка самопроверки «file not found; 0 state» и прибор будет переведен в состояние *RST.

OUTPUT:PROTECTION:CLEAR

Сброс зафиксированной защиты. При этом будет сброшено зафиксированное состояние защиты, при котором выходной сигнал отключается при возникновении условия срабатывания защиты (см. раздел [Программирование защиты выходного сигнала](#)).

Подсистема OUTPut

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Сброс зафиксированного состояния защиты: <code>OUTP:PROT:CLE</code>	

- Перед сбросом зафиксированного состояния необходимо устранить все условия, приводящие к срабатыванию защиты. Для выходного сигнала будет восстановлено состояние, в котором он находился перед возникновением условия срабатывания защиты.
- Если защитное выключение происходит во время выполнения списка изменений выходного сигнала, выполнение списка будет продолжено, даже если выходной сигнал будет выключен. После сброса состояния защиты и включения выходного сигнала для выходного сигнала будут установлены значения, содержащиеся в текущем шаге списка.

OUTPut:PROTection:MODE HIGHZ|LOWZ OUTPut:PROTection:MODE?

Выбор порядка срабатывания при выключении для всех условий защиты, как показано ниже (см. раздел [Порядок срабатывания защитного выключения](#)):

Высокий импеданс – при отсоединении выходного сигнала понижение активного тока не выполняется. Если понижение активного тока не выполняется, рассеивание энергии выходного сигнала занимает больше времени, поскольку нисходящее программирование определяется только пассивной внутренней сетью.

Низкий импеданс – для выходного напряжения программируется нулевое значение, затем сигнал отсоединяется. Максимальное отрицательное понижение тока происходит в течение 2 мс во время перехода в состояние выключения.

Параметр	Обычный результат
HIGHZ LOWZ, *RST LOWZ	HIGHZ или LOWZ
Установка защиты при высоком импедансе: <code>OUTP:PROT:MODE HIGHZ</code>	

OUTPut:PROTection:TEMPerature:MARGin?

Возвращает минимальную разницу между значением внутреннего температурного датчика и уровнем температуры, при котором срабатывает защита от перегрева. Значение разницы выражено в градусах Цельсия.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<значение разницы >
Возврат разницы между измеренной и предельной температурой: <code>OUTP:PROT:TEMP:MARG?</code>	

OUTPut:PROTection:USER[:STATe] 0|OFF|1|ON OUTPut:PROTection:USER[:STATe]?

Разрешение или запрещение пользовательской защиты.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST OFF	0 или 1
Включение пользовательской защиты: <code>OUTP:PROT:USER ON</code>	

OUTPut:PROTection:USER:SOURce EXPReSSion<1-8>|NONE OUTPut:PROTection:USER:SOURce?

Установка выражения в качестве источника пользовательской защиты. Если выражение установлено, выходной сигнал будет выключен, если выражение имеет значение истины. См. раздел [Программирование защиты выхода](#).

Параметр	Обычный результат
EXPRession<1-8> NONE, *RST NONE	EXPR<1-8>
Установка выражения в качестве источника пользовательской защиты: <code>OUTP:PROT:USER:SOUR EXPR1</code>	

OUTPut:PROTection:WDOG[:STATe] 0|OFF|1|ON OUTPut:PROTection:WDOG[:STATe]?

Разрешение или запрещение таймера сторожевой схемы для ввода-вывода. Когда включен данный режим, выходной сигнал будет выключен, если в течение периода, установленного с помощью команды `OUTPut:PROTection:WDOG:DELaY`, на интерфейсах дистанционного управления отсутствуют операции ввода-вывода. Выходной сигнал будет зафиксирован в выключенном положении, однако запрограммированное состояние выходного сигнала останется без изменений.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST OFF	0 или 1
Включение защиты с помощью таймера сторожевой схемы: <code>OUTP:PROT:WDOG ON</code>	

OUTPut:PROTection:WDOG:DELaY <значение>|MIN|MAX OUTPut:PROTection:WDOG:DELaY? [MIN|MAX]

Установка времени задержки срабатывания сторожевой схемы. Когда таймер сторожевой схемы включен, выходной сигнал будет выключен, если в течение периода задержки на интерфейсах дистанционного управления (USB, LBC, GPIB) отсутствуют операции ввода-вывода команд SCPI. Сброс функции таймера сторожевой схемы НЕ выполняется при наличии активности на лицевой панели – выходной сигнал будет выключен после истечения установленного периода времени. Можно запрограммировать значение в диапазоне от 1 до 3600 секунд с шагом настройки в 1 секунду.

Подсистема OUTPut

Параметр	Обычный результат
0 - 3600, *RST 60 секунд	<значение задержки>
Установка задержки срабатывания сторожевой схемы, равной 600 секундам: <code>OUTP:PROT:WDOG:DEL 600</code>	

OUTPut:RELAy:LOCK[:STATE]0|OFF|1|ON OUTPut:RELAy:LOCK[:STATE]?

Только для моделей N7900

Разрешение или запрещение закрытого и заблокированного состояния выходных реле. В состоянии блокировки выходные реле остаются в замкнутом положении и не меняют свое положение при изменении состояния выходного сигнала. Это позволяет уменьшить время отклика выходного сигнала для случаев, когда физическое отключение выходного сигнала не требуется. Этот параметр сохраняется в энергонезависимой памяти.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON	0 или 1
Блокировка выходных реле в замкнутом положении: <code>OUTP:REL:LOCK ON</code>	

OUTPut:RELAy:POLarity NORMAl|REVerse OUTPut:RELAy:POLarity?

Только для моделей N7900

Установка полярности выходных реле. Обращение полярности влияет на контакты выходного сигнала и распознавания. При установке параметра **Normal** полярность выходного сигнала соответствует меткам на выходном разъеме. При установке параметра **Reverse** полярность выходного сигнала противоположна меткам на выходном разъеме. При этом вывод будет выключен на короткое время в момент переключения полярности выходных контактов и контактов распознавания.

Параметр	Обычный результат
NORMAl REVerse, *RST NORMAl	NORM или REV
Установка обратной полярности выхода: <code>OUTP:REL:POL REV</code>	

OUTPut:RELAy:POLarity:ENABLE 0|OFF|1|ON OUTPut:RELAy:POLarity:ENABLE?

Только для моделей N7900

Разрешение или запрещение функции обращения полярности. Это позволяет избежать случайного изменения полярности выхода. Этот параметр сохраняется в энергонезависимой памяти.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON	0 или 1
Деактивирование команд изменения полярности: <code>OUTP:REL:POL:ENAB OFF</code>	

Запрос POWer

[SOURce:]POWer:LIMit? [MIN|MAX]

Запрос предельной мощности выходного сигнала прибора.

Если номинальное напряжение цепей подачи питания переменного тока составляет 100-120 В переменного тока, они не могут обеспечивать достаточный электрический ток для питания моделей 1 кВт или 2 кВт во время работы в режиме полной номинальной мощности выходного сигнала. С помощью этого запроса можно получить максимальную доступную мощность выходного сигнала при подключении к сети питания 100 – 120 В переменного тока. При превышении максимально допустимого значения мощности выходной сигнал прибора выключается и устанавливается бит состояния CP+.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<предел мощности>
Запрос предельного значения мощности: POW:LIM?	

Подсистема RESistance

С помощью команд Resistance можно программировать сопротивление выходного сигнала.

**[SOURce:]RESistance[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <значение> |MIN|MAX
[SOURce:]RESistance[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN|MAX]**

Установка уровня сопротивления для выходного сигнала. Значения выражены в омах. См. раздел [Установка сопротивления выходного сигнала](#) для получения информации о диапазонах значений сопротивления, которые можно запрограммировать на определенных моделях.

Параметр	Обычный результат
0 – 6,4 Ом (в зависимости от модели) MIN MAX, *RST 0	0
Установка сопротивления выходного сигнала, равного 0,5 Ом: RES 0.5	

**[SOURce:]RESistance:STATe 0|OFF|1|ON
[SOURce:]RESistance:STATe?**

Разрешение или запрещение программирования сопротивления для выходного сигнала.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST OFF	0 или 1
Включение программирования сопротивления: RES:STAT ON	

Подсистема SENSE

С помощью команд распознавания можно управлять диапазонами измерений силы тока и окном измерений, а также последовательностью сбора данных.

SENSE

:AHOuR	
:RESet	Сброс измерения электрического заряда и энергии на ноль.
:BBR	
:PERiod <значение>	Установка периода записи для «черного ящика» в секундах.
:CURRent	
[:DC]	
:RANGe	
[:UPPer] <значение>	Выбор диапазона измерений силы постоянного тока.
:AUTO 0 OFF 1 ON	Разрешение или запрещение плавного автоматического определения диапазона измерений.
:ELOG	
:CURRent	
[:DC]	
:RANge	
[:UPPer]	Выбор диапазона измерений силы тока для электронного журнала.
<значение>	
:AUTO 0 OFF 1 ON	Разрешение или запрещение плавного автоматического выбора диапазона измерений Elog.
:FUNctIon	
:CURRent 0 OFF 1 ON	Разрешение/запрещение регистрации данных силы тока.
:MINMax 0 OFF 1 ON	Разрешение/запрещение регистрации данных минимальной/максимальной силы тока.
:VOLTagE 0 OFF 1 ON	Разрешение/запрещение регистрации данных напряжения.
:MINMax 0 OFF 1 ON	Разрешение/запрещение регистрации данных минимального/максимального напряжения.
:PERiod <значение>	Установка времени интеграции для измерения Elog.
:FAULt	
:STATe 0 OFF 1 ON	Разрешение или запрещение обнаружения сбоев дистанционного распознавания.
:SWEep	
:NPLCycles <значение>	Установка времени измерений в виде числа циклов линии питания.
:OFFSet	
:POINts <значение>	Определение смещения в развертке данных для запущенных измерений.
:POINts <значение>	Определение числа точек в измерении.
:TINTerval <значение>	Определение временного периода между выборками измерений.
:THReshold<1 2 3 4>	
:AHOuR	

Подсистема SENSE

[:LEVel] <значение>	Установка уровня электрического заряда в ампер-часах для компаратора 1, 2, 3 или 4.
:CURRent	
[:LEVel] <значение>	Установка уровня силы тока для компаратора 1, 2, 3 или 4.
:FUNction	Установка функции распознавания для компаратора 1, 2, 3 или 4.
VOLT CURR POW AHO WHO	
:OPERation GT LT	Установка типа компаратора 1, 2, 3 или 4.
:POWER	
[:LEVel] <значение>	Установка уровня мощности для компаратора 1, 2, 3 или 4.
:VOLTage	
[:LEVel] <значение>	Установка уровня напряжения для компаратора 1, 2, 3 или 4.
:WHOur	
[:LEVel] <значение>	Установка уровня энергии в ватт-часах для компаратора 1, 2, 3 или 4.
:WHOur	
:RESet	Сброс измерения суммарной энергии в ватт-часах.
:WINDow	
[:TYPE] HANNing RECTangular	Выбор окна для измерений.

SENSe:AHOuR:RESet SENSe:WHOur:RESet

Сброс измерения электрического заряда и энергии на ноль.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Сброс измерения в ампер-часах: SENS:AHO:RES	

SENSe:BBR:PERiod <значение> SENSe:BBR:PERiod?

Установка периода записи для «черного ящика» в секундах. Этот параметр сохраняется в энергонезависимой памяти.

Параметр	Обычный результат
0.01 0.1	<период>
Выбор значения, равного 0,01 секунды: SENS:BBR:PER 0.01	

SENSe:CURRent[:DC]:RANGe[:UPPer] <значение> [MIN|MAX]
SENSe:CURRent[:DC]:RANGe[:UPPer]? [MIN|MAX]
Только для моделей
N7900

Выбор диапазона измерений силы постоянного тока. Введенное значение должно быть наибольшим ожидаемым значением измерений. Значения выражены в амперах. Прибор выбирает диапазон с оптимальным шагом настройки для введенного значения.

Параметр	Обычный результат
от 0 до максимального значения	< макс. сила тока >
Выбор диапазона в 2 А: SENS:CURR:RANG 2	

- Запрос позволяет получить значение максимальной силы постоянного тока, который можно измерить в установленном диапазоне.

SENSe:CURRent[:DC]:RANGe:AUTO 0|OFF|1|ON
SENSe:CURRent[:DC]:RANGe:AUTO?
Только для моделей
N7900

Разрешение или запрещение плавного автоматического определения диапазона измерений.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST ON	0 или 1
Разрешение автоматического выбора диапазона измерений силы тока: SENS:CURR:RANG:AUTO ON	

SENSe:ELOG:CURRent[:DC]:RANGe[:UPPer] <значение> [MIN|MAX]
SENSe:ELOG:CURRent[:DC]:RANGe[:UPPer]? [MIN|MAX]
Только для моделей
N7900

Выбор диапазона измерений силы тока для электронного журнала. Введенное значение должно быть наибольшим ожидаемым значением измерений. Значения выражены в амперах. Прибор выбирает диапазон с оптимальным шагом настройки для введенного значения.

Параметр	Обычный результат
от 0 до максимального значения	< макс. сила тока >
Выбор диапазона в 1 А: SENS:ELOG:CURR:RANG 1	

- Запрос позволяет получить значение максимальной силы постоянного тока, который можно измерить в установленном диапазоне.

SENSE:ELOG:CURREnt[:DC]:RANGE:AUTO 0|OFF|1|ON
SENSE:ELOG:CURREnt[:DC]:RANGE:AUTO?

Только для моделей N7900

Разрешение или запрещение плавного автоматического выбора диапазона измерений Elog.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST ON	0 или 1
Разрешение автоматического выбора диапазона тока для электронного журнала: SENS:ELOG:CURR:RANG:AUTO ON	

SENSE:ELOG:FUNCTion:CURREnt 0|OFF|1|ON
SENSE:ELOG:FUNCTion:CURREnt?

Только для моделей N7900

SENSE:ELOG:FUNCTion:VOLTage 0|OFF|1|ON
SENSE:ELOG:FUNCTion:VOLTage?

Только для моделей N7900

Разрешение и запрещение функции измерения силы тока или напряжения для электронного журнала.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST OFF	0 или 1
Разрешение измерений силы тока для журнала регистрации: SENS:ELOG:FUNC:CURR ON	

SENSE:ELOG:FUNCTion:CURREnt:MINMax 0|OFF|1|ON
SENSE:ELOG:FUNCTion:CURREnt:MINMax?

Только для моделей N7900

SENSE:ELOG:FUNCTion:VOLTage:MINMax 0|OFF|1|ON
SENSE:ELOG:FUNCTion:VOLTage:MINMax?

Только для моделей N7900

Разрешение и запрет регистрации минимальных и максимальных значений силы тока или напряжения.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST OFF	0 или 1
Разрешение регистрации минимальных/максимальных значений: SENS:ELOG:FUNC:VOLT:MINM ON	

SENSE:ELOG:PERiod <значение> |MIN|MAX
SENSE:ELOG:PERiod? [MIN|MAX]

Только для моделей N7900

Установка времени интеграции для измерения Elog.

Несмотря на то, что абсолютный минимальный период регистрации составляет 102,4 микросекунды, фактическое минимальное значение изменяется в зависимости от числа регистрируемых показаний (см. раздел [Период интеграции](#)).

Параметр	Обычный результат
0,0001024 – 60, *RST MAX	<период>
Установка периода регистрации данных, равного 0,01 секунды: SENS:ELOG:PER 0.01	

SENSe:FAULT:STATe 0|OFF|1|ON SENSe:FAULT:STATe?

Разрешение или запрещение обнаружения сбоев дистанционного распознавания. Это условие обозначается битом состояния SF.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST ON	0 или 1
Выключение обнаружения сбоя дистанционного распознавания: SENS:FAULT:STATe OFF	

SENSe:SWEEp:NPLCycles <значение> |MIN|MAX SENSe:SWEEp:NPLCycles? [MIN|MAX]

Установка времени измерений в виде числа циклов линии питания. При увеличении числа циклов линии питания уменьшается шум измерений при измерении силы тока и напряжения. При изменении числа циклов линии питания изменяется число точек и настройка временного интервала. Число точек в 1 цикле линии питания зависит от частоты линий (см. [SENSe:SWEEp:POINTs](#)).

Параметр	Обычный результат
0,0003072 – 1 258 290 000 000 *RST 1	<значение числа циклов линии питания>
Установка 100 циклов линии питания: SENS:SWEE:NPLC 100	

SENSe:SWEEp:OFFSet:POINTs <значение> |MIN|MAX SENSe:SWEEp:OFFSet:POINTs? [MIN|MAX]

Только для моделей
N7900

Определение смещения в развертке данных для запущенных измерений. Положительные значения обозначают задержку после отправки сигнала запуска, но до сбора данных. Отрицательные значения обозначают данные выборки, произведенных перед отправкой сигнала запуска.

Подсистема SENSE

Параметр	Обычный результат
-524 287 – 2 000 000 000 *RST 0	<точки смещения>
Установка -2048 точек смещения: SENS:SWE:OFFS:POIN -2048	

SENSe:SWEep:POINTs <значение> |MIN|MAX SENSe:SWEep:POINTs? [MIN|MAX]

Только для моделей
N7900

Определение числа точек в измерении. Число точек зависит от частоты линий (50 Гц или 60 Гц). При использовании настройки для числа точек по умолчанию измерение выполняется в 1 цикле линии питания.

Параметр	Обычный результат
От 1 до 524 288 MIN MAX, *RST 3255 (60 Гц); 3906 (50 Гц)	<точки>
Установка 2048 точек: SENS:SWE:POIN 2048	

SENSe:SWEep:TINterval <значение> |MIN|MAX SENSe:SWEep:TINterval? [MIN|MAX]

Только для моделей
N7900

Определение временного периода между выборками измерений. Значения выражены в секундах. Значения будут округлены до ближайшего микросекундного приращения, составляющего 20,48 микросекунды. Значения меньше 20,48 микросекунды будут округлены до ближайшего микросекундного приращения, составляющего 10,24 или 5,12 микросекунды.

Параметр	Обычный результат
0,00000512 – 40 000 *RST 0,00000512	<временной интервал>
Установка временного интервала между точками, равного 1 мс: SENS:SWE:TINT 0.001	

SENSe:THRshold<1|2|3|4>:FUNctIon AHOuR|CURRent|POWEr|VOLTage|WHOUr SENSe:THRshold<1|2|3|4>:FUNctIon?

Установка функции распознавания для компараторов THR1, THR2, THR3 или THR4.

Параметр **AHOuR** позволяет выбрать функцию ампер-часов.

Параметр **CURRent** позволяет выбрать функцию силы тока.

Параметр **POWEr** позволяет выбрать функцию питания.

Параметр **VOLTage** позволяет выбрать функцию напряжения.

Параметр **WHOUr** позволяет выбрать функцию в ватт-часах.

Параметр	Обычный результат
AHOur CURRent POWer VOLTage WHOur, *RST VOLTage	AHO, CURR, POW, VOLT или WHO
Выбор функции мощности для компаратора 1: SENS:THR1:FUNC POW	

SENSe:THReshold<1|2|3|4>:OPERation GT|LT SENSe:THReshold<1|2|3|4>:OPERation?

Установка типа операции компаратора 1, 2, 3 или 4. Режим **GT** обозначает, что сигнал будет истинным, если измеренное значение больше порогового уровня. Режим **LT** обозначает, что сигнал будет истинным, если измеренное значение меньше порогового уровня.

Параметр	Обычный результат
GT LT, *RST GT	GT или LT
Выбор операции GT для компаратора 1: SENS:THR1:OPER GT	

SENSe:THReshold<1|2|3|4>:AHOur[:LEVel] <значение> |MIN|MAX
 SENSe:THReshold<1|2|3|4>:AHOur[:LEVel]? [MIN|MAX]
 SENSe:THReshold<1|2|3|4>:CURRent[:LEVel] <значение> |MIN|MAX
 SENSe:THReshold<1|2|3|4>:CURRent[:LEVel]? [MIN|MAX]
 SENSe:THReshold<1|2|3|4>:POWer[:LEVel] <значение> |MIN|MAX
 SENSe:THReshold<1|2|3|4>:POWer[:LEVel]? [MIN|MAX]
 SENSe:THReshold<1|2|3|4>:VOLTage[:LEVel] <значение> |MIN|MAX
 SENSe:THReshold<1|2|3|4>:VOLTage[:LEVel]? [MIN|MAX]
 SENSe:THReshold<1|2|3|4>:WHOur[:LEVel] <значение> |MIN|MAX
 SENSe:THReshold<1|2|3|4>:WHOur[:LEVel]? [MIN|MAX]

Эти команды позволяют установить пороговый уровень для компаратора 1, 2, 3 или 4. Этот уровень является квалифицирующим пороговым значением измерения для генерирования истинного сигнала.

AHOur позволяет выбрать электрический заряд (ампер-часы) в часах.

CURRent позволяет выбрать значение тока в амперах.

POWer позволяет выбрать значение мощности в ваттах.

VOLTage позволяет выбрать значение напряжения в вольтах.

WHOur позволяет выбрать пороговое значение энергии (ватт-часы) в часах.

Параметр	Обычный результат
от 0 до макс. значения, *RST 0	<пороговое значение>
Установка порогового значения для компаратора 1 на уровне 1 ватт-часа: SENS:THR1:WHO 1	

SENSe:WINDow[:TYPE] HANNing|RECTangular SENSe:WINDow[:TYPE]?

Только для моделей
N7900

Выбор окна для измерений. При этом устанавливается функция преобразования сигнала, используемая в вычислениях скалярных измерений постоянного тока. Также функция окна не изменяет данные мгновенного напряжения или силы тока, вызванные в массив данных измерений.

В окне **Хэннинга** отображается приподнятый косинусоидальный импульс. Это функция преобразования сигнала, позволяющая сократить число ошибок в вычислениях измерений постоянного тока при наличии периодических сигналов, например пульсация на линии переменного тока. В этом окне доступно не более 4883 точек измерения. Прибор переключится в прямоугольное окно, если число точек превышает 4883.

В **прямоугольном** окне отображаются вычисления измерений без преобразования сигнала.

Параметр	Обычный результат
HANNing RECTangular, *RST RECTangular	RECT или HANN
Установка функции окна Хэннинга: SENS:WIND HANN	

Подсистема [SOURce]

Ключевое слово SOURce является необязательным во многих командах, с помощью которых задаются параметры источника или выходного сигнала, например [SOURce:]CURRent <значение>.

Поскольку команды подсистемы SOURce часто используются без необязательного ключевого слова SOURce, эти команды перечислены по отдельным подсистемам ниже.

Подсистемы и команды, в которых используется необязательное ключевое слово [SOURce:] Ключевое слово

ARB

CURRent

DIGital

FUNction

LIST

POWER:LIMit?

RESistance

STEP:TOUTput

VOLTage

Подсистема STATus

С помощью программирования регистра состояний можно в любой момент установить рабочее состояние прибора. Прибор включает три группы регистров состояний: операции, сомнительные состояния, и стандартные события. Группы операций и сомнительных состояний включают регистры условий, разрешений и событий и фильтры NTR и PTR.

Для программирования подсистемы Status также используются общие команды. С помощью общих команд можно управлять дополнительными функциями состояний, например регистрами разрешения запросов обслуживания и байтов состояний. Для получения более подробной информации см. раздел [Учебное пособие по состояниям](#).

STATus

:OPERation	
[:EVENT]?	Запрос регистра событий операций.
:CONDition?	Запрос регистра условий операций.
:ENABle <значение>	Установка регистра разрешений операций.
:NTRansiton <значение>	Установка фильтра переходных характеристик на заднем фронте
:PTRansiton <значение>	Установка фильтра переходных характеристик на переднем фронте
:USER<1 2>	
:SOURce EXPReSSion <1-8> NONE	Выбор выражения для управления пользовательскими битами состояния.
:PRESet	Предварительная установка всех регистров разрешения, PTR и NTR.
:QUEStionable<1 2>	
[:EVENT]?	Запрос регистра сомнительных событий.
:CONDition?	Запрос регистра условий сомнительных событий.
:ENABle <значение>	Установка регистра сомнительных разрешений.
:NTRansiton <значение>	Установка фильтра переходных характеристик на заднем фронте
:PTRansiton <значение>	Установка фильтра переходных характеристик на переднем фронте

STATus:OPERation[:EVENT]

Запрос **регистра событий** для группы **состояний операций**. Этот регистр доступен только для чтения, в нем сохраняются (фиксируются) все события, пропущенные через фильтр NTR операций и/или PTR операций. После считывания регистра событий для группы состояний операций выполняется его очистка.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<значение бита>
Считывание регистра событий для группы состояний операций: STAT:OPER?	

- Ответное сообщение содержит двоичную сумму всех битов, установленных в регистрах. Например, если задан бит 3 (значение 8) и бит 5 (значение 32) (и разрешены соответствующие биты), в результате запроса возвращается значение +40.
- Команда *RST не влияет на этот регистр.

STATus:OPERation:CONDition?

Запрос **регистра условий** для группы **состояний операций**. Этот регистр доступен только для чтения, в нем интерактивно сохраняются (нефиксированные) рабочие состояния прибора. При выполнении считывания регистра условий для группы состояний операций его очистка не выполняется.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<значение бита>
Считывание регистра условий для группы состояний операций: STAT:OPER:COND?	

- Ответное сообщение содержит двоичную сумму всех битов, установленных в регистрах. Например, если задан бит 3 (значение 8) и бит 5 (значение 32) (и разрешены соответствующие биты), в результате запроса возвращается значение +40.
- Биты регистра условий отражают текущее условие. Если условие проходит, соответствующий бит удаляется.
- При использовании команды *RST удаляется содержимое этого регистра, кроме битов, соответствующие условия которых сохраняются после использования команды *RST.

STATus:OPERation:ENABle <значение>

STATus:OPERation:ENABle?

Установка значения в **регистр разрешений** для группы **состояний операций**. Регистр разрешений является маской для разрешения определенным битам в регистре событий операций устанавливать бит OPER (сводка операций) регистра байтов состояний. Команда STATus:PRESet удаляет все биты в регистре разрешения.

Параметр	Обычный результат
Десятичное значение, соответствующее двоичной сумме битов регистра.	<значение бита>
Разрешение битов 3 и 4 в регистре разрешений: STAT:OPER:ENAB 24	

- Например, если задан бит 3 (значение 8) и бит 5 (значение 32) (и разрешены соответствующие биты), в результате запроса возвращается значение +40.
- При использовании команды *CLS содержимое регистра разрешения не удаляется, но удаляется содержимое **регистра событий**.

STATus:OPERation:NTRansition <значение>

STATus:OPERation:NTRansition?

STATus:OPERation:PTRansition <значение>

STATus:OPERation:PTRansition?

Установка и запрос значения регистров **NTR** (переходная характеристика по заднему фронту) и **PTR** (переходная характеристика по переднему фронту). Эти регистры служат в качестве фильтра полярности между регистром условий операций и регистром событий операций.

Если для бита в регистре NTR установлено значение 1, то изменение соответствующего бита в регистре условий операций со значения 1 на значение 0 приводит к тому, что бит будет установлен в регистре событий операций.

Если для бита в регистре PTR установлено значение 1, то преобразование соответствующего бита в регистре условий операций из значения 0 в значение 1 приводит к тому, что бит будет установлен в регистре событий операций.

Команда STATus:PRESet устанавливает все биты в регистрах PTR и удаляет все биты в регистрах NTR.

Параметр	Обычный результат
Десятичное значение, соответствующее двоичной сумме битов регистра.	<значение бита>
Разрешение битов 3 и 4 в регистре NTR: STAT:OPER:NTR 24	
Разрешение битов 3 и 4 в регистре PTR: STAT:OPER:PTR 24	

- Если для одних и тех же битов в регистрах NTR и PTR установлено значение 1, любое преобразование этого бита в регистре условий операций приведет к тому, что соответствующий бит будет установлен в регистре событий операций.
- Если для одних и тех же битов в регистрах NTR и PTR установлено значение 0, никакое преобразование этого бита в регистре условий операций не приведет к тому, чтобы соответствующий бит был установлен в регистре событий операций.
- Ответное сообщение содержит двоичную сумму всех битов, установленных в регистрах.

STATus:OPERation:USER<1|2>:SOURce EXPReSSion<1-8>|NONE

STATus:OPERation:USER<1|2>:SOURce?

Установка соответствия между установленным выражением и одним из двух пользовательских битов **состояний операций** (USER1 или USER2). Если указанное выражение имеет значение true, будет установлен выбранный пользовательский бит.

Параметр	Обычный результат
EXPReSSion<1-8> NONE *RST NONE	EXPR<1-8>
Установка соответствия между пользовательским битом состояния и выражением: STAT:OPER:USER1:SOUR EXPR1	

STATus:PRESet

Предварительная установка всех регистров разрешения, PTR и NTR.

Регистр операций	Регистр сомнительных состояний	Предварительные настройки
STAT:OPER:ENAB	STAT:QUES<1 2>:ENAB	все установленные биты запрещены
STAT:OPER:NTR	STAT:QUES<1 2>:NTR	все установленные биты запрещены
STAT:OPER:PTR	STAT:QUES<1 2>:PTR	все установленные биты разрешены

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Предварительная настройка регистров операций и сомнительных состояний: STAT:PRES	

STATus:QUESTionable<1|2>[:EVENT]?

Запрос **регистра событий** для группы **сомнительных состояний**. Этот регистр доступен только для чтения, в нем сохраняются (фиксируются) все события, пропущенные через фильтр NTR операций и/или PTR операций. После считывания регистра событий для группы сомнительных состояний выполняется его очистка.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<значение бита>
Считывание регистра событий для группы сомнительных состояний 1: STAT:QUES1?	

- Ответное сообщение содержит двоичную сумму всех битов, установленных в регистрах. Например, чтобы разрешить бит 2 (десятичное значение 4) и бит 4 (десятичное значение 16), необходимо указать десятичное значение 20 (4 + 16).
- Команда *RST не влияет на этот регистр.

STATus:QUESTionable<1|2>:CONDition?

Запрос **регистра условий** для группы **сомнительных состояний**. Этот регистр доступен только для чтения, в нем интерактивно сохраняются (нефиксированные) рабочие состояния прибора. После считывания регистра условий сомнительных состояний его очистка не выполняется.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<значение бита>
Считывание регистра условий сомнительных состояний 1: STAT:QUES1:COND?	

- Ответное сообщение содержит двоичную сумму всех битов, установленных в регистрах. Например, чтобы разрешить бит 2 (десятичное значение 4) и бит 4 (десятичное значение 16), необходимо указать десятичное значение 20 (4 + 16).
- Биты регистра условий отражают текущее условие. Если условие проходит, соответствующий бит удаляется.
- При использовании команды *RST удаляется содержимое этого регистра, кроме битов, соответствующие условия которых сохраняются после использования команды *RST.

STATus:QUEStionable<1|2>:ENABle <значение>
STATus:QUEStionable<1|2>:ENABle?

Установка значения в **регистре разрешений** для группы **сомнительных состояний**. Регистр разрешений является маской для разрешения определенным битам в регистре событий операций устанавливать бит QUES (сводка сомнительных элементов) регистра байтов состояний. Команда STATus:PRESet удаляет все биты в регистре разрешения.

Параметр	Обычный результат
Десятичное значение, соответствующее двоичной сумме битов регистра.	<значение бита>
Разрешение битов 2 и 4 в регистре разрешений для сомнительных элементов 1: STAT:QUES1:ENAB 24	

- Например, чтобы разрешить бит 2 (десятичное значение 4) и бит 4 (десятичное значение 16), необходимо указать десятичное значение 20 (4 + 16).
- При использовании команды *CLS содержимое регистра разрешения не удаляется, но удаляется содержимое **регистра событий**.

STATus:QUEStionable<1|2>:NTRansition <значение>
STATus:QUEStionable<1|2>:NTRansition?
STATus:QUEStionable<1|2>:PTRansition <значение>
STATus:QUEStionable<1|2>:PTRansition?

Установка и запрос значения регистров **NTR** (переходная характеристика по заднему фронту) и **PTR** (переходная характеристика по переднему фронту). Эти регистры служат в качестве фильтра полярности между регистром сомнительных условий и регистром сомнительных событий.

Если для бита в регистре NTR установлено значение 1, то преобразование соответствующего бита в регистре условий сомнительных событий из значения 1 в значение 0 приводит к тому, что будет установлен бит в регистре сомнительных событий.

Если для бита в регистре PTR установлено значение 1, то преобразование соответствующего бита в регистре условий сомнительных событий из значения 0 в значение 1 приводит к тому, что будет установлен бит в регистре сомнительных событий.

Команда STATus:PRESet устанавливает все биты в регистрах PTR и удаляет все биты в регистрах NTR.

Параметр	Обычный результат
Десятичное значение, соответствующее двоичной сумме битов регистра.	<значение бита>
Разрешение битов 3 и 4 в регистре сомнительных NTR 1: STAT:QUES:NTR 24	
Разрешение битов 3 и 4 в регистре сомнительных PTR 1: STAT:QUES:PTR 24	

- Если для одних и тех же битов в регистрах NTR и PTR установлено значение 1, любое преобразование этого бита в регистре условий сомнительных событий приведет к тому, что соответствующий бит будет установлен в регистре сомнительных событий.
- Если для одних и тех же битов в регистрах NTR и PTR установлено значение 0, никакое преобразование этого бита в регистре условий сомнительных событий не приведет к установке соответствующего бита в регистре сомнительных событий.
- Ответное сообщение содержит двоичную сумму всех битов, установленных в регистрах.

Команда STEP

[SOURce:]STEP:TOUTput 0|OFF|1|ON

[SOURce:]STEP:TOUTput?

Установка необходимости генерирования сигнала запуска выходного сигнала при выполнении шага переходной характеристики. Сигнал запуска будет сгенерирован при переходе в состояние включения (истина).

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON , *RST OFF	0 или 1
Включение сигнала запуска ступенчатой функции: STEP:TOUT ON	

Подсистема SYSTem

С помощью системных команд можно управлять системными функциями, которые косвенно связаны с функциями управления выходным сигналом, измерений или состояний. Обратите внимание, что с помощью общих команд IEEE-488 можно также управлять системными функциями, например самопроверкой, сохранением и вызовом состояний и т.д.

SYSTem

:BBR	
:EVENT <"строка">	Добавление строки события в журнал событий BBR.
:SNAPshot <значение>	Создание снимка данных указанной длины.
:STATus?	Запрос хода создания снимка в процентах.
:STATe?	Ответное сообщение содержит значение «истина» (1), если «черный ящик» выполняет запись данных.
:TIME?	Запрос продолжительности записи данных «черного ящика».
:COMMunicate	
:LAN TCPIp:CONTRol?	Запрос исходного номера соединительного порта для гнезда управления.
:RLState	Конфигурирование состояния дистанционного/локального управления прибором.
LOCal REMote RWLock	
:DATE <гггг>,<мм>,<дд>	Установка системной даты.
:ERRor?	Выполняет считывание и удаляет одну ошибку из списка ошибок.
:LFRequency?	Запрос опорной частоты линии питания.
:LFRequency	
:MODE AUTO MAN50 MAN60	Установка автоматического или ручного определения частоты линии питания.
:PASSword	
:FPANel	
:RESet	Сброс пароля для блокировки лицевой панели на ноль.
:REBoot	Перезапуск прибора и восстановление состояния при включении питания.
:SECurity	
:IMMEDIATE	Удаление из памяти всех пользовательских данных и перезагрузка прибора.
:SIGNal	
:DEFine EXPReSSion <1-8>,<"выражение">	Определение до восьми выражений сигналов.
:TEMPerature	
:AMBient?	Запрос температуры у отверстия для впуска воздуха.
:TIME <чч>,<мм>,<сс>	Установка системных часов.
:VERSion?	Запрос версии SCPI, совместимой с прибором.

SYSTem:BBR:EVENT <"строка">

Добавление строки события в журнал событий BBR. Файл регистрации событий BBR может содержать до 100 000 событий. Максимальная длина строки события составляет 55 символов.

Параметр	Обычный результат
<"строка">Программируемые данные строки. Параметры строки заключите в одиночные или двойные кавычки.	(нет)
Ввод сообщения в данные BBR: SYST:BBR:EVEN "Starting BBR data"	

SYSTem:BBR:SNAPshot <время>

Создание снимка данных указанной длины. Продолжительность указывается в секундах. На снимке фиксируются наиболее новые данные, начиная с момента получения команды создания снимка. Данные сохраняются во внутреннем файле, из которого их можно вызывать с помощью соответствующего приложения. При отправке следующей команды создания снимка предыдущий файл снимка будет заменен более новым.

Параметр	Обычный результат
1 – 86 400 (с периодом 10 мс) 1 – 864 000 (с периодом 100 мс)	(нет)
Захват данных снимка, полученных за последние два часа: SYST:BBR:SNAP 7200	

SYSTem:BBR:SNAPshot:STATus?

Запрос хода создания снимка в процентах. Создание снимка завершено при получении ответного сообщения со значением 100.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<% выполнено>
Запрос хода создания снимка BBR: SYST:BBR:SNAP:STAT?	

SYSTem:BBR:STATe?

Ответное сообщение содержит значение «истина» (1), если «черный ящик» выполняет запись данных. Обратите внимание, что работа BBR будет мгновенно остановлена при изменении периода записи BBR или при изменении системного времени.

Параметр	Обычный результат
(нет)	0 или 1
Запрос состояния BBR: SYST:BBR:STAT?	

SYSTEM:BBR:TIME?

Запрос продолжительности записи данных «черного ящика». Значение указывается в секундах.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<продолжительность>
Запрос времени BBR: SYST:BBR:TIME?	

SYSTEM:COMMunicate:LAN:CONTRol? SYSTEM:COMMunicate:TCPIP:CONTRol?

Запрос исходного номера соединительного порта для гнезда управления. Это соединение используется для отправки и получения команд и запросов. В отличие от гнезда для передачи данных, для которого используется фиксированный номер порта, номер порта для сокета управления изменяется, и его можно узнать с помощью этих запросов.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<номер порта> (если указано значение 0, значит, гнездо не поддерживается)
Запрос номера порта контрольного соединения: SYST:COMM:LAN:CONT? или SYST:COMM:TCP:CONT?	

SYSTEM:COMMunicate:RLState LOCAL|REMOte|RWLock SYSTEM:COMMunicate:RLState?

Конфигурирование состояния дистанционного/локального управления прибором. Значения REMOTE и LOCAL аналогичны и используются для совместимости с другими продуктами. **LOCAL** позволяет установить управление прибором через лицевую панель. **REMOte** позволяет установить управление прибором через лицевую панель. **RWLock** позволяет отключить клавиши на лицевой панели. Управление прибором возможно только через интерфейс дистанционного управления. Эта программируемая настройка абсолютно независима от функции блокировки/разблокировки лицевой панели.

Параметр	Обычный результат
LOCAL REMOte RWLock , *RST LOCAL	LOC, REM или RWL
Установка состояния дистанционного управления: SYST:COMM:RLST REM	

- Состояние дистанционного/локального управления невозможно изменить с помощью *RST или команд SCPI, кроме SYSTEM:COMMunicate:RLState.
- Состояние дистанционного/локального управления прибором также можно установить с помощью команд другого интерфейса, например, GPIB и других интерфейсов ввода-вывода.
- Если активно несколько интерфейсов дистанционного программирования, состояние дистанционного/локального управления прибором определяет интерфейс, на котором состояние дистанционного/локального управления было изменено последним.

SYSTEM:DATE <гггг>,<мм>,<дд> SYSTEM:DATE?

Установка системной даты. Установите год, месяц и день.

Обратите внимание, что настройка даты приведет к остановке дополнительной функции регистрации VBR и ее повторному запуску с использованием новой даты.

Параметр	Обычный результат
<гггг>,<мм>,<дд>	<дата>
Установка даты (31 января 2012 года): SYST:DATE 2012,01,31	

SYSTEM:ERRor?

Выполняет считывание и удаляет одну ошибку из списка ошибок.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<+0,"No error">
Считывание и удаление первой ошибки из последовательности ошибок: SYST:ERR?	

- Сигнализатор ERR на лицевой панели включается, когда в последовательности ошибок сохраняется одна или несколько ошибок. Вызов ошибки выполняется в режиме «первый на входе – первый на выходе» (FIFO), и после чтения данные об ошибках будут удалены. Когда пользователь прочел все ошибки из последовательности ошибок, сигнализатор ERR выключается.
- Если произошло более 20 ошибок, ошибка, сохраненная в последовательности последней (последняя возникшая ошибка), будет заменена значением -350,"Error queue overflow". Сохранение последующих ошибок будет невозможно, пока не будут удалены ошибки в этом списке. Если на момент чтения списка ошибок не произошло ни одной ошибки, прибор отправит ответное значение +0,"No error".
- Последовательность ошибок очищается при использовании команды *CLS и при выключении и включении питания. Ее содержимое не удаляется при использовании команды *RST.
- Ошибки имеют следующий формат (строка ошибки может содержать не более 255 символов).
<код ошибки>,<строка ошибки>
Список кодов ошибок и строк сообщений см. в разделе [Сообщения об ошибках SCPI](#).

SYSTem:LFRrequency?

Запрос опорной частоты линии питания. С помощью этой команды можно установить время интеграции, используемое командой **SENSe:SWEep:NPLC**.

Если при включении питания будет установлен автоматический режим частоты, источник питания автоматически обнаруживает частоту сети питания (50, 60 или 400 Гц) и использует это значение для определения времени интеграции. Если определенная частота сети питания составляет 400 Гц, фактически будет использоваться опорное значение 50 Гц (субгармоника для 400 Гц).

Если происходит сбой автоматического определения частоты сети питания в связи с наличием шума в сети питания или недопустимостью значения частоты сети питания, будет использовано значение 60 Гц.

Параметр	Обычный результат
(нет)	50, 60 или 400
Запрос частоты сети питания: SYST:LFR?	

SYSTem:LFRrequency:MODE AUTO|MAN50|MAN60 SYSTem:LFRrequency:MODE?

Установка автоматического или ручного определения частоты линии питания. **AUTO** позволяет установить автоматическое определение. При установке параметра **MAN50** будет использоваться значение 50 Гц. При установке параметра **MAN60** будет использоваться значение 60 Гц. Этот параметр сохраняется в энергонезависимой памяти.

Параметр	Обычный результат
AUTO MAN50 MAN60	AUTO, MAN50 или MAN60
Установка частоты сети питания, равной 60 Гц: SYST:LFR:MODE MAN60	

SYSTem:PASSword:FPANel:RESet

Сброс пароля для блокировки лицевой панели на ноль. С помощью этой команды нельзя сбросить пароль калибровки.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Сброс пароля для лицевой панели: SYST:PASS:FPAN:RES	

SYSTem:REBoot

Перезапуск прибора и восстановление состояния при включении питания.

Подсистема SYSTem

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Перезапуск прибора: SYST:REB	

SYSTem:SECurity:IMMediate

Удаление из памяти всех пользовательских данных и перезагрузка прибора. Обычно эта команда используется перед удалением прибора из безопасной зоны. При этом удаляются все пользовательские данные кроме файлов «черного ящика». Все нулевые значения записываются на флеш-память, а затем выполняется удаление данных на микросхеме в соответствии со спецификациями прибора, предусмотренными производителем. Если установлен модуль BBR, необходимо извлечь и уничтожить накопитель в целях удаления данных BBR. Идентификационные данные (микропрограмма прибора, номер модели, серийный номер, MAC-адрес и данные калибровки) не удаляются. После удаления данных выполняется перезапуск прибора.

Эту процедуру не рекомендуется использовать в обычной работе, поскольку возможна непредусмотренная пользователем потеря данных.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Удаление пользовательских данных на приборе: SYST:SEC:IMM	

SYSTem:SIGNal:DEFine EXPReSSion<1-8>, <"выражение"> SYSTem:SIGNal:DEFine? EXPReSSion <1-8>

Определение до восьми выражений сигналов. Полный список источников сигнала и операторов, используемых для составления выражений для сигналов, см. в разделе [Определение выражений сигналов](#).

Параметр	Обычный результат
EXPReSSion <1-8>	(нет)
<"выражение">	<"выражение">
Определение первого выражения, которое должно быть истинно для включения выходного сигнала: SYST:SIGN:DEF EXPR1, "OutpOn"	

Выражения внутри команд SCPI должны быть заключены в кавычки (""). При составлении выражений учитывается регистр клавиатуры. Буквенные символы можно вводить только в верхнем регистре, только в нижнем регистре или в верхнем и нижнем регистре. Между булевыми операциями And, Or и Not необходимо вставлять пробелы. Рядом с круглыми скобками пробелы не требуются.

SYSTem:TEMPerature:AMBient?

Запрос температуры у отверстия для впуска воздуха. Полученный значения температуры выражены в градусах Цельсия.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<"температура окружающей среды">
Запрос окружающей температуры: SYST:TEMP:AMB?	

**SYSTem:TIME <чч>,<мм>,<сс>
SYSTem:TIME?**

Установка системных часов. Установите часы (0 – 23), минуты (0 – 59) и секунды (0 – 59).

Параметр	Обычный результат
<чч>,<мм>,<сс>	<чч,мм,сс>
Установка часов на 20:30: SYST:TIME 20,30,0	

- Обратите внимание, что настройка времени приведет к остановке дополнительной функции регистрации BBR и ее повторному запуску с использованием новой настройки времени.

SYSTem:VERSion?

Запрос версии SCPI, совместимой с прибором. Невозможно задать с помощью элементов управления лицевой панели.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<"версия">
Запрос версии SCPI: SYST:VERS?	

- При использовании этой команды будет получено ответное сообщение в форме «ГГГГ.В», где «ГГГГ» – год создания версии, а «В» – номер версии для соответствующего года.

Подсистема TRIGger

С помощью команд запуска можно управлять подсистемами переходных процессов и сбора данных. Для получения более подробной информации см. раздел [Обзор системы запуска](#).

TRIGger

:ACQuire	
[:IMMediate]	Генерирование мгновенного запуска.
:CURRent	
[:LEVel]	Установка запускаемого уровня выходного сигнала.
<значение>	
:SLOPe	Установка фронта сигнала.
POSitive NEGative	
:INDices	
[:DATA]?	Запрос индексов, обозначающих зарегистрированные сигналы запуска.
:COUNT?	Запрос числа запусков, зарегистрированных во время сбора данных.
:SOURce	Выбор источника сигнала запуска для системы сбора данных: BUS CURRent1 EXTernal
<источник>	EXPRession<1-8> PIN<1-7> TRANsient1 VOLTagе1
:TOUTput	
[:ENABLE]	Разрешение отправки сигналов запуска измерений на контакт цифрового порта.
0 OFF 1 ON	
:VOLTagе	
[:LEVel]	Установка запускаемого уровня выходного сигнала.
<значение>	
:SLOPe	Установка фронта сигнала.
POSitive NEGative	
:ARB	
:SOURce	Выбор источника сигнала запуска для сигналов произвольной формы: BUS EXTernal
<источник>	IMMediate EXPRession<1-8> PIN<1-7>
:ELOG	
[:IMMediate]	Генерирование мгновенного запуска.
:SOURce	Выбор источника сигнала запуска для функции регистрации данных во внешний журнал:
<источник>	BUS EXTernal IMMediate PIN<1-7>
:TRANsient	
[:IMMediate]	Генерирование мгновенного запуска.
:SOURce	Выбор источника сигнала запуска системы переходной характеристики: BUS EXTernal
<источник>	IMMediate EXPRession<1-8> PIN<1-7>

TRIGger:ACQuire[:IMMediate]

TRIGger:ELOG[:IMMediate] 

TRIGger:TRANsient[:IMMediate]

Генерирование мгновенного запуска. С помощью этой команды можно заменить выбранный источник сигнала запуска.

TRIGger:ACQuire позволяет запускать систему сбора данных.

TRIGger:ELOG позволяет запускать внешнюю регистрацию данных.

TRIGger:TRANSient позволяет запускать систему запуска.

Параметр	Обычный результат
(нет)	(нет)
Генерирование сигнала запуска измерений: TRIG:ACQ	

TRIGger:ACQuire:CURRent[:LEVel] <значение> |MIN|MAX

TRIGger:ACQuire:CURRent[:LEVel]? [MIN|MAX]

TRIGger:ACQuire:VOLTage[:LEVel] <значение> |MIN|MAX

TRIGger:ACQuire:VOLTage[:LEVel]? [MIN|MAX]

Установка запускаемого уровня выходного сигнала. Применяется, если для источника сигнала запуска измерений установлено значение уровня. Значения могут быть указаны в амперах или вольтах. Минимальное и максимальное значения зависят от номинальных значений устройства.

Параметр	Обычный результат
Напряжение: от 0 % до 102 % от номинального значения, *RST 0 Ток: от -10,2 % до 102 % от номинального значения, *RST 0 Сила тока с модулем рассеивания мощности: до -102 % – 102 % от номинального значения	<пороговое значение>
Установка силы тока для запуска, равной 3 А: TRIG:ACQ:CURR 3 Установка напряжения для запуска, равного 50 В: TRIG:ACQ:VOLT 50	

TRIGger:ACQuire:CURRent:SLOPe POSitive|NEGative

TRIGger:ACQuire:CURRent:SLOPe?

TRIGger:ACQuire:VOLTage:SLOPe POSitive|NEGative

TRIGger:ACQuire:VOLTage:SLOPe?

Установка фронта сигнала. Применяется, если для источника сигнала запуска измерений установлено значение уровня. **POSitive** – установка переднего фронта выходного сигнала. **NEGative** – установка заднего фронта для выходного сигнала.

Параметр	Обычный результат
POSitive NEGative, *RST POSitive	POS или NEG
Установка отрицательного наклона силы тока (отрицательный перепад): TRIG:ACQ:CURR:SLOP NEG Установка отрицательного наклона напряжения (отрицательный перепад): TRIG:ACQ:VOLT:SLOP NEG	

TRIGger:ACQuire:INDices[:DATA]?

Только для моделей N7900

Возвращает индексы, добавленные в собранные данные в точках, в которых во время сбора данных фиксировались сигналы запуска. Чтобы узнать число индексов, включаемых в ответное сообщение, выполните запрос TRIGger:ACQuire:INDices:COUNT?

Параметр	Обычный результат
(нет)	<время>
Запрос числа индексов: TRIG:ACQ:IND?	

TRIGger:ACQuire:INDices:COUNT?

Только для моделей N7900

Запрос числа запусков, зарегистрированных во время сбора данных.

Параметр	Обычный результат
(нет)	<время>
Запрос числа сигналов запуска: TRIG:ACQ:IND:COUN?	

TRIGger:ACQuire:TOUTput[:ENABLE] 0|OFF|1|ON TRIGger:ACQuire:TOUTput[:ENABLE]?

Разрешение отправки сигналов запуска измерений на контакт цифрового порта. Перед использованием контакта цифрового порта в качестве источника сигнала запуска его необходимо настроить как контакт для выходного сигнала запуска (см. раздел [Ввод-вывод внешнего сигнала запуска](#)).

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON , *RST OFF	0 или 1
Разрешение отправки сигналов запуска измерений на цифровые контакты: TRIG:ACQ:TOUT ON	

TRIGger:ACQuire:SOURce <ИСТОЧНИК> TRIGger:ACQuire:SOURce?

Выбор источника сигнала запуска для системы сбора данных:

- BUS** Выбор команды запуска интерфейса дистанционного управления.
- CURRent1** Выбор уровня силы тока выходного сигнала.
- EXTernal** Выбор ВСЕХ контактов на цифровом порте, настроенных в качестве источников сигнала запуска.

EXPRession <1-8>	Выбор пользовательского выражения в качестве источника сигнала запуска.
PIN<1-7>	Выбор контакта цифрового порта, настроенного в качестве входного разъема для сигнала запуска.
TRANSient1	Выбор системы переходной характеристики в качестве источника сигнала запуска.
VOLTage1	Выбор уровня напряжения выходного сигнала.

Параметр	Обычный результат
BUS CURRent1 EXTernal EXPRession<1-8> PIN<1-7> TRANSient1 VOLTage1, *RST BUS	BUS, CURR1, EXT, EXPR<n>, PIN<n>, TRAN1 или VOLT1
Выбор контакта 1 цифрового порта в качестве источника сигнала запуска измерений: TRIG:ACQ:SOUR PIN1	

TRIGger:ARB:SOURce <ИСТОЧНИК> TRIGger:ARB:SOURce?

Только для моделей N7900

Выбор источника сигнала запуска для сигналов произвольной формы:

BUS	Выбор команды запуска интерфейса дистанционного управления.
EXTernal	Выбор ВСЕХ контактов на цифровом порте, настроенных в качестве источников сигнала запуска.
EXPRession <1-8>	Выбор пользовательского выражения в качестве источника сигнала запуска.
IMMEDIATE	Запуск переходной характеристики при отправке команды INITiate.
PIN<1-7>	Выбор контакта цифрового порта, настроенного в качестве входного разъема для сигнала запуска.

Параметр	Обычный результат
BUS EXTernal IMMEDIATE EXPRession<1-8> PIN<1-7> *RST BUS	BUS, EXT, IMM, EXPR<n>, PIN<n>
Выбор контакта 1 цифрового порта в качестве источника запуска сигнала произвольной формы: TRIG:ARB:SOUR PIN1	

TRIGger:ELOG:SOURce <ИСТОЧНИК> TRIGger:ELOG:SOURce?

Только для моделей N7900

Выбор источника сигнала запуска для функции регистрации данных во внешний журнал:

BUS	Выбор команды запуска интерфейса дистанционного управления.
------------	---

Подсистема TRIGger

EXTernal	Выбор ВСЕХ контактов на цифровом порте, настроенных в качестве источников сигнала запуска.
IMMEDIATE	Запуск переходной характеристики при отправке команды INITiate.
PIN<1-7>	Выбор контакта цифрового порта, настроенного в качестве входного разъема для сигнала запуска.

Параметр	Обычный результат
BUS EXTernal IMMEDIATE PIN<1-7> *RST BUS	BUS, EXT, IMM, PIN<n>
Выбор контакта 1 цифрового порта в качестве источника сигнала запуска электронного журнала: TRIG:ELOG:SOUR PIN1	

TRIGger:TRANSient:SOURce <ИСТОЧНИК> TRIGger:TRANSient:SOURce?

Выбор источника сигнала запуска системы переходной характеристики:

BUS	Выбор команды запуска интерфейса дистанционного управления.
EXTernal	Выбор ВСЕХ контактов на цифровом порте, настроенных в качестве источников сигнала запуска.
EXPRession <1-8>	Выбор пользовательского выражения в качестве источника сигнала запуска.
IMMEDIATE	Запуск переходной характеристики при отправке команды INITiate.
PIN<1-7>	Выбор контакта цифрового порта, настроенного в качестве входного разъема для сигнала запуска.

Параметр	Обычный результат
BUS EXTernal IMMEDIATE EXPRession <1-8> PIN<1-7>, *RST BUS	BUS, EXT, IMM, EXPR<n>, PIN<n>
Выбор контакта 1 цифрового порта в качестве источника сигнала запуска переходной характеристики: TRIG:TRAN:SOUR PIN1	

Подсистема VOLTage

С помощью команд для напряжения можно программировать напряжение выходного сигнала прибора.

[SOURce:]		
VOLTage		
[:LEVel]		
[:IMMediate]		
[:AMPLitude] <значение>		Установка напряжения выходного сигнала при активном режиме приоритета напряжения.
:TRIGgered		
[:AMPLitude] <значение>		Установка напряжения запущенного выходного сигнала.
:BWIDth LOW HIGH1		Установка полосы пропускания напряжения.
:LIMit		
[:POSitive]		
[:IMMediate]		
[:AMPLitude] <значение>		Установка предельного значения напряжения при работе в режиме приоритета тока.
:MODE FIXed STEP LIST ARB		Установка переходного режима.
:PROTection		
[:LEVel] <значение>		Установка уровня срабатывания защиты от перегрузок по напряжению
:SLEW		
[:IMMediate]		Установка скорости нарастания напряжения.
<значение> INFinity		
:MAXimum 0 OFF 1 ON		Разрешение или запрещение замены максимальной скорости нарастания.

[SOURce:]VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <значение> |MIN|MAX
[SOURce:]VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN|MAX]
[SOURce:]VOLTage[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude] <значение> |MIN|MAX
[SOURce:]VOLTage[:LEVel]:TRIGgered[:AMPLitude]? [MIN|MAX]

Установка мгновенного или запускаемого уровня напряжения, когда выходной сигнал находится в режиме приоритета напряжения. Уровень запуска – это значение, которое передается выходному сигналу при запуске шага выходного сигнала. Значения выражены в вольтах. Максимальное значение зависит от номинального напряжения устройства.

Параметр	Обычный результат
0,1 % – 102 % от номинального значения, *RST 0,1 % от номинального значения	<уровень напряжения>
Установка напряжения выходного сигнала, равного 20 В: VOLT 20 Установка запускаемого напряжения, равного 10 В: VOLT:TRIG 10	

[SOURce:]VOLTage:BWIDth LOW|HIGH1
[SOURce:]VOLTage:BWIDth?

Установка полосы пропускания напряжения. С помощью этой команды можно оптимизировать время отклика выходного сигнала с помощью емкостных нагрузок.

Следующие режимы компенсации применяются, только когда устройство работает в режиме приоритета напряжения. Режим **HIGH1** обеспечивает максимальную скорость восходящего программирования, а также наиболее краткую длительность переходных процессов, когда емкость выходного сигнала ограничена небольшим значением. Режим **LOW** оптимален для стабильной работы с использованием различных выходных конденсаторов. Для получения информации об определенных предельных значениях емкостной нагрузки см. раздел [Установка полосы пропускания выходного сигнала](#).

Параметр	Обычный результат
LOW HIGH1, *RST HIGH1	HIGH1 или LOW
Установка узкой полосы пропускания напряжения: <code>VOLT:BWID LOW</code>	

[SOURce:]VOLTage:LIMit[:POSitive][:IMMediate][:AMPLitude]
<значение> |MIN|MAX
[SOURce:]VOLTage:LIMit[:POSitive][:IMMediate][:AMPLitude]? [MIN|MAX]

Установка предельного значения напряжения при работе в режиме приоритета тока. Значения выражены в вольтах.

Параметр	Обычный результат
от 0,1 % до 102 % от номинального значения, *RST 1 % от номинального значения	<предельное напряжение>
Установка предельного напряжения, равного 20 В: <code>VOLT:LIM 20</code>	

[SOURce:]VOLTage:MODE FIXed|STEP|LIST|ARB
[SOURce:]VOLTage:MODE?

Установка переходного режима. Эта команда определяет, что должно произойти с напряжением выходного сигнала при включении и запуске системы переходной характеристики.

При использовании значения **FIXed** для напряжения выходного сигнала будет использоваться мгновенное значение.

STEP позволяет перевести выходной сигнал на уровень запуска при получении сигнала запуска.

LIST позволяет применять к выходному сигналу значения списка после получения сигнала запуска.

При использовании параметра **ARB** при получении сигнала запуска к выходному сигналу применяются значения сигнала произвольной формы.

Параметр	Обычный результат
FIXed STEP LIST ARB, *RST FIXed	FIX, STEP, LIST или ARB
Установка режима напряжения Step: VOLT:MODE STEP	

[SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel] <значение> |MIN|MAX
[SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel]? [MIN|MAX]

Установка уровня срабатывания защиты от перегрузок по напряжению. Значения выражены в вольтах. Если напряжение выходного сигнала превышает уровень OVP, выходной сигнал будет выключен, а в регистр состояний сомнительных условий будет установлен бит OV.

Параметр	Обычный результат
от 0 % до 120 % от номинального значения, *RST 120 % от номинального значения	<уровень защиты>
Установка срабатывания защиты от перегрузки по напряжению на уровне 24 В: VOLT:PROT 24	

- После устранения причины возникновения условия срабатывания защиты можно сбросить условие перенапряжения с помощью команды OUTput:PROTection:CLEar.

[SOURce:]VOLTage:SLEW[:IMMediate] <значение> |MIN|MAX|INFinity
[SOURce:]VOLTage:SLEW[:IMMediate]? [MIN|MAX]

Установка скорости нарастания напряжения. Скорость нарастания указывается в вольтах в секунду и влияет на все запрограммированные изменения напряжения, включая те, которые приводят к включению и выключению выходного сигнала. В качестве скорости нарастания можно установить любое значение в диапазоне от 0 до 9.9E+37. При установке очень большого значения скорость нарастания будет ограничена физическими возможностями аналоговой части в схеме выходного сигнала. Ключевые слова MAX или INFinity позволяют установить максимальную скорость нарастания.

Параметр	Обычный результат
0 – 9.9E+37, *RST MAX	<максимальное значение>
Установка скорости нарастания выходного сигнала, равной 5 вольтам в секунду: VOLT:SLEW 5	

- Запрос возвращает отправленное значение, если значение не меньше минимального значения скорости нарастания. Если оно меньше минимального значения, будет возвращено минимальное значение. Шаг установки скорости нарастания равен минимальному значению, которое можно запросить с помощью VOLTage:SLEW? MIN. Точное значение может незначительно отличаться в зависимости от калибровки.

[SOURce:]VOLTage:SLEW:MAXimum 0|OFF|1|ON
[SOURce:]VOLTage:SLEW:MAXimum?

Разрешение или запрещение замены максимальной скорости нарастания. Если разрешено, для скорости нарастания можно установить ее максимальное значение. Если этот параметр отключен, для скорости нарастания устанавливается мгновенное значение, заданное с помощью команды [SOURce:]VOLTage:SLEW. С помощью запроса [SOURce:]VOLTage:SLEW? MAX можно узнать установленную максимальную скорость нарастания.

Параметр	Обычный результат
0 OFF 1 ON, *RST ON	0 или 1
Разрешение изменения максимальной скорости нарастания: VOLT:SLEW:MAX ON	

- Команда [SOURce:]VOLTage:SLEW:MAX связана с командой [SOURce:]VOLTage:SLEW. Если в команде [SOURce:]VOLTage:SLEW установлено значение скорости нарастания MAX или INFinity, будет разрешена команда [SOURce:]VOLTage:SLEW:MAX. Если для скорости нарастания установлено другое значение, команда [SOURce:]VOLTage:SLEW:MAX будет запрещена.

Учебное пособие по состояниям

В этом разделе представлено подробное описание отдельных регистров и групп регистров. Схема состояний включает графическое представление взаимосвязей между регистрами состояний и группами.

Регистры состояний

Группа состояний операций

Группа сомнительных состояний

Группа состояний стандартных событий

Регистр байтов состояния

Последовательности ошибок и выходных данных

Схема состояний

Регистры состояний

Группа рабочих состояний и группа сомнительных состояний включают четыре типа регистров для отслеживания событий классификации, установки отметок и разрешения, происходящих на приборе. Группа стандартных событий включает только регистры событий и разрешения.

- Регистр условий постоянно контролирует состояние прибора. Биты в регистре условий обновляются в режиме реального времени, и биты не фиксируются.
- В регистре PTR/NTR классифицируются сигналы, которые заносятся в регистр событий. При установке бита PTR в регистр событий помещаются сигналы с переходной характеристикой на переднем фронте. При установке бита NTR в регистр событий помещаются сигналы с переходной характеристикой на заднем фронте. При установке обоих битов в регистр заносятся все сигналы. Если не установлен ни один из битов, никакие сигналы не будут заноситься в регистр.
- В регистре событий фиксируются переходные процессы, помещенные в регистры переходных характеристик на переднем и заднем фронте. Бит события остается установленным, пока не будет выполнено считывание из регистра событий. При выполнении считывания регистра событий выполняется сброс бита события.
- Регистр разрешения определяет, какие биты в регистре событий будут передаваться в регистр байтов состояния. Данные регистра разрешения можно считывать и записывать.

Группа состояний операций

В эти регистры вносятся записи о сигналах, получаемых во время нормального режима работы. Группа включает регистры условий, PTR/NTR, событий и разрешений. Результаты группы регистра состояний операций преобразуются в бит сводки OPERATION (7) с помощью логического оператора OR, который заносится в регистр байтов состояний. Описание регистров см. в разделе [Регистры состояний](#).

В следующей таблице приведены обозначения битов регистра состояний операций.

Бит	Имя бита	Десятичное значение	Определение
0	CV	1	Выходной сигнал имеет постоянное напряжение
1	CC	2	Выходной сигнал имеет постоянную силу тока
2	OFF	4	Запрограммировано выключение выходного сигнала
3	WTG-meas	8	Система измерений ожидает сигнал запуска
4	WTG-tran	16	Система переходной характеристики ожидает сигнал запуска
5	MEAS-active	32	Система измерений запущена или выполняет операцию
6	TRAN-active	64	Система переходной характеристики запущена или выполняет операцию
7	User1	128	Выражение, установленное с помощью User1, имеет значение истины
8	User2	256	Выражение, установленное с помощью User2, имеет значение истины
9-15	не используется	не используется	Возвращается 0

Группа сомнительных состояний

В эти две группы регистров заносятся сигналы, обозначающие неправильную работу. Группа включает регистры условий, PTR/NTR, событий и разрешений. Результаты группы состояний, вызывающих сомнения, преобразуются в бит сводки QUESTionable (3) с помощью логического оператора OR, который заносится в регистр байтов состояний. Описание регистров см. в разделе [Регистры состояний](#).

В следующей таблице приведены обозначения битов регистра состояний Questionable1.

Бит	Имя бита	Десятичное значение	Определение
0	OV	1	Выходной сигнал выключен из-за срабатывания защиты от перегрузки по напряжению
1	OC	2	Выходной сигнал выключен из-за срабатывания защиты от перегрузки по току
2	PF	4	Выходной сигнал выключен из-за срабатывания защиты от сбоя питания (недопустимое понижение напряжения в сети питания переменного тока)

3	CP+	8	Выходной сигнал выключен из-за превышения предельного положительного значения мощности и срабатывания защиты от избыточной мощности
4	OT	16	Выходной сигнал выключен из-за срабатывания защиты от перегрева
5	CP -	32	Выходной сигнал выключен из-за превышения предельного отрицательного значения мощности и срабатывания защиты от избыточной мощности
6	OV-	64	Выходной сигнал выключен из-за превышения предельного отрицательного значения напряжения (OV) в результате реверсирования проводов для распознавания
7	LIM+	128	Достигнуто предельное положительное значение напряжения или силы тока выходного сигнала
8	LIM -	256	Достигнуто предельное отрицательное значение силы тока выходного сигнала
9	INH	512	Выходной сигнал выключен из-за получения внешнего запрещающего сигнала INHhibit
10	UNR	1024	Выходной сигнал не регулируется
11	PROT	2048	Выходной сигнал выключен из-за срабатывания защитного таймера сторожевой схемы
12	EDP	4096	Выходной сигнал выключен из-за срабатывания защиты при избыточной динамике выходного сигнала
13	SF	8192	Обнаружен сбой проводов распознавания
14,15	не используется	не используется	Возвращается 0

В следующей таблице приведены обозначения состояний Questionable2.

Бит	Имя бита	Десятичное значение	Определение
0	UProt	1	Выходной сигнал выключен из-за получения пользовательского сигнала защиты
1	IPK+	2	Выходной сигнал достиг предельного положительного пикового значения силы тока

2	IPK-	4	Достигнуто предельное отрицательное пиковое значение силы тока выходного сигнала
3	CSF	8	Возник сбой перераспределения тока
4-15	не используется	не используется	Возвращается 0

Группа состояний стандартных событий

Для программирования этих регистров используются общие команды. Группа включает регистры событий и разрешений. В регистре разрешения стандартных событий фиксируются события, относящиеся к состоянию связи. Этот регистр доступен только для чтения, после считывания он очищается. Регистр разрешения стандартных событий работает аналогично регистрам разрешений в группах состояний операций и сомнительных состояний. Описание регистров см. в разделе [Регистры состояний](#).

В следующей таблице приведены обозначения битов регистра состояний стандартных событий.

Бит	Имя бита	Десятичное значение	Определение
0	Операция завершена	1	Все команды до *OPC включительно были выполнены.
1	не используется	не используется	Возвращается 0
2	Ошибка запроса	4	Прибор выполнил попытку считывания буфера выходных данных, однако он оказался пуст, перед считыванием предыдущего запроса была получена новая командная строка или буферы входных и выходных данных переполнены.
3	Ошибка устройства	8	Произошла ошибка устройства, включая ошибку самопроверки, калибровки и т.п. Сообщения об ошибках
4	Ошибка выполнения	16	Произошла ошибка выполнения. Сообщения об ошибках
5	Команда	32	Произошла ошибка синтаксиса команды. Сообщения об ошибках
6	не используется	не используется	Возвращается 0
7	Вкл. питания	128	Питание отключалось и включалось после последнего прочтения или удаления содержимого регистра событий.

Регистр байтов состояния

В регистр включается вся информация из всех других групп состояний в соответствии с требованиями стандарта IEEE 488.2 для цифровых интерфейсов на программируемых устройствах.

В следующей таблице приведены обозначения битов регистра байтов состояний.

Бит	Имя бита	Десятичное значение	Определение
0	не используется	не используется	Возвращается 0
1	не используется	не используется	Возвращается 0
2	Последовательность ошибок	4	Одна или несколько ошибок в последовательности ошибок. Используйте команду <code>SYSTem:ERRor?</code> для считывания и удаления ошибок.
3	Сводка по сомнительным состояниям	8	Один или несколько битов заданы в регистре сомнительных данных. Биты должны быть разрешены, см. <code>STATus:QUEStionable:ENABle</code> .
4	Доступное сообщение	16	В выходном буфере имеются доступные данные.
5	Сводка по состояниям событий	32	Один или несколько битов заданы в регистре стандартных событий. Биты должны быть разрешены, см. *ESE .
6	Главная сводка по состояниям	64	Один или несколько битов заданы в регистре байтов состояний, и может быть сгенерирован запрос обслуживания. Биты должны быть разрешены, см. *SRE .
7	Сводка по состояниям операций	128	Один или несколько битов заданы в регистре состояния операций. Биты должны быть разрешены, см. <code>STATus:OPERation:ENABle</code> .

Биты главной сводки по состояниям и запроса обслуживания

Главная сводка по состояниям (MSS) – это сводка, работающая в режиме реального времени (без фиксации), включающая все биты регистров байтов состояний, разрешенные в регистре разрешения запроса обслуживания. MSS устанавливается при возникновении одной или нескольких причин запроса обслуживания на приборе.

*STB? позволяет считывать MSS в положении бита 6 отклика, но не позволяет удалять биты из регистра байтов состояний.

Бит RQS аналогичен биту MSS, но является фиксированным. Когда прибор запрашивает обслуживание, он устанавливает значение истины для линии прерывания SRQ и фиксирует RQS в бит 6 регистра байтов состояний.

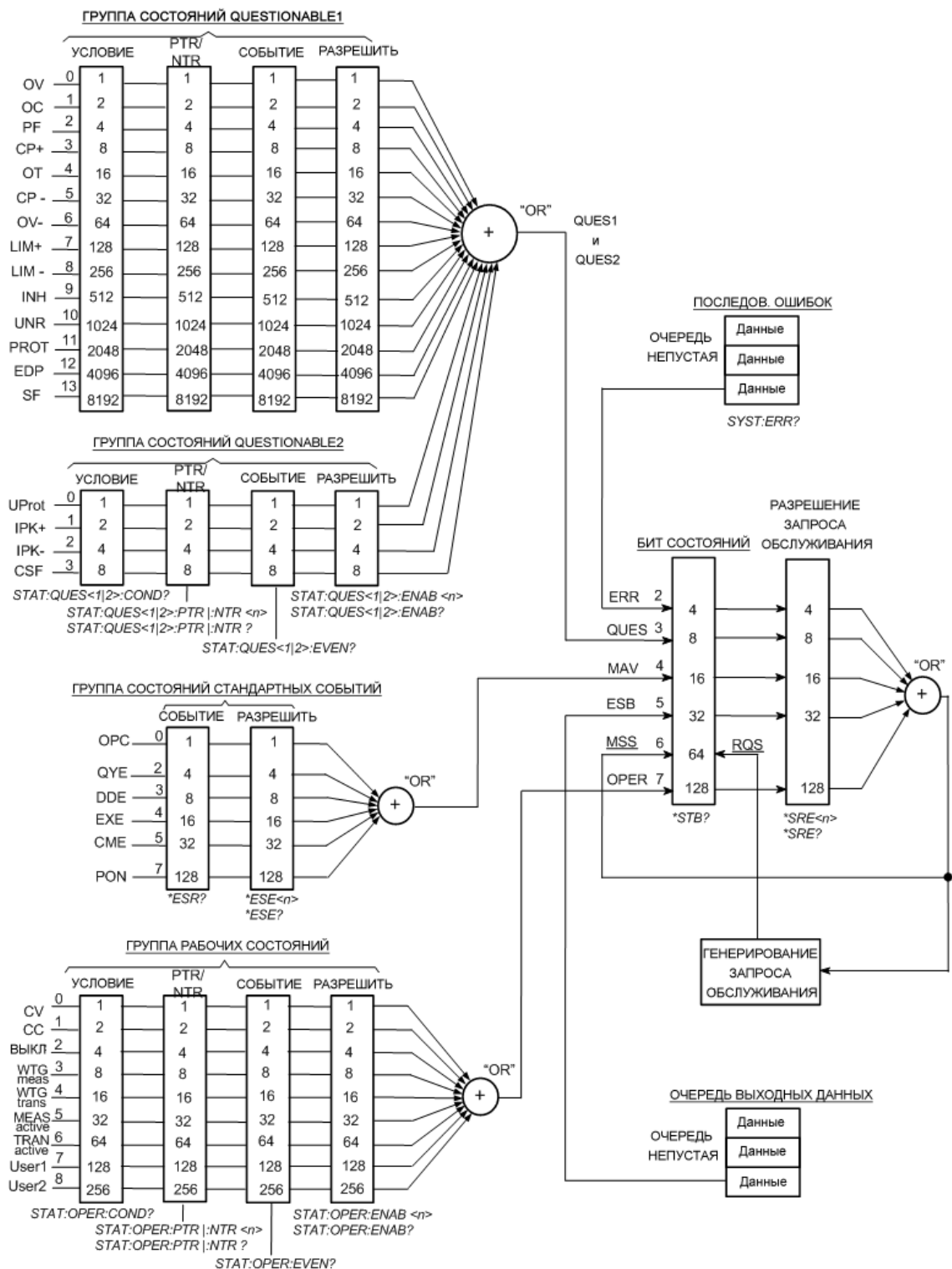
Когда контроллер выполняет последовательное считывание, RQS будет удален из регистра и помещен в положение бита 6 ответного сообщения. Оставшиеся биты регистра байтов состояний останутся без изменений.

Последовательности ошибок и выходных данных

Последовательность ошибок является регистром данных обратного магазинного типа (FIFO), в котором хранятся числовые и текстовые описания ошибок или событий. Сообщения об ошибках хранятся, пока не будут считаны с помощью запроса **SYSTem:ERRor?** При переполнении последовательности ошибок последняя ошибка/событие будет заменено ошибкой `-350,"Queue overflow"`.

Очередь выходных данных является регистром данных обратного магазинного типа (FIFO), в котором хранятся сообщения, отправленные из прибора на контроллер, пока контроллер не выполнит их считывание. Если в последовательности имеются сообщения, в регистре байтов состояний будет установлен бит MAV (4).

Схема состояний



Описание сигналов запуска/триггеров

Система запуска APS является настраиваемой универсальной системой, предназначенной для управления работой прибора в соответствии с различными потребностями пользователя. Схема сигналов запуска ниже является графическим представлением взаимосвязей между источниками сигналов запуска и целевыми объектами.

Источники запуска

Целевые объекты для сигналов запуска

Схема сигналов запуска

Источники запуска

В таблице ниже приведено описание доступных источников сигнала запуска, которые представлены в левой части схемы сигналов запуска. Обратите внимание, что некоторые источники сигналов запуска могут быть недоступны для некоторых подсистем сигналов запуска.

Источник	Описание
BUS	Разрешение запуска устройств GPIB, *TRG или <GET> (запуск группового выполнения).
CURR1	Выбор уровня силы тока выходного сигнала.
EXPRession <1-8>	Выбор одного из восьми пользовательских выражений. См. Разводка сигналов с помощью выражений .
IMMediate	Запуск переходной характеристики при отправке команды INITiate.
PIN<n> EXTErnal	Выбор контакта цифрового порта, настроенного в качестве входного разъема для сигнала запуска. <n> обозначает номер контакта. EXTErnal позволяет выбрать ВСЕ контакты разъема, настроенные в качестве разъемов для входных сигналов запуска.
TRAN1	Выбор системы переходной характеристики в качестве источника сигнала запуска.
TRIG:ACQ:IMM	Мгновенный запуск сбора данных.
TRIG:ELOG:IMM	Мгновенный запуск функции электронного журнала.
TRIG:TRAN:IMM	Мгновенный запуск переходного процесса.
VOLT1	Выбор уровня напряжения выходного сигнала.

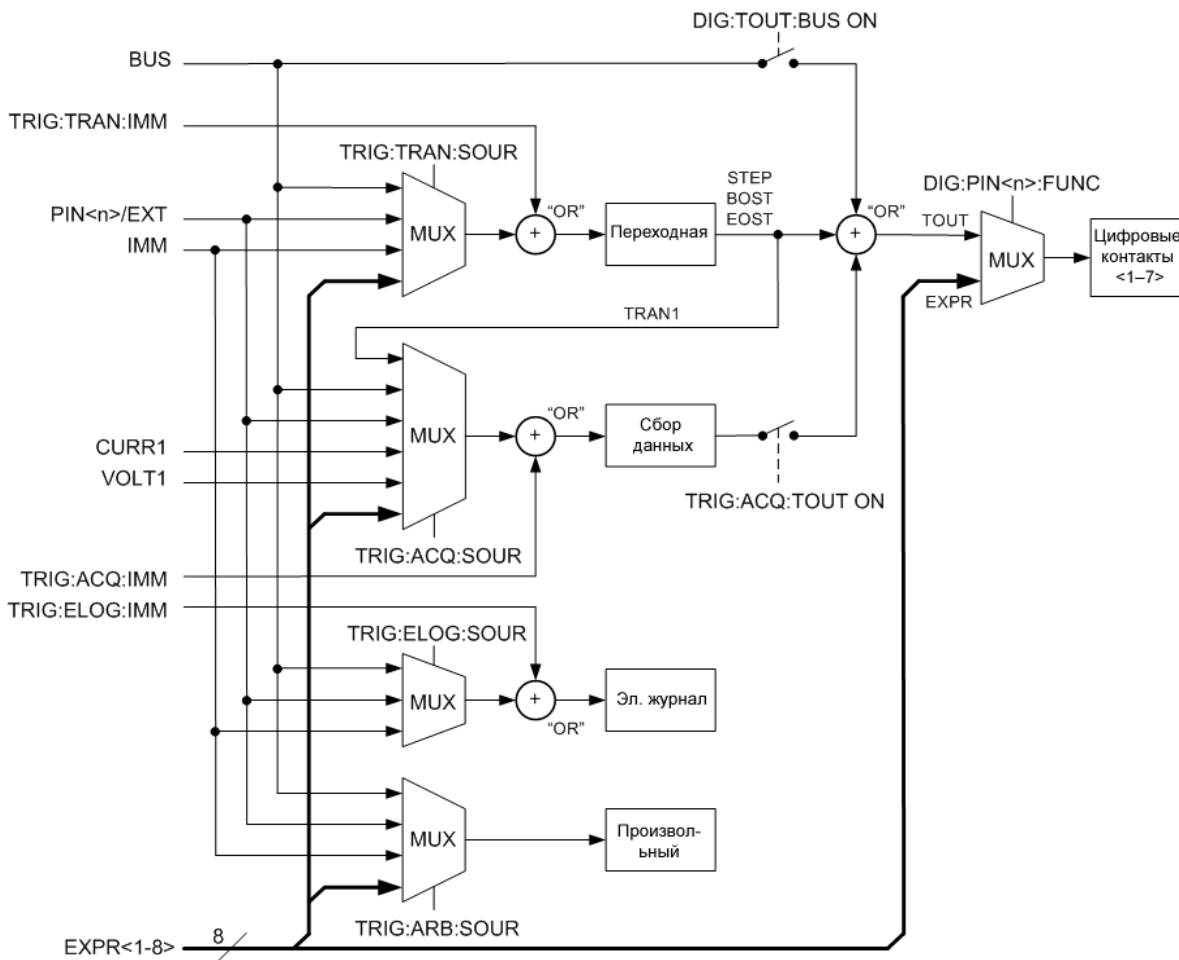
Целевые объекты для сигналов запуска

В таблице ниже приведено описание целевых объектов для системы запуска. Обратите внимание, что при использовании системы запуска с пользовательской разводкой сигналов можно генерировать несколько действий источника питания, позволяющих управлять определенными приложениями.

Целевой объект	Описание
Цифровой контакт	Отправка выходного сигнала запуска на целевой выходной цифровой контакт. См. раздел Программирование цифрового порта .
Электронный журнал	Запуск регистрации данных во внешний журнал (электронный журнал). Обратите внимание, что сначала необходимо включить регистрацию данных во внешний журнал. См. раздел Регистрация данных во внешний журнал .
Произвольный	Запуск сигнала произвольной формы. Обратите внимание, что сначала необходимо разрешить и включить этот сигнал. См. раздел Программирование выходных параметров .

Обратите внимание, что систему запуска можно использовать вместе с выражениями для пользовательских сигналов, что позволит управлять сигналами в соответствии с потребностями. См. **Разводка сигналов с помощью выражений**.

Схема сигналов запуска



Краткий справочник по командам

Для наглядности добавлены несколько [дополнительных] команд. Каждая команда настроек имеет соответствующий запрос. Для получения информации о командах SCPI см. раздел [Условные обозначения синтаксиса](#).

Подсистема ABORT

ABORT

- :ACQuire отмена всех измерений, инициированных с помощью сигнала запуска.
 - :ELOG остановка регистрации данных во внешний журнал.
 - :TRANsient отмена всех действий, инициированных с помощью сигнала запуска.
-

Подсистема CALibrate

CALibrate

- :COUNT? Запрос числа калибровок прибора.
 - :CURRent
 - [[:LEVel] <зна- Калибровка программирования и измерения силы тока.
 - чение>
 - :MEASure <зна- Калибровка измерений силы тока в низком диапазоне значений.
 - чение>
 - :SHARing Калибровка сигнала I_{mon} для параллельно подключенных устройств.
 - :TC Калибровка температурного коэффициента.
 - :DATA Ввод значения калибровки, считанный с помощью внешнего измерительного прибора.
 - <значение>
 - :DATE <"дата"> Ввод даты калибровки в энергонезависимой памяти.
 - :LEVel P1|P2|P3 Переход к следующему уровню калибровки.
 - :PASSword <зна- Установка числового пароля для предотвращения доступа неавторизованных поль-
 - зователей к функции калибровки.
 - чение>
 - :RESistance
 - :BOUT Калибровка минимального значения сопротивления.
 - :SAVE Калибровочные постоянные сохраняются в энергонезависимой памяти.
 - :STATe Разрешение или запрещение режима калибровки.
 - 0|OFF|1|ON
 - :VOLTage
 - [[:LEVel] <зна- Калибровка программирования и измерения локального напряжения.
 - чение>
 - :CMRR Калибровка коэффициента подавления напряжения в синфазном режиме.
-

Подсистема DISPlay

DISPlay

<p>[:WINDow]</p> <p>[:STATe] 0 OFF 1 ON</p> <p>:VIEW METER_VI METER_VP METER_VIP</p>	<p>Включение или выключение дисплея на лицевой панели.</p> <p>Выбор параметров, которые будут отображаться на лицевой панели.</p>
--	---

Подсистема FETCh

FETCh

<p>[:SCALar]</p> <p>:CURRent</p> <p>[:DC] ? [<индекс_начала> , <точки>]</p> <p>:ACDC?</p> <p>:HIGH?</p> <p>:LOW?</p> <p>:MAXimum?</p> <p>:MINimum?</p> <p>:POWER</p> <p>[:DC] ?</p> <p>:VOLTage</p> <p>[:DC] ? [<индекс_начала> , <точки>]</p> <p>:ACDC?</p> <p>:HIGH?</p> <p>:LOW?</p> <p>:MAXimum?</p> <p>:MINimum?</p> <p>:ANOur? [IGNORE_OVLD]</p> <p>:ARRAY</p> <p>:CURRent</p> <p>[:DC] ? [<индекс_начала> , <точки>]</p> <p>:POWER</p> <p>[:DC] ?</p> <p>:VOLTage</p> <p>[:DC] ? [<индекс_начала> , <точки>]</p> <p>:ELOG? <макс. число записей></p> <p>:WHOur? [IGNORE_OVLD]</p>	<p>Запрос усредненного измерения.</p> <p>Запрос среднеквадратичного измерения (переменный ток + постоянный ток).</p> <p>Запрос верхнего уровня импульсного сигнала.</p> <p>Запрос нижнего предела импульсного сигнала.</p> <p>Запрос максимального или минимального значения.</p> <p>Запрос усредненного измерения.</p> <p>Запрос усредненного измерения.</p> <p>Запрос среднеквадратичного измерения (переменный ток + постоянный ток).</p> <p>Запрос верхнего уровня импульсного сигнала.</p> <p>Запрос нижнего предела импульсного сигнала.</p> <p>Запрос максимального или минимального значения.</p> <p>Запрос объединенного значения ампер-часов.</p> <p>Запрос мгновенного измерения.</p> <p>Запрос мгновенного измерения.</p> <p>Запрос мгновенного измерения.</p> <p>Запрос последних записей внешнего журнала.</p> <p>Запрос объединенного значения ватт-часов.</p>
--	---

Подсистема FORMat

FORMat

- [[:DATA] ASCII | REAL Установка формата данных, получаемых при отправке запроса.
:BORDER NORMAl | SWAPPed Установка способа передачи двоичных данных.

Подсистема HCOpy

HCOpy

- :SDUMp
:DATA? [BMP|GIF|PNG] Запрос изображения дисплея на лицевой панели.
:DATA
:FORMat BMP|GIF|PNG Указание формата получаемых изображений лицевой панели.

Общие команды IEEE-488

- *CLS Команда удаления состояния.
*ESE <зна- Команда и запрос разрешения состояний событий.
чение>
*ESR? Запрос состояний событий.
*IDN? Запрос идентификации.
*LRN? Возврат последовательности команд SCPI.
*OPC Установка бита OPC (операция завершена) в регистре стандартных событий.
*OPC? Возвращает 1 в буфер выходных данных после выполнения всех незавершенных операций.
*OPT? Возвращает строку, определяющую любой установленный модуль.
*RCL <зна- Восстановление сохраненного состояния прибора.
чение>
*RST Сброс настроек прибора на предварительно установленные значения, которые являются стандартными или безопасными.
*SAV <зна- Сохранение состояния прибора в одном из десяти мест в энергонезависимой памяти.
чение>
*SRE <зна- Команда и запрос разрешения запроса обслуживания.
чение>
*STB? Запрос байта состояний.
*TRG Команда запуска.
*TST? Запрос самопроверки.
*WAI Приостановка обработки дополнительной команды до завершения выполнения всех незавершенных операций.

Подсистема INITiate

INITiate

[:IMMediate]

- :ACQuire Активация системы запуска измерений.
- :ELOG Активация регистрации данных во внешний журнал.
- :TRANsient Активация системы запуска переходной характеристики.
- :CONTinuous
- :TRANsient 0|OFF|1|ON Непрерывное включение системы запуска переходной характеристики.

Команда LXI

LXI

:IDENTify

- :STATe 0|OFF|1|ON Включение или выключение индикатора поиска LXI на лицевой панели.

Подсистема MEASure

MEASure

[:SCALar]

:CURRent

- [:DC]? Выполнение измерения, возврат усредненного значения силы тока.
- :ACDC? Выполнение измерения, возврат среднеквадратичного значения силы тока (переменный ток + постоянный ток).
- :HIGH? Выполнение измерения, возврат наибольшего уровня импульса силы тока.
- :LOW? Выполнение измерения, возврат наименьшего уровня импульса силы тока.
- :MAXimum? Выполнение измерения, возврат максимального значения силы тока.
- :MINimum? Выполнение измерения, возврат минимального значения силы тока.

:POWer

- [:DC]? Выполнение измерения, возврат усредненного значения мощности.

:VOLTage

- [:DC]? Выполнение измерения, возврат усредненного значения напряжения.
- :ACDC? Выполнение измерения, возврат среднеквадратичного значения напряжения (переменный ток + постоянный ток).
- :HIGH? Выполнение измерения, возврат наибольшего уровня импульса напряжения.
- :LOW? Выполнение измерения, возврат наименьшего уровня импульса напряжения.
- :MAXimum? Выполнение измерения, возврат максимального значения напряжения.
- :MINimum? Выполнение измерения, возврат минимального значения напряжения.

:ARRAY

 :CURRent

[:DC] ?	Выполнение измерения, возврат мгновенного значения силы тока.
:POWER	
[:DC] ?	Выполнение измерения, возврат мгновенного значения мощности.
:VOLTage	
[:DC] ?	Выполнение измерения, возврат мгновенного значения напряжения.

Подсистема OUTPUT

OUTPUT

[:STATe] 0 OFF 1 ON	Разрешение или запрещение выходного сигнала.
:COUPle	
[:STATe] 0 OFF 1 ON	Разрешение или запрещение объединения выходных сигналов.
:DOFFset < значение >	Установка смещения задержки для синхронизации изменений состояния объединенного выходного сигнала.
:MAX	
:DOFFset?	Запрос смещения задержки, необходимого для этого прибора.
:OFF	
:SOURce	Установка выражения для управления источником сигнала выключения объединенного сигнала.
EXPRession < 1-8 > NONE	
:ON	
:SOURce	Установка выражения для управления источником сигнала включения объединенного сигнала.
EXPRession < 1-8 > NONE	
:DELay	
:FALL < значение >	Установка задержки для последовательного выключения выходного сигнала.
:RISE < значение >	Установка задержки для последовательного включения выходного сигнала.
:INHibit	
:MODE LATCHing LIVE OFF	Установка рабочего режима цифрового контакта для передачи дистанционного запрещающего сигнала.
:PON	
:STATe RST RCL0	Установка состояния включения выходного сигнала.
:PROTection	
:CLEar	Сброс зафиксированной защиты.
:MODE	Установка порядка выключения для всех условий срабатывания защиты.
:TEMPerature	
:MARGin?	Запрос разницы между текущим значением температуры и значением перегрева.
:USER	
[:STATe] 0 OFF 1 ON	Разрешение или запрещение пользовательской защиты.
:SOURce	Установка выражения в качестве источника пользовательской защиты.
EXPRession < 1-8 > NONE	
:WDOG	

[:STATe] 0 OFF 1 ON	Разрешение или запрещение таймера сторожевой схемы для ввода-вывода.
:DElay <значение>	Установка времени задержки срабатывания сторожевой схемы.
:RElay	
:LOCK	
[:STATe] 0 OFF 1 ON	Разрешение или запрещение закрытого и заблокированного состояния выходных реле.
:POLarity NORMal REVerse	Установка полярности выходных реле.
:ENABle 0 OFF 1 ON	Разрешение или запрещение функции обращения полярности.

Подсистема SENSE

SENSe

:AHOuR	
:RESet	Сброс измерения электрического заряда и энергии на ноль.
:BBR	
:PERiod <значение>	Установка периода записи для «черного ящика» в секундах.
:CURRent	
[:DC]	
:RANGe	
[:UPPer] <значение>	Выбор диапазона измерений силы постоянного тока.
:AUTO 0 OFF 1 ON	Разрешение или запрещение плавного автоматического определения диапазона измерений.
:ELOG	
:CURRent	
[:DC]	
:RANGe	
[:UPPer]	Выбор диапазона измерений силы тока для электронного журнала.
<значение>	
:AUTO 0 OFF 1 ON	Разрешение или запрещение плавного автоматического выбора диапазона измерений Elog.
:FUNction	
:CURRent 0 OFF 1 ON	Разрешение/запрещение регистрации данных силы тока.
:MINMax 0 OFF 1 ON	Разрешение/запрещение регистрации данных минимальной/максимальной силы тока.
:VOLTage 0 OFF 1 ON	Разрешение/запрещение регистрации данных напряжения.
:MINMax 0 OFF 1 ON	Разрешение/запрещение регистрации данных минимального/максимального напряжения.
:PERiod <значение>	Установка времени интеграции для измерения Elog.
:FAULt	
:STATe 0 OFF 1 ON	Разрешение или запрещение обнаружения сбоев дистанционного распознавания.
:SWEep	
:NPLCycles <значение>	Установка времени измерений в виде числа циклов линии питания.

:OFFSet	
:POINts <значение>	Определение смещения в развертке данных для запущенных измерений.
:POINts <значение>	Определение числа точек в измерении.
:TINterval <значение>	Определение временного периода между выборками измерений.
:THReshold<1 2 3 4>	
:ANOur	
[:LEVel] <значение>	Установка уровня электрического заряда в ампер-часах для компаратора 1, 2, 3 или 4.
:CURRent	
[:LEVel] <значение>	Установка уровня силы тока для компаратора 1, 2, 3 или 4.
:FUNcTion	Установка функции распознавания для компаратора 1, 2, 3 или 4.
VOLT CURR POW ANO WHO	
:OPERation GT LT	Установка типа компаратора 1, 2, 3 или 4.
:POWer	
[:LEVel] <значение>	Установка уровня мощности для компаратора 1, 2, 3 или 4.
:VOLTagе	
[:LEVel] <значение>	Установка уровня напряжения для компаратора 1, 2, 3 или 4.
:WHOur	
[:LEVel] <значение>	Установка уровня энергии в ватт-часах для компаратора 1, 2, 3 или 4.
:WHOur	
:RESet	Сброс измерения суммарной энергии в ватт-часах.
:WINDow	
[:TYPE] HANNing RECTangular	Выбор окна для измерений.

Подсистема [SOURce:]ARB

[SOURce:]

ARB

:COUNt <значение> INFinity	Установка числа повторений сигнала произвольной формы.
:CURRent	
:CDWell	
[:LEVel] <значение>{,<значение>} <блок>	Установка уровня каждой точки сигнала произвольной формы.
:DWELl <значение>	Установка времени выдержки для каждой точки сигнала произвольной формы.
:POINts?	Запрос числа точек в сигнале произвольной формы.
:FUNcTion	
:TYPE CURRent VOLTagе	Указание сигнала произвольной формы для напряжения или тока.
:TERMinate	
:LAST 0 OFF 1 ON	Выбор настройки выходного сигнала при завершении сигнала произвольной формы.
:VOLTagе	

:CDWell		
[[:LEVel] <значение>{,<значение>} <блок>		Установка уровня каждой точки сигнала произвольной формы.
:DWEll <значение>		Установка времени выдержки для каждой точки сигнала произвольной формы.
:POINTs?		Запрос числа точек в сигнале произвольной формы.

Подсистема [SOURce:]CURRent

[SOURce:]		
CURRent		
[[:LEVel]		
[[:IMMediate]		
[[:AMPLitude] <значение>		Установка силы тока выходного сигнала в режиме приоритета тока
:TRIGgered		
[[:AMPLitude] <значение>		Установка силы тока запущенного выходного сигнала
:LIMit		
[[:POSitive]		
[[:IMMediate]		
[[:AMPLitude] <значение>		Установка предельного значения силы тока при работе в режиме приоритета напряжения.
:NEGative		
[[:IMMediate]		
[[:AMPLitude] <значение>		Установка предельного значения силы тока при работе в режиме приоритета напряжения.
:MODE		Установка переходного режима.
FIXed STEP LIST ARB		
:PROTection		
:DELay		
[[:TIME] <значение>		Установка задержки срабатывания защиты от перегрузки по току.
:STARt		Установка события, запускающего таймер задержки срабатывания защиты от перегрузки по току.
SCHange CCTRans		
:STATe 0 OFF 1 ON		Разрешение или запрещение защиты от перегрузки по току.
:SHARing		
[[:STATe] 0 OFF 1 ON		Разрешение или запрещение перераспределения тока на параллельно подключенных устройствах.
:SLEW		
[[:IMMediate]		Установка скорости нарастания тока.
<значение> INFinity		
:MAXimum 0 OFF 1 ON		Разрешение или запрещение замены максимальной скорости нарастания.

Подсистема [SOURCE:]DIGital

[SOURCE:]

DIGital

:INPut

:DATA? Считывание состояния цифрового порта управления.

:OUTPut

:DATA <значение> Установка состояния цифрового порта управления.

:PIN<1-7>

<функция> :FUNction Установка функции контактов. DIO |DINPut |EXPRession<1-8> |FAULt |INHibit |ONCouple |OFFCouple |TOUtput |TINPut

:POLarity Установка полярности контактов.

POSitive|NEGative

:TOUtput

:BUS

[[:ENABLE] Разрешение или запрещение сигналов запуска BUS на контактах цифрового порта.
0|OFF|1|ON

Команда [SOURCE:]FUNCTION

[SOURCE:]

:FUNCTION CURRENT|VOLTage

Установка управления выходным сигналом – режима приоритета тока или напряжения.

Подсистема [SOURCE:]LIST

[SOURCE:]

LIST

:COUNT <значение>|INFinity Установка числа повторений списка.

:CURRENT

[[:LEVEL] <значение>{,<значение>} Настройки каждого шага списка.

:POINTS? Запрос числа точек в списке.

:DWELL <значение>{,<значение>} Установка времени выдержки для каждого шага списка.

:POINTS? Запрос числа точек в списке.

:STEP ONCE|AUTO

Установка типа отклика списка на получение сигналов запуска.

:TERMinate

:LAST 0|OFF|1|ON Определение значения выходного сигнала при завершении списка.

:TOUtput

:BOSTep

[:DATA] <оператор> {,<оператор>}	Генерирование выходного сигнала запуска в начале шага
:POINTs?	Запрос числа точек в списке.
:EOSTep	
[:DATA] <оператор> {,<оператор>}	Генерирование выходного сигнала запуска в конце шага
:POINTs?	Запрос числа точек в списке.
:VOLTage	
[:LEVel] <значение>{,<значение>}	Настройки каждого шага списка.
:POINTs?	Запрос числа точек в списке.

Запрос [SOURce:]POWer

[SOURce:]	
:POWer	
:LIMit?	Запрос предельной мощности выходного сигнала прибора.

Подсистема [SOURce:]Resistance

[:SOURce]	
:RESistance	
[:LEVel]	
[:IMMEDIATE]	
[:AMPLitude] <значение>	Установка уровня сопротивления для выходного сигнала.
:STATe 0 OFF 1 ON	Разрешение или запрещение программирования сопротивления для выходного сигнала.

Команда [SOURce:]STEP

[SOURce:]	
:STEP	
:TOUTput0 OFF 1 ON	Установка необходимости генерирования сигнала запуска выходного сигнала при выполнении шага переходной характеристики.

Подсистема [SOURce:]VOLTage

[SOURce:]	
VOLTage	
[:LEVel]	
[:IMMEDIATE]	

Краткий справочник по командам

<code>[:AMPLitude] <значение></code>	Установка напряжения выходного сигнала при активном режиме приоритета напряжения.
<code>:TRIGgered</code>	
<code>[:AMPLitude] <значение></code>	Установка напряжения запущенного выходного сигнала.
<code>:BWIDTH LOW HIGH1</code>	Установка полосы пропускания напряжения.
<code>:LIMit</code>	
<code>[:POSitive]</code>	
<code>[:IMMEDIATE]</code>	
<code>[:AMPLitude] <значение></code>	Установка предельного значения напряжения при работе в режиме приоритета тока.
<code>:MODE FIXed STEP LIST ARB</code>	Установка переходного режима.
<code>:PROTection</code>	
<code>[:LEVel] <значение></code>	Установка уровня срабатывания защиты от перегрузок по напряжению
<code>:SLEW</code>	
<code>[:IMMEDIATE]</code>	Установка скорости нарастания напряжения.
<code><значение> INFinity</code>	
<code>:MAXimum 0 OFF 1 ON</code>	Разрешение или запрещение замены максимальной скорости нарастания.

Подсистема STATus

STATus

<code>:OPERation</code>	
<code>[:EVENT]?</code>	Запрос регистра событий операций.
<code>:CONDition?</code>	Запрос регистра условий операций.
<code>:ENABle <значение></code>	Установка регистра разрешений операций.
<code>:NTRansiton <значение></code>	Установка фильтра переходных характеристик на заднем фронте
<code>:PTRansiton <значение></code>	Установка фильтра переходных характеристик на переднем фронте
<code>:USER<1 2></code>	
<code>:SOURce EXPReSSion <1-8> NONE</code>	Выбор выражения для управления пользовательскими битами состояния.
<code>:PRESet</code>	Предварительная установка всех регистров разрешения, PTR и NTR.
<code>:QUEStionable<1 2></code>	
<code>[:EVENT]?</code>	Запрос регистра сомнительных событий.
<code>:CONDition?</code>	Запрос регистра условий сомнительных событий.
<code>:ENABle <значение></code>	Установка регистра сомнительных разрешений.
<code>:NTRansiton <значение></code>	Установка фильтра переходных характеристик на заднем фронте
<code>:PTRansiton <значение></code>	Установка фильтра переходных характеристик на переднем фронте

Подсистема SYSTem

SYSTem

:BBR	
:EVENT <"строка">	Добавление строки события в журнал событий BBR.
:SNAPshot <значение>	Создание снимка данных указанной длины.
:STATus?	Запрос хода создания снимка в процентах.
:STATe?	Ответное сообщение содержит значение «истина» (1), если «черный ящик» выполняет запись данных.
:TIME?	Запрос продолжительности записи данных «черного ящика».
:COMMunicate	
:LAN TCPip:CONTRol?	Запрос исходного номера соединительного порта для гнезда управления.
:RLState	Конфигурирование состояния дистанционного/локального управления прибора.
LOCal REMote RWLock	
:DATE <гггг>,<мм>,<дд>	Установка системной даты.
:ERRor?	Выполняет считывание и удаляет одну ошибку из списка ошибок.
:LFRequency?	Запрос опорной частоты линии питания.
:LFRequency	
:MODE AUTO MAN50 MAN60	Установка автоматического или ручного определения частоты линии питания.
:PASSword	
:FPANel	
:RESet	Сброс пароля для блокировки лицевой панели на ноль.
:REBoot	Перезапуск прибора и восстановление состояния при включении питания.
:SECurity	
:IMMEDIATE	Удаление из памяти всех пользовательских данных и перезагрузка прибора.
:SIGNal	
:DEFine EXPReSSion <1-8>,<"выражение">	Определение до восьми выражений сигналов.
:TEMPerature	
:AMBient?	Запрос температуры у отверстия для впуска воздуха.
:TIME <чч>,<мм>,<сс>	Установка системных часов.
:VERSion?	Запрос версии SCPI, совместимой с прибором.

Подсистема TRIGger

TRIGger	
:ACQuire	
[:IMMEDIATE]	Генерирование мгновенного запуска.
:CURRent	
[:LEVel]	Установка запускаемого уровня выходного сигнала.
<значение>	
:SLOPe	Установка фронта сигнала.
POSitive NEGative	
:INDices	

[:DATA]? :COUNT?	Запрос индексов, обозначающих зарегистрированные сигналы запуска. Запрос числа запусков, зарегистрированных во время сбора данных.
:SOURCE <источник>	Выбор источника сигнала запуска для системы сбора данных: BUS CURRENT1 EXTERNAL EXPRESSION<1-8> PIN<1-7> TRANSIENT1 VOLTAGE1
:TOUTput	
[:ENABLE] 0 OFF 1 ON	Разрешение отправки сигналов запуска измерений на контакт цифрового порта.
:VOLTage	
[:LEVEL] <значение>	Установка запускаемого уровня выходного сигнала.
:SLOPe POSitive NEGative	Установка фронта сигнала.
:ARB	
:SOURCE <источник>	Выбор источника сигнала запуска для сигналов произвольной формы: BUS EXTERNAL IMMEDIATE EXPRESSION<1-8> PIN<1-7>
:ELOG	
[:IMMEDIATE]	Генерирование мгновенного запуска.
:SOURCE <источник>	Выбор источника сигнала запуска для функции регистрации данных во внешний журнал: BUS EXTERNAL IMMEDIATE PIN<1-7>
:TRANSient	
[:IMMEDIATE]	Генерирование мгновенного запуска.
:SOURCE <источник>	Выбор источника сигнала запуска системы переходной характеристики: BUS EXTERNAL IMMEDIATE EXPRESSION<1-8> PIN<1-7>

Состояние после восстановления (*RST)

Примечание

Состояние при включении питания/после сброса может отличаться от показанного ниже, если в меню **States** включить режим вызова состояния при включении питания (см. [Устройство хранения состояний прибора](#)).

В следующей таблице показано состояние после сброса. Эти параметры сбрасываются до указанных значений при включении питания или после выполнения команды *RST.

Настройки после сброса

Настройки команды SCPI *RST	
ARB:COUNT	1
ARB:CURREnt:CDWell:DWELI	0.001
ARB:FUNcTion:SHAPE	—
ARB:FUNcTion:TYPE	VOLTage
ARB:TERMinate:LAST	OFF
ARB:VOLTage:CDWell:DWELI	0.001
CALibrate:STATe	OFF
CURREnt	0
CURREnt:LIMit	1,02 % от номинального значения
CURREnt:LIMit:NEGative	-10,2 % от номинального значения
CURREnt:MODE	FIXed
CURREnt:PROTection:DELay	20 мс
CURREnt:PROTection:DELay:STARt	SCHange
CURREnt:PROTection:STATe	OFF
CURREnt:SHARing	OFF
CURREnt:SLEW	MAX
CURREnt:SLEW:MAXimum	ON
CURREnt:TRIGgered	0
DIGital:OUTPut:DATA	0
DIGital:TOUTput:BUS	OFF

Состояние после восстановления (*RST)

DISPlay	ON
FUNcTion	VOLTage
LIST:COUNT	1
LIST:CURRent	Для 1 этапа задано значение 0
LIST:DWELI	Для 1 этапа задано значение 0,001
LIST:STEP	AUTO
LIST:TERMinate:LAST	OFF
LIST:TOUTput:BOSTep	для 1 шага установлено значение OFF
LIST:TOUTput:EOSTep	для 1 шага установлено значение OFF
LIST:VOLTage	Для 1 этапа задано значение 0,1 % от номинального
LXI:IDENtify	OFF
OUTPut	OFF
OUTPut:DELay:FALL	0
OUTPut:DELay:RISE	0
OUTPut:PROTection:MODE	LOWZ
OUTPut:PROTection:USER	OFF
OUTPut:PROTection:USER:SOURce	—
OUTPut:PROTection:WDOG	OFF
OUTPut:PROTection:WDOG:DELay	60
OUTPut:RELay:POLarity	NORMal
RESistance	0
RESistance:STATe	0
SENSe:CURRent:RANGe:AUTO	ON
SENSe:ELOG:CURRent:RANGe:AUTO	ON
SENSe:ELOG:FUNcTion:CURRent	OFF

SENSe:ELOG:FUNcTion:CURRent:MINMax	OFF
SENSe:ELOG:FUNcTion:VOLTagE	OFF
SENSe:ELOG:FUNcTion:VOLTagE:MINMax	OFF
SENSe:ELOG:PERiod	0.1
SENSe:FAULt:STATe	ON
SENSe:FUNcTion:CURRent	1
SENSe:FUNcTion:VOLTagE	1
SENSe:SWEEp:NPLCycles	1
SENSe:SWEEp:OFFSet:POINts	0
SENSe:SWEEp:POINts	3255 (60 Гц); 3906 (50 Гц)
SENSe:SWEEp:TINterval	5.12E-6
SENSe:THREshold<n>:AHOuR	0
SENSe:THREshold<n>:CURRent	0
SENSe:THREshold<n>:FUNcTion	VOLTagE
SENSe:THREsholdn:OPERation	GT
SENSe:THREsholdn:POWEr	0
SENSe:THREshold<n>:VOLTagE	0
SENSe:THREshold<n>:WHOUr	0
SENSe:WINDow	RECTangular
STEP:TOUTput	OFF
TRIGger:ACQuire:CURRent	0
TRIGger:ACQuire:CURRent:SLOPe	POSitive
TRIGger:ACQuire:SOURce	BUS
TRIGger:ACQuire:TOUTput	OFF
TRIGger:ACQuire:VOLTagE	0
TRIGger:ACQuire:VOLTagE:SLOPe	POSitive
TRIGger:ARB:SOURce	BUS
TRIGger:ELOG:SOURce	BUS

Состояние после восстановления (*RST)

TRIGger:TRANSient:SOURce	BUS
VOLTage	0,1 % от номинального значения
VOLTage:LIMit	1% от номинального значения
VOLTage:MODE	FIXed
VOLTage:PROTection	120% от номинального значения
VOLTage:SLEW	MAX
VOLTage:SLEW:MAXimum	ON
VOLTage:TRIGgered	0,1% от номинального значения

В следующей таблице показаны заводские настройки **энергонезависимых** параметров. Они не изменяются при выключении питания или выполнении команды *RST.

Энергонезависимые параметры

Заводские настройки SCPI	
CALibrate:DATE	5 марта 2003 г.
CALibrate:PASSword	0
DIGital:PIN<all>:FUNction	DINput
DIGital:PIN<all>:POLarity	POSitive
DISPlay:VIEW	METER_VI
OUTPut:COUPle	OFF
OUTPut:COUPle:DOFFset	0
OUTPut:INHibit:MODE	OFF
OUTPut:PON:STATe	RST
OUTPut:RELAy:LOCK	OFF
OUTPut:RELAy:POLarity:ENABLE	ON
SENSe:BBR:PERiod	0.01
SYSTem:LFRequency:MODE	AUTO
Заводские настройки лицевой панели	

Пароль для снятия блокировки лицевой панели	Отключен
Защита паролем обновления микро-программы	Отключен
Адрес GPIB	5
Интерфейс GPIB	Включен
Интерфейс LAN	Включен
Интерфейс USB	Включен
Хранитель экрана	Включен
Тайм-аут хранителя экрана	60 минут
Выход из режима сна при вводе/выводе	Включен
Заводские настройки интерфейса	
Получение адреса GPIB	Автоматическое
IP-адрес	169.254.69.79
Маска подсети	255.255.0.0
Шлюз по умолчанию	0.0.0.0
Имя хоста	A- <серийный номер>
Имя службы mDNS	Keysight N79xxx Dynamic DC PowerSupply <серийный номер>
Служба локальной сети – VXI-11	Включена
Служба локальной сети – Telnet	Включена
Служба локальной сети – mDNS	Включена
Служба локальной сети – веб-сервер	Включена
Служба локальной сети – сокеты	Включена
Веб-пароль	Пустой

Сообщения об ошибках SCPI

Прибор Keysight отображает сообщения об ошибках в соответствии со стандартом SCPI.

- В последовательности ошибок каждого интерфейса (GPIB, USB, VXI-11 и Telnet/сокет) можно сохранить до 20 ошибок. Ошибки появляются в очереди ошибок сеанса ввода/вывода, вызвавшего ошибку.
- Когда в очереди ошибок имеется одна или несколько ошибок, включается лицевая панель сигнализатора ERR.
- В специальную общую очередь ошибок вносятся все ошибки при включении питания и оборудования (например, перегрев).
- Вызов ошибки выполняется в режиме «первый на входе – первый на выходе» (FIFO), и после чтения данные об ошибках будут удалены. После чтения всех ошибок интерфейса отображаются ошибки из общей последовательности ошибок. Когда пользователь прочел все ошибки из последовательности ошибок, сигнализатор ERR выключается.
- Если произошло более 20 ошибок, ошибка, сохраненная в последовательности последней (последняя возникшая ошибка), будет заменена значением -350, "Error queue overflow". Сохранение последующих ошибок будет невозможно, пока не будут удалены ошибки в этом списке. Если на момент чтения списка ошибок не произошло ни одной ошибки, прибор отправит ответное значение +0, "No error".
- На лицевой панели отображаются ошибки всех сеансов ввода/вывода, а также из глобальной очереди ошибок. Для чтения очереди ошибок нажмите кнопку SYSTEM на лицевой панели, а затем программируемую кнопку «Help». В открывшемся меню справки выберите «View remote command error queue».
- Также информация об условиях возникновения ошибок собирается в регистре байтов состояний. Дополнительные сведения см. в разделе [Знакомство с подсистемой состояний](#)
- Очереди ошибок интерфейсов удаляются при выключении и включении питания или с помощью команды *CLS. Команда *RST не удаляет очередь ошибок.

- **SCPI:**

SYSTEM:ERRor? *Чтение и удаление одной ошибки из очереди*

Ошибки имеют следующий формат (строка ошибки может содержать до 255 символов):

Ошибки устройства (эти ошибки устанавливают бит 3 в регистре стандартных событий)

0 No error

Это ответ на запрос ERR? при отсутствии ошибок.

101 Calibration state is off

Калибровка не включена. Прибор не будет принимать команды калибровки.

102 Calibration password is incorrect

Неправильный пароль калибровки.

103 Calibration is inhibited by switch setting

Режим калибровки блокируется переключателем калибровки.

104 Bad sequence of calibration commands

Команды калибровки введены в неправильной последовательности.

105 Unexpected output current

Измеренное значение выходного тока выходит за пределы допустимого диапазона.

106 Zero measurement out of range error

Нулевое значение измерения выходит за пределы допустимого диапазона.

107 Programming cal constants out of range

Программируемая калибровочная постоянная выходит за пределы допустимого диапазона.

108 Measurement cal constants out of range

Калибровочная постоянная измерения выходит за пределы допустимого диапазона.

109 Over voltage cal constants out of range

Калибровочная постоянная перенапряжения выходит за пределы допустимого диапазона.

110 Wrong V+I

Прибору не удалось установить правильное значение напряжения или тока.

114 Wrong status

Зарегистрирована неверная функция состояния.

116 Locked out by internal switch setting

Эта функция заблокирована внутренним переключателем.

117 Calibration error

Произошла ошибка калибровки. Не сохраняйте калибровочные постоянные. Попробуйте повторить калибровку устройства.

200 Hardware error channel <1>

На выходе произошла аппаратная ошибка.

202 Selftest Fail

Произошла ошибка при самотестировании. Подробные сведения см. в списке ошибок самотестирования.

203 Compatibility function not implemented

Запрашиваемая функция совместимости недоступна.

204 NVRAM checksum error

Произошла ошибка контрольной суммы энергонезависимой оперативной памяти прибора.

205 NVRAM full

Энергонезависимая оперативная память прибора заполнена.

206 File not found

Файл внутренней калибровки или файл атрибутов внутреннего канала не найден в энергонезависимой оперативной памяти.

207 Cal file version error

Файл калибровки записан или открыт в устаревшей микропрограмме. Микропрограмму необходимо обновить.

208 Running backup firmware

В приборе используется резервная (предыдущая) версия микропрограммы.

210 Frame NVRAM error

В приборе произошла ошибка энергонезависимой оперативной памяти.

212 State file not loaded

Не удалось загрузить ранее сохраненный файл состояния выходного сигнала.

213 Sinkbox error

Отключен кабель, или произошла аппаратная ошибка модуля рассеивания мощности.

214 Line frequency error

Несоответствие между частотой линии и соответствующей настройкой.

215 Hardware failure

Произошла аппаратная ошибка на источнике питания или на модуле рассеивания мощности.

302 Option not installed

Модуль, программируемый этой командой, не установлен.

303 There is not a valid acquisition to fetch from

В буфере измерений отсутствуют допустимые данные.

304 Volt and curr in incompatible transient modes

Напряжение и ток не могут одновременно указываться в режиме Step и List.

305 A triggered value is on a different range

Значение запуска находится в диапазоне, отличном от настроенного в настоящее время.

306 Too many list points

Указано слишком много точек в списке.

307 List lengths are not equivalent

Один или несколько списков отличаются по длине.

308 This setting cannot be changed while transient trigger is initiated

Настройку нельзя изменить, когда прибор ожидает или выполняет последовательность запуска.

309 Cannot initiate, voltage and current in fixed mode

Не удастся запустить генератор импульсного тока. Для тока или напряжения установлен фиксированный режим.

310 The command is not supported by this model

В приборе не поддерживает данную команду на аппаратном уровне, или не установлены необходимые модули.

314 Time of day clock has stopped

Системные часы остановились. Замените внутреннюю батарейку. См. раздел обслуживания.

315 Settings conflict error

Не удалось запрограммировать элемент данных из-за текущего состояния прибора.

320 Firmware update error

Возможно, аппаратные компоненты прибора не поддерживают версию микропрограммы.

Ошибки команд (эти ошибки устанавливают бит 5 в регистре стандартных событий)

-100 Command error

Общая ошибка синтаксиса.

-101 Invalid character

В командной строке обнаружен недопустимый символ.

-102 Syntax error

В командной строке обнаружен недопустимый синтаксис. Проверьте наличие пробелов.

-103 Invalid separator

В командной строке обнаружен недопустимый разделитель. Проверьте правильность использования , ; :.

-104 Data type error

В командной строке обнаружены данные недопустимого типа.

-105 GET not allowed

В командной строке запрещен запуск группового выполнения.

-108 Parameter not allowed

Получено больше параметров, чем ожидалось.

-109 Missing parameter

Получено меньше параметров, чем ожидалось.

-110 Command header error

Обнаружена ошибка в заголовке.

-111 Header separator error

В командной строке обнаружен символ, который не является допустимым разделителем заголовка.

-112 Program mnemonic too long

Заголовок содержит более 12 символов.

-113 Undefined header

Получена команда, недопустимая для данного прибора.

-114 Header suffix out of range

Недопустимое значение числового суффикса.

-120 Numeric data error

Общая ошибка числовых данных.

-121 Invalid character in number

В командной строке обнаружен недопустимый символ для данных этого типа.

-123 Exponent too large

Величина порядка превышает 32000.

-124 Too many digits

Мантисса числового параметра содержит более 255 цифр без учета начальных нулей.

-128 Numeric data not allowed

Получен числовой параметр вместо ожидаемой символьной строки.

-130 Suffix error

Общая ошибка суффикса

-131 Invalid suffix

Неправильно задан суффикс для числового параметра.

-134 Suffix too long

Суффикс содержит более 12 знаков.

-138 Suffix not allowed

Для этой команды суффикс не поддерживается.

-140 Character data error

Общая ошибка символьных данных

-141 Invalid character data

Элемент символьных данных содержит недопустимый символ или элемент недопустим.

-144 Character data too long

Элемент символьных данных содержит более 12 символов.

-148 Character data not allowed

Получен дискретный параметр вместо ожидаемой строки или числового параметра.

-150 String data error

Общая ошибка строковых данных

-151 Invalid string data

Получена строка с недопустимыми символами. Проверьте, заключена ли она в кавычки.

-158 String data not allowed

Получена символьная строка, недопустимая для этой команды.

-160 Block data error

Общая ошибка данных блока

-161 Invalid block data

Число битов отправленных данных не совпадает с числом битов, указанном в заголовке.

-168 Block data not allowed

Данные были отправлены в формате произвольного блока, что запрещено для данной команды.

-170 Expression error

Общая ошибка выражения

-171 Invalid expression data

Недопустимый элемент данных выражения.

-178 Expression data not allowed

Отправлен элемент данных выражения, недопустимый для данной команды.

Ошибки выполнения (эти ошибки устанавливают бит 4 в регистре стандартных событий)

-200 Execution error

Общая ошибка синтаксиса

-220 Parameter error

Произошла ошибка, связанная с элементом данных.

-221 Settings conflict

Не удалось выполнить элемент данных из-за текущего состояния прибора.

-222 Data out of range

Не удалось выполнить элемент данных, поскольку значение выходит за пределы допустимого диапазона.

-223 Too much data

Получен элемент данных, который содержит больше данных, чем может обработать прибор.

-224 Illegal parameter value

Ожидалось точное значение, но оно не было получено.

-225 Out of memory

Устройства недостаточно памяти для выполнения запрошенной операции.

-226 Lists not same length

Один или несколько списков отличаются по длине.

-230 Data corrupt or stale

Данные, возможно, повреждены. Начато, но не завершено получение новых показаний.

-231 Data questionable

Точность измерений вызывает сомнения.

-232 Invalid format

Несоответствующий формат или структура данных.

-233 Invalid version

Неподходящая для прибора версия формата данных.

-240 Hardware error

Не удалось выполнить команду из-за аппаратной проблемы прибора.

-241 Hardware missing

Не удалось выполнить команду из-за отсутствия аппаратного компонента, например какого-либо модуля.

-260 Expression error

Произошла ошибка, связанная с элементом программных данных выражения.

-261 Math error in expression

Не удалось выполнить элемент программных данных выражения из-за математической ошибки.

Ошибки запросов (эти ошибки устанавливают бит 2 в регистре стандартных событий)

-400 Query Error

Общая ошибка запроса

-410 Query INTERRUPTED

Состояние, вызвавшее ошибку прерывания запроса.

-420 Query UNTERMINATED

Состояние, вызвавшее ошибку незавершенного запроса.

-430 Query DEADLOCKED

Состояние, вызвавшее ошибку блокировки запроса.

-440 Query UNTERMINATED after indefinite response

Запрос получен в том же сообщении программы после выполнения запроса, указывающего на неопределенный ответ.

Команды совместимости

В этом разделе приведены команды, необходимые для обеспечения совместимости с существующими моделями модульных систем питания (MPS) серии N6700. В частности, в связи с особенностями набора функциональных возможностей с моделями APS напрямую совместимы только программы, написанные для модульных источников питания N673xB, N674xB и N677xA. Обратите внимание, что команды совместимости, описанные в данном разделе, не оказывают никакого влияния или оказывают незначительное влияние на работу моделей APS, поскольку они предназначены для доступа к функциям, которые являются избыточными или недоступными.

Параметр канала

Поскольку модели APS являются одноканальными устройствами, в командах SCPI не требуется указывать параметр списка каналов. Однако с целью совместимости с моделями N6700 MPS на моделях APS допускается использование команд N6700 MPS, в которых необходимо указание списков каналов (, @1). На моделях APS все команды, в которых требуется указать канал, необходимо отправлять только на канал 1.

Команды-аналоги

В целях совместимости некоторые команды N6700 MPS связываются с более новыми командами APS. Таким образом, команды N6700 MPS можно использовать в моделях APS без изменения.

Команда MPS N6700	Команды-аналоги для команд на APS
[SOURce:]CURRent Установка силы тока выходного сигнала.	[SOURce:]CURRent:LIMit[:POSitive] Установка предельного значения силы тока при работе в режиме приоритета напряжения.
DISPlay:VIEW METER1 Отображение одного выходного канала	DISPlay:VIEW METER_VI Отображение выходного напряжения и силы тока.
DISPlay:VIEW METER4 Отображение четырех выходных каналов	DISPlay:VIEW METER_VI Отображение выходного напряжения и силы тока.

Устаревшие команды N6700 MPS	Команды-аналоги для команд на MPS и APS N6700
OUTPut:PROT:DELay Установка задержки срабатывания защиты выходного сигнала.	[SOURce:]CURRent:PROTection:DELay Установка задержки срабатывания защиты выходного сигнала.

Примечание

Не рекомендуется использовать устаревшие команды в новых приложениях.

Команды, совместимые с кодом

Не рекомендуется использовать эти команды Keysight N6700 MPS на моделях APS, однако они приведены для повышения уровня совместимости с кодом, написанным для N6700 MPS. В большинстве случаев эти команды не

Команды совместимости

позволяют выполнять какие-либо действия или позволяют указать предварительно установленный параметр, совместимый с моделями APS.

Команда MPS N6700	Действие на моделях APS
OUTPut:COUPle:CHANnel Объединение выходных каналов.	Нет действий.
OUTPut:PROTection:COUPle Объединение защитных функций на выходных каналах.	Нет действий.
SENSe:CURRent:COMPeNsate Установка компенсации тока выходного сигнала.	Нет действий.
SENSe:FUNcTion:CURRent Разрешение измерений силы тока.	Измерения силы тока всегда разрешены.
SENSe:FUNcTion:VOLTagE Включение измерений напряжения.	Измерения напряжения всегда разрешены.
SENSe:VOLTagE:RANGe Установка диапазона значений напряжения выходного сигнала.	Нет действий.
SENSe:ELoG:VOLTagE:RANGe Установка диапазона значений напряжения для регистрации во внешнем журнале.	Нет действий.
[SOURce:]ARB:FUNcTion:SHAPE Выбор функции сигнала произвольной формы или нулевого значения.	Всегда выбрана функция произвольного сигнала с постоянной выдержкой.
[SOURce:]CURRent:RANGe Установка диапазона силы тока выходного сигнала.	Нет действий.
[SOURce:]VOLTagE:RANGe Установка диапазона значений напряжения выходного сигнала.	Нет действий.
SYSTem:CHANnel[:COUNt]? Запрос числа выходных каналов.	Всегда возвращает значение «1».
SYSTem:CHANnel:MODeL? Запрос номера модели канала.	Запрос модели источника питания. Аналогично запросу *IDN?
SYSTem:CHANnel:OPTion? Запрос параметров канала.	Запрос параметров источника питания. Аналогично запросу *OPT?
SYSTem:CHANnel:SERial? Запрос серийного номера канала.	Запрос серийного номера источника питания. Аналогично запросу *IDN?

SYSTem:GROUp:DEFine Группирование до четырех выходных каналов.	Нет действий.
SYSTem:GROUp:CATalog? Запрос числа сгруппированных каналов.	Всегда возвращает значение «1».
SYSTem:GROUp:DELete Исключение указанных каналов из группы.	Нет действий.
SYSTem:GROUp:DELete:ALL Исключение всех каналов из группы.	Нет действий.

Команды и параметры, работающие иначе

Команды STEP и LIST применяются только в активном режиме приоритета на APS (в режиме приоритета напряжения или тока). В отличие от них команды MPS N6700 позволяют использовать STEP и LIST для напряжения и силы тока одновременно.

Команда MPS N6700	Команда APS
[SOURce:]CURRent:TRIGgered [SOURce:]VOLTagе:TRIGgered Генерирование шага при выполнении шага напряжения или силы тока.	[SOURce:]CURRent:TRIGgered [SOURce:]VOLTagе:TRIGgered Генерирование шага при выполнении шага напряжения в режиме приоритета напряжения. Генерирование шага при возникновении шага силы тока в режиме приоритета тока.
Команды [SOURce:]LIST Генерирование списка значений напряжения выходного сигнала и силы тока выходного сигнала.	Команды [SOURce:]LIST Генерирование списка значений напряжения в режиме приоритета напряжения. Генерирование списка значений силы тока в режиме приоритета тока.
QUEStionable:STATus? Режим постоянной силы тока, обозначенный с помощью бита CC.	QUEStionable:STATus? Предельное положительное значение силы тока, обозначенное битом +LIM.

Ремонт и техническое обслуживание

В разделе ремонта технического обслуживания рассматриваются следующие темы:

Проверка и калибровка

Процедура самопроверки

Обновление микропрограммы

Сброс пользовательских данных и установок

Переключатели калибровки

Замена батареи

Разборка прибора

Доступные типы обслуживания

Если поломка прибора произошла в течение периода гарантийного обслуживания, компания Keysight Technologies выполнит ремонт или замену прибора в соответствии с условиями гарантии. По истечении гарантийного срока компания Keysight предлагает выполнение ремонтного обслуживания по невысоким ценам.

Многие продукты Keysight имеют контракты на дополнительное обслуживание, которые продлевают срок обслуживания после истечения срока стандартной гарантии.

Получение ремонтного обслуживания (по всему миру)

Для получения обслуживания прибора **обратитесь в ближайший сервисный центр Keysight Technologies**. Сотрудники центра определяют необходимость ремонта или замены устройства и могут предоставить гарантию или, если это возможно, информацию о стоимости ремонта. Узнайте в сервисном центре Keysight Technologies инструкции по доставке прибора, включая то, какие компоненты требуется предоставить. Компания Keysight рекомендует сохранить оригинальную упаковку прибора, в которой он поставлялся, на случай необходимости возврата.

Перед возвратом устройства

Перед возвратом прибора убедитесь, что неполадка является неполадкой самого прибора, а не внешних подключений. Также убедитесь, что прибор был надлежащим образом откалиброван в течение последнего года (см. раздел **Интервал калибровки**).

Если прибор находится в нерабочем состоянии, убедитесь в следующем:

- шнур сети питания переменного тока надежно присоединен к прибору
- шнур сети питания переменного тока подсоединен к исправной розетке
- переключатель режимов включения/ожидания на лицевой панели нажат

Если возник сбой самопроверки, убедитесь в следующем:

Убедитесь, что при выполнении самопроверки все кабели (на лицевой и задней панели) отсоединены. Во время самопроверки ошибки могут быть вызваны сигналами, присутствующими во внешней проводке, например длинные провода для диагностики могут производить эффект антенны.

Повторная упаковка для доставки

Чтобы доставить устройство в представительство компании Keysight для обслуживания или ремонта, выполните следующее.

- Прикрепите к устройству метку с указанием на ней имени владельца прибора и необходимого типа обслуживания или ремонта. Укажите номер модели и полный серийный номер.
- Поместите устройство в оригинальную упаковку, используя соответствующий упаковочный материал.
- Закрепите упаковку с помощью крепкой ленты или металлических накладок.
- Если оригинальной упаковки нет, используйте любую другую, размер которой позволяет использовать сжимаемый упаковочный материал толщиной 10 см (4 дюйма) вокруг всего прибора. Упаковочные материалы должны быть без статического электричества.

Компания Keysight предполагает, что пользователь будет соблюдать условия доставки.

Очистка

ОСТОРОЖНО

РИСК ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ Во избежание поражения электрическим током перед очисткой отсоедините от прибора шнур сети питания.

Очистите поверхность прибора с помощью мягкой безворсовой влажной ткани. Не используйте моющие средства. Для выполнения очистки не требуется и не рекомендуется выполнять разборку прибора.

Проверка и калибровка

Дополнительные разделы по проверке и калибровке:

Рекомендуемые установки и оборудование для диагностики

Диагностика работы

Процедура калибровки

Формы регистрации результатов проверки

проверка

В ходе процедур проверки подтверждается, что устройство APS работает нормально, в соответствии с опубликованными техническими характеристиками. Если прибор не прошел какую-либо диагностику или если получены неверные результаты диагностики, попробуйте выполнить калибровку прибора. Если не удастся правильно выполнить калибровку, передайте устройство в сервисный центр Keysight Technologies.

Службы калибровки Keysight Technologies – местный сервисный центр Keysight Technologies предлагает услуги по калибровке за небольшую плату. В этом центре обслуживания используются автоматизированные системы калибровки, которые позволяют компании Keysight выполнять калибровку по выгодным ценам.

Компания Keysight Technologies рекомендует проводить полную проверку через установленные интервалы калибровки. Если диагностики для проверки источника питания пройдены успешно, устройство работает в пределах значений калибровки, и повторная калибровка не требуется. Таким образом гарантируется соблюдение технических характеристик прибора до истечения интервала калибровки и длительная стабильная работа. Данные функционирования прибора, определяемые с использованием этого метода, можно использовать для увеличения интервалов калибровки в дальнейшем.

Интервал калибровки

Интервал калибровки – один год

Калибровка прибора должна выполняться с одинаковыми интервалами, определяемыми в соответствии с требованиями точности используемого приложения. **Годовой** интервал подходит для большинства приложений. Точность работы гарантируется, только если регулировка выполняется с соблюдением одинаковых интервалов калибровки. Точность не гарантируется по истечении годового интервала калибровки.

Интервал калибровки – три года

Характеристики программирования напряжения и тока и точности измерений могут применяться на протяжении трехлетнего интервала калибровки. Для этого характеристики точности годовой калибровки, указанные в **формах регистрации результатов** проверки, необходимо умножить на три.

Замечания по диагностике

Для оптимальной работы все процедуры проверки и калибровки должны соответствовать следующим условиям.

- Стабильная температура окружающей среды от 18°C до 28°C.
- Относительная влажность окружающей среды менее 80 %.
- 30-минутный период прогрева перед проверкой или настройкой.
- Минимальная длина кабелей или скручивание или экранирование для уменьшения шумов.

Методики измерений

Вольтметр

Чтобы на показания вольтметра во время процедур проверки и калибровки не оказывали влияния измерения мгновенных пиковых значений выходных пульсаций тока, выполните несколько измерений по постоянному току и усредните их.

При использовании цифрового мультиметра Keysight 3458A можно настроить вольтметр для автоматического выполнения этой процедуры. На лицевой панели прибора запрограммируйте 100 циклов линии питания на каждое измерение. Нажмите NPLC 100 ENTER. Кроме того, включите функцию автокалибровки (ACAL) и автоматического выбора диапазона (ARANGE).

Токовый шунт

Токовый шунт с 4 контактами используется для устранения ошибки измерения выходного тока, вызванной падениями напряжения в проводах и соединениях нагрузки. Он оснащен специальными контактами для мониторинга тока в разъемах для подключения нагрузки. Подсоедините вольтметр непосредственно к этим контактам мониторинга тока.

Электронная нагрузка

Для многих процедур проверки требуется использование различной нагрузки для гашения требуемой энергии потока. Если используется резистор переменного сопротивления, чтобы подключить, отключить или замкнуть коротко резистор нагрузки, используйте переключатели. Для большинства проверок можно использовать электронную нагрузку. Электронную нагрузку гораздо проще использовать, чем резисторы нагрузки, однако проверка времени восстановления после переходного процесса может занимать длительное время, а для проверки шумов (PARD) может быть слишком много помех.

Вместо переменной нагрузки можно использовать резисторы с собственной нагрузкой с небольшими изменениями в процедурах проверки. Кроме того, при настройке проверок с компьютерным управлением следует принять во внимание, что для стабилизации системы питания требуется достаточно продолжительное время, а скорость нарастания напряжения невелика (по сравнению с компьютерами и системными вольтметрами). В программе проверки можно использовать операторы Wait, если диагностическая система работает быстрее, чем система питания.

Рекомендуемые установки и оборудование для диагностики

Оборудование для проверки

Настройки проверки

Настройки калибровки

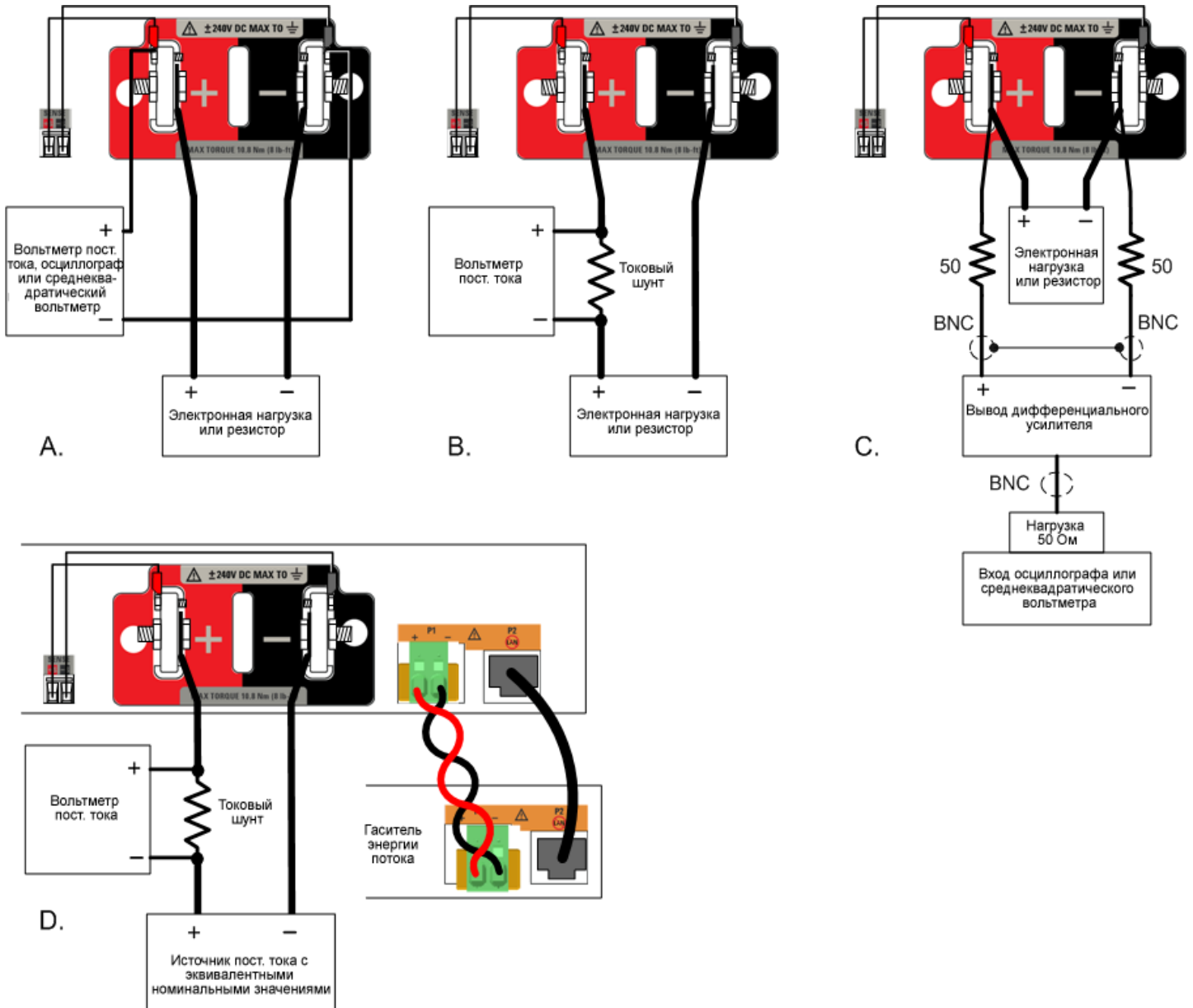
Оборудование для проверки

Контрольное оборудование, рекомендуемое для выполнения проверки работы и процедур настройки, перечислено ниже. При отсутствии какого-либо из этих приборов стандартные компоненты выполнения калибровки можно заменить эквивалентными.

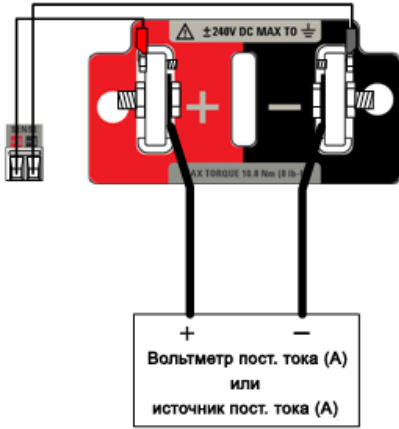
Прибор	Требования	Рекомендуемая модель	Назначение *
Цифровой мультиметр	Разрешение: 10 нВ при 1 В Снятие показаний: 8 1/2 цифр Точность: 20 имп/мин.	Keysight 3458A	П, К
Токовый шунт	15 А (0,1 Ом) 0,04 %, TC = 5 ppm/ОмС 100 А (0,01 Ом) 0,04 %, TC = 5 ppm/ОмС 300 А (0,001 Ом) 0,04 %, TC = 5 ppm/ОмС	Руководство 9230/15 Руководство 9230/100 Руководство 9230/300	П, К
Электронная нагрузка	80 В, 200 А мин.	2 – основные устройства Keysight N3300A; 6 – модули Keysight N3305A	П
Контроллер GPIB	Все возможности GPIB	Keysight 82350В или эквивалент	П, К
Осциллограф	Чувствительность: 1 мВ Полоса пропускания Предельное значение: 20 МГц Пробник: 1:1 с РЧ наконечником	Keysight Infiniium или эквивалент	П
Вольтметр среднеквадратических величин	истинный среднекв. Полоса пропускания: 20 МГц Чувствительность: 100 мкВ	Rhode and Schwartz модель URE3 или эквивалент	П
Дифференциальный усилитель	Полоса пропускания: 20 МГц	LeCroy 1855A, DA1850A, или эквивалент	П
Разъемы	разъем BNC 1 – 50 Ом Согласующие резисторы 2 – 50 Ом, 1/8 Вт		П
Источник питания	80 В, 200 А, 2 кВт	Keysight N8754A, N8758A	П, К

* П = проверка, К = калибровка

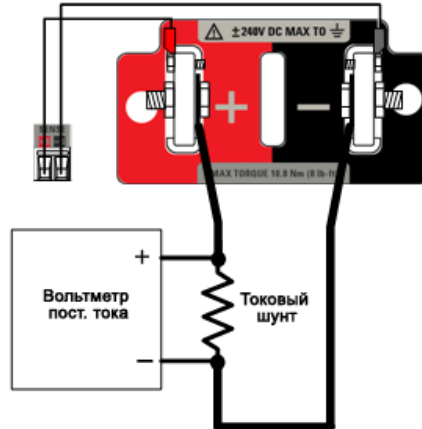
Настройки проверки



Настройки калибровки



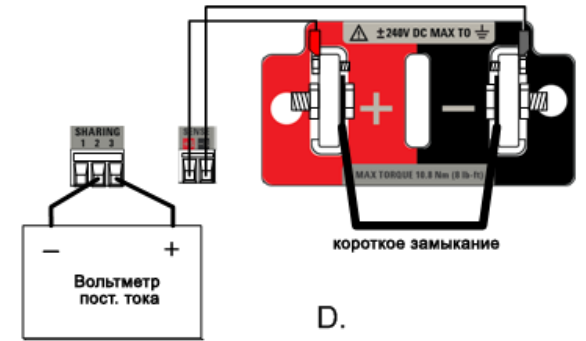
А. и Е.



В.



C.



D.

Диагностика работы

Точность программирования и эхосчитывания напряжения

Эффект нагрузки постоянного напряжения

Пульсации и шум постоянного напряжения

Время восстановления переходной характеристики

Точность программирования и эхосчитывания силы тока

Эффект нагрузки постоянной силы тока

Проверка возможностей понижения тока

Введение

Выполняйте диагностику работы, чтобы проверить правильность функционирования источника питания и соответствие опубликованным техническим характеристикам. Можно выполнить диагностику работы на двух различных уровнях.

- **Самопроверка.** Кратковременная самопроверка выполняется автоматически при включении прибора. Эта ограниченная проверка позволяет убедиться, что прибор находится в рабочем состоянии. Для получения дополнительной информации см. раздел [Процедуры самопроверки](#).
- **Диагностика работы.** Широкий набор проверок, выполнение которых рекомендуется в качестве проверки при получении, когда пользователь впервые получает прибор или после выполнения регулировок.

Диагностика работы рекомендуется при получении прибора. Результаты выполнения проверки при получении необходимо сравнить с характеристиками прибора в справочном листке данных продукта. После начала использования следует повторять выполнение диагностики работы по истечении каждого интервала калибровки.

Выполняйте диагностику работы перед калибровкой системы питания. Если диагностики для проверки источника питания пройдены успешно, устройство работает в пределах значений калибровки, и повторная калибровка не требуется.

Если прибор не прошел какую-либо диагностику или если получены неверные результаты диагностики, попробуйте выполнить калибровку прибора. Если не удастся правильно выполнить калибровку, передайте устройство в сервисный центр Keysight Technologies.

Список оборудования и требуемые настройки для проверки см. в разделе [Рекомендуемое диагностическое оборудование и настройки](#). Также для получения информации о подсоединении вольтметра, токового шунта и нагрузки см. раздел [Методики измерений](#).

Точность программирования и эхосчитывания напряжения

Эта проверка позволяет определить, соблюдаются ли характеристики функций программной установки напряжения и измерения напряжения.

Шаг 1. Выключите источник питания и подсоедините цифровой мультиметр через контакты распознавания (см. [Настройка диагностики A](#)). Не подключайте нагрузку.

Диагностика работы

Шаг 2. Включите источник питания и запрограммируйте настройки прибора, как описано в форме регистрации результатов проверки в разделе «Программная установка напряжения и эхосчитывание, мин. напряжение». Включите выход. На выходе должно быть постоянное напряжение (CV), а выходной ток должен быть близок к нулю.

Шаг 3. Запишите показания напряжения выходного сигнала, полученные с помощью цифрового мультиметра, и напряжение, измеренное с помощью интерфейса. Показания должны быть в пределах, указанных в форме регистрации результатов проверки для соответствующей модели в разделе «Программная установка напряжения и эхосчитывание, мин. напряжение».

Шаг 4. Запрограммируйте настройки прибора, как описано в форме регистрации результатов проверки в разделе «Программная установка напряжения и эхосчитывание, высокое напряжение».

Шаг 5. Запишите показания напряжения выходного сигнала, полученные с помощью цифрового мультиметра, и напряжение, измеренное с помощью интерфейса. Показания должны быть в пределах, указанных в форме регистрации результатов проверки для соответствующей модели «Программная установка напряжения эхосчитывание, высокое напряжение».

Эффект нагрузки постоянного напряжения

В ходе этой проверки измеряется изменение выходного напряжения в результате изменения выходного тока при переходе от состояния полной нагрузки к состоянию без нагрузки.

Шаг 1. Выключите источник питания и подсоедините цифровой мультиметр и электронную нагрузку (см. [Настройка диагностики А](#)).

Шаг 2. Включите источник питания и запрограммируйте настройки прибора, как описано в форме регистрации результатов проверки в разделе «Воздействие нагрузки с постоянным напряжением».

Шаг 3. Настройте выходной ток для электронной нагрузки как описано в форме регистрации результаты проверки в разделе «Воздействие нагрузки с постоянным напряжением». На выходе должно быть постоянное напряжение (CV). В противном случае настройте нагрузку так, чтобы выходной ток немного снижался.

Шаг 4. Запишите показания выходного напряжения с цифрового мультиметра.

Шаг 5. Разомкните линию нагрузки. Снова запишите показания напряжения с цифрового мультиметра. Разница между показаниями цифрового мультиметра на этапе 4 и 5 – это эффект нагрузки, который не должен превышать значение, указанное в форме регистрации результатов проверки для соответствующей модели в разделе «Воздействие нагрузки с постоянным напряжением».

Пульсации и шум постоянного напряжения

Периодические и случайные отклонения на выходе складываются, при этом остаточная переменная составляющая напряжения накладывается на постоянное выходное напряжение. Остаточное напряжение определяется как среднеквадратичный шум или шум полного размаха в указанном диапазоне частот (см. [Технические характеристики](#)).

Шаг 1. Отключите источник питания и подсоедините электронную нагрузку, дифференциальный усилитель и осциллограф (соединение по переменному току) к выходу (см. [Настройка диагностики С](#)).

Шаг 2. Как показано на диаграмме, с помощью двух кабелей BNC с оконечным резистором 50 Ом подсоедините дифференциальный усилитель к + и - выходным контактам. Экраны кабелей BNC должны быть соединены вместе. Подсоедините выход дифференциального усилителя к осциллографу с помощью разъема с импедансом 50 Ом на входе осциллографа.

Шаг 3. Настройте на дифференциальном усилителе умножение на десять, деление на единицу и входное сопротивление 1 МОм. На положительном и отрицательном входах дифференциального усилителя должно быть настроено соединение по переменному току. Установите временную развертку осциллографа 5 мс/дел. и масштабирование по вертикали 10 мВ/дел. Включите ограничение ширины полосы пропускания (обычно 20 МГц) и установите режим выборки с обнаружением пиков.

Шаг 4. Запрограммируйте на системе питания настройки, указанные в форме регистрации результатов проверки для соответствующей модели в разделе «Пульсация и помехи постоянного напряжения», и включите выходной сигнал. Дайте осциллографу поработать несколько секунд для создания достаточного количества точек измерения. На осциллографе Keysight Infiniium измерение максимальной амплитуды напряжения указано в правой нижней части экрана. Разделите это значение на 10 для получения показания шума полного размаха постоянного напряжения. Результат не должен превышать предельных значений размаха, указанных в форме регистрации результатов проверки для соответствующей модели в разделе «Пульсация и помехи постоянного напряжения, полный размах».

Примечание Если в показаниях присутствуют знаки вопроса, очистите измерение и повторите попытку. Это означает, что некоторые из полученных осциллографом данных были неоднозначными.

Шаг 5. Отсоедините осциллограф и подсоедините на его место вольтметр среднеквадратических величин. Не отсоединяйте разъем с импедансом 50 Ом. Разделите показание вольтметра среднеквадратических величин на 10. Результат не должен превышать предельных среднеквадратических значений, указанных в форме регистрации результатов проверки для соответствующей модели в разделе «Пульсация и помехи постоянного напряжения, среднеквадратические величины».

Время восстановления переходной характеристики

В ходе этой проверки измеряется время восстановления выходного напряжения до указанного значения после изменения тока нагрузки на 50 %.

Шаг 1. Выключите источник питания и подсоедините осциллограф через разъемы распознавания (см. [Настройка диагностики А](#)). Подсоедините электронную нагрузку к выходным контактам.

Шаг 2. Включите источник питания и запрограммируйте настройки прибора, как описано в форме регистрации результатов проверки в разделе «Длительность переходных процессов».

Шаг 3. Настройте на электронной нагрузке режим постоянного тока. Запрограммируйте наименьшее значение тока нагрузки из указанных в форме регистрации результатов проверки в разделе «Длительность переходных процессов».

Шаг 4. Установите для частоты генератора импульсного тока электронной нагрузки значение 100 Гц и коэффициент заполнения 50 %.

Шаг 5. Запрограммируйте для переходного тока нагрузки самое высокое значение, указанное в форме регистрации результатов проверки в разделе «Длительность переходных процессов» и включите генератор импульсного тока.

Шаг 6. Настройте на осциллографе отображение сигнала, аналогичного показанному на следующем рисунке.



Шаг 7. Выходное напряжение должно вернуться в указанное значение за заданное время после 50 % изменения нагрузки. Проверьте переходные характеристики с нагрузкой и без нее при запуске на положительном и отрицательном наклоне. Запишите напряжение в момент времени « t » в форме регистрации результатов проверки работы в разделе «Длительность переходных процессов».

Точность программирования и эхосчитывания силы тока

Эта проверка позволяет определить, соответствуют ли техническим характеристикам функции программирования и измерения.

Шаг 1. Выключите источник питания и подсоедините токовый шунт через выходные контакты. Подсоедините цифровой мультиметр непосредственно через токовый шунт (см. [Настройка диагностики В](#)). Обратите внимание, что электронная нагрузка на этом этапе проверки не используется.

Шаг 2. Включите источник питания и запрограммируйте настройки прибора, как описано в форме регистрации результатов проверки в разделе «Программирование и эхосчитывание тока, мин. ток». На выходе должен быть постоянный ток (CC), а выходное напряжение должно быть близко к нулю. Подождите 5 минут, пока будет выполнена стабилизация температуры.

Шаг 3. Разделите спад напряжения (показание цифрового мультиметра) на токовом шунте с помощью шунтирующего резистора, чтобы выполнить преобразование в амперы, и запишите это значение. Кроме того, запишите ток, измеренный через интерфейс. Показания должны быть в пределах, указанных в форме регистрации результатов проверки для соответствующей модели в разделе «Программирование и эхосчитывание тока, мин. ток».

Шаг 4. Запрограммируйте настройки прибора, как описано в форме регистрации результатов проверки в разделе «Программирование и эхосчитывание тока, сильный ток». Подождите 5 минут, пока будет выполнена стабилизация температуры.

Шаг 5. Разделите спад напряжения (показание цифрового мультиметра) на токовом шунте с помощью шунтирующего резистора, чтобы выполнить преобразование в амперы, и запишите это значение. Кроме того, запишите показания тока, измеренные через интерфейс. Показания должны быть в пределах, указанных в форме регистрации результатов проверки для соответствующей модели в разделе «Программирование и эхосчитывание тока, сильный ток».

Шаг 6. Для моделей N7900 настройте измерение тока в низком диапазоне. Настройте прибор, как описано в разделе «Эхосчитывание тока, слабый ток». Подождите 5 минут, пока будет выполнена стабилизация температуры.

Шаг 7. Запишите ток, измеренный через интерфейс. Показания должны быть в пределах, указанных в разделе «Эхосчитывание слабого тока в низком диапазоне».

Эффект нагрузки постоянной силы тока

В ходе этой проверки измеряется изменение выходного тока в результате изменения выходного напряжения от полного до напряжения короткого замыкания.

Шаг 1. Выключите источник питания и подсоедините токовый шунт, цифровой мультиметр и электронную нагрузку (см. **Настройка диагностики В**). Подсоедините цифровой мультиметр непосредственно через токовый шунт.

Шаг 2. Включите источник питания и запрограммируйте настройки прибора, как описано в форме регистрации результатов проверки в разделе «Эффект нагрузки по постоянному току».

Шаг 3. Настройте режим постоянного тока для электронной нагрузки и запрограммируйте выходное напряжение, как описано в форме регистрации результатов проверки в разделе «Эффект нагрузки по постоянному току». На выходе должен быть постоянный ток (CC). В противном случае настройте нагрузку так, чтобы выходное напряжение немного снижалось.

Шаг 4. Разделите спад напряжения (показание цифрового мультиметра) на токовом шунте с помощью шунтирующего резистора, чтобы выполнить преобразование в амперы, и запишите это значение.

Шаг 5. Замкните электронную нагрузку накоротко. Разделите спад напряжения (показание цифрового мультиметра) на токовом шунте с помощью шунтирующего резистора, чтобы выполнить преобразование в амперы, и запишите это значение. Разница в показаниях тока на этапе 4 и 5 – это эффект нагрузки, который не должен превышать значение, указанное в форме регистрации результатов проверки для соответствующей модели в разделе «Эффект нагрузки по постоянному току».

Проверка возможностей понижения тока

В ходе этой проверки оценивается способность источника питания понижать ток на 10 % от номинального выходного тока. Если подключен один или несколько модулей рассеивания мощности Keysight N7909A, эта проверка позволяет оценить, может ли источник питания понижать ток на 100 % от номинального выходного тока.

Шаг 1. Выключите источник питания и подсоедините внешний источник питания к положительному и отрицательному выходному контакту (см. **Настройка диагностики D**). Подсоедините модуль рассеивания мощности, как показано, в случае проверки способности источника питания понижать ток на 100 %.

Шаг 2. Настройте внешний источник питания следующим образом. Напряжение = 100 % от номинального выходного напряжения проверяемого источника питания. Предельное значение тока = 110 % от номинального выходного тока проверяемого источника питания.

Шаг 3. Включите проверяемый источник питания. Настройте режим работы с приоритетом тока. Запрограммируйте настройки прибора, как описано в форме регистрации результатов проверки в разделе «Проверка понижения тока».

Шаг 4. Проверьте лицевую панель дисплея источника питания и убедитесь, что ток понижен на 10 % или 100 % от номинального. Разделите спад напряжения (показание цифрового мультиметра) на токовом шунте с помощью шунтирующего резистора, чтобы выполнить преобразование в амперы, и запишите это значение. Показания должны быть в пределах, указанных в форме регистрации результатов проверки для соответствующей модели в разделе «Тест потребления тока».

Примечание

При проверке способности устройства мощностью 2 кВт, подключенного только к одному модулю рассеивания мощности (при 50 % от номинального тока источника питания), к понижению тока разделите 100 % значения в форме регистрации результатов проверки на два.

Процедура калибровки

Переход в режим калибровки

Калибровка напряжения

Калибровка коэффициента подавления напряжения в синфазном режиме

Калибровка тока

Калибровка текущего температурного коэффициента

Калибровка перераспределения тока

Калибровка минимально допустимого сопротивления

Ввод даты калибровки

Сохранение калибровки и выход

Введение

В приборе используется электронная калибровка закрытого типа; внешняя механическая регулировка не требуется. Прибор вычисляет поправочный коэффициент на основе применяемых эталонных входных сигналов и сохраняет поправочные коэффициенты в энергонезависимой памяти до следующей калибровки. Эта память калибровки EEPROM не меняется при включении и выключении питания или выполнении команды *RST.

Список оборудования и требуемые настройки для калибровки см. в разделе **Рекомендуемое диагностическое оборудование и настройки**. Также для получения информации о подсоединении вольтметра, токового шунта и нагрузки см. раздел **Методики измерений**. Далее будет более подробно описана процедура калибровки.

- Для входа в меню администрирования с функцией калибровки требуется правильный пароль. Для пароля предварительно установлено значение 0 (ноль). Можно изменить пароль после входа в режим калибровки для предотвращения неавторизованного доступа. Для получения дополнительной информации см. раздел **Защита паролем**.
- При калибровке устройства с использованием команд SCPI большинство действий включают запрос *OPC? для синхронизации с выполнением системных команд перед началом процедуры. Ответ прибора следует считывать после каждого запроса *OPC?. При выполнении некоторых действий для ответа на запрос *OPC? может потребоваться до 30 секунд.
- После запуска необходимо выполнить все этапы калибровки. При выполнении каждого этапа калибровки прибор рассчитывает новые калибровочные постоянные и использует их в дальнейшем. Однако эти постоянные не сохраняются в энергонезависимой памяти, если не выполнить команду SAVE явным образом.
- Выйдите из режима калибровки. Для этого нужно выйти из меню администрирования или отправить команду CAL:STAT OFF. Обратите внимание, что если результаты какого-либо этапа калибровки не сохранены, произойдет возврат к предыдущим калибровочным постоянным.

Переход в режим калибровки

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \Admin \Login . Введите пароль в поле Password. Затем нажмите Select .	CAL:STAT ON <пароль>

Калибровка напряжения

Программная установка напряжения и измерения

Шаг 1. Подсоедините вход напряжения цифрового мультиметра Keysight 3458A к выходу (см. раздел [Настройка калибровки А](#)).

Шаг 2. Выберите калибровку программирования и измерения напряжения.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \Admin \Cal \Vprog . Проверьте, подключен ли вольтметр, и выберите Next.	Задайте полный диапазон напряжения. Полные диапазоны отличаются в различных моделях. Этой командой будет выбран диапазон 60 В: CAL:VOLT 60

Шаг 3. Выберите первую точку калибровки напряжения. Измерьте напряжение выходного сигнала с помощью цифрового мультиметра и введите данные измерений.

Лицевая панель	Команда SCPI
На дисплее отобразится следующее: «Enter P1 measured data». Введите данные, полученные от внешнего цифрового мультиметра. После выполнения операции нажмите Enter.	CAL:LEV P1 *OPC? CAL:DATA <данные>

Шаг 4. Выберите вторую точку калибровки напряжения. Измерьте напряжение выходного сигнала с помощью цифрового мультиметра и введите данные измерений.

Лицевая панель	Команда SCPI
На дисплее отобразится следующее: «Enter P2 measured data». Введите данные, полученные от внешнего цифрового мультиметра. После выполнения операции нажмите Enter. Нажмите Back, чтобы завершить операцию.	CAL:LEV P2 *OPC? CAL:DATA <данные>

Калибровка коэффициента подавления напряжения в синфазном режиме

Шаг 1. Выполните соединения, указанные в разделе **Настройка калибровки С**. Присоедините внешнюю перемычку к положительному и отрицательному контакту распознавания. Кроме того, подключите положительный контакт распознавания к положительному выходному контакту. Не присоединяйте ничего к отрицательным выходным контактам. Процедура выполняется автоматически и занимает несколько секунд.

Шаг 2. Выберите калибровку подавления синфазных помех.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System\Admin\Cal\Misc\CMRR . Проверьте, что провода подсоединены, как описано, и выберите Next.	CAL:VOLT:CMRR *OPC?

Шаг 3. После выполнения калибровки снова подключите считывающие провода.

Калибровка текущего температурного коэффициента

Примечание Процедуру калибровки температурного коэффициента следует выполнять **ДО** других процедур калибровки тока.

Шаг 1. Подсоедините к выходу прецизионный шунтирующий резистор. Шунтирующий резистор должен позволять измерение **полного** выходного тока (см. **Настройка калибровки В**). Подсоедините цифровой мультиметр Keysight 3458A через шунтирующий резистор.

Шаг 2. Выберите калибровку температурного коэффициента.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System\Admin\Cal\Misc\CurrTC . Убедитесь в том, что шунт подключен, и нажмите Next.	CAL:CURR:TC

Шаг 3. Выберите первую точку калибровки силы тока. Подождите 5 минут, пока будет выполнена стабилизация температуры. Вычислите ток на шунте ($I=V/R$) и введите данные.

Лицевая панель	Команда SCPI
На дисплее отобразится следующее: «Enter P1 measured data». Введите данные, полученные от внешнего цифрового мультиметра. Значение должно составлять около 50 % номинального полного тока. После выполнения операции нажмите Enter.	CAL:LEV P1 *OPC? CAL:DATA <данные>

Шаг 4. Выберите вторую точку калибровки силы тока. Подождите 5 минут, пока будет выполнена стабилизация температуры. Вычислите ток на шунте ($I=V/R$) и введите данные.

Лицевая панель	Команда SCPI
На дисплее отобразится следующее: «Enter P2 measured data». Введите данные, полученные от внешнего цифрового мультиметра. Значение должно составлять около 80 % номинального полного тока. После выполнения операции нажмите Enter.	CAL:LEV P2 *OPC?CAL:DATA <данные>

Шаг 5. Выберите третью точку калибровки. Подождите 5 минут, пока будет выполнена стабилизация температуры. Вычислите ток на шунте ($I=V/R$) и введите данные.

Лицевая панель	Команда SCPI
На дисплее отобразится следующее: «Enter P3 measured data», выберите поле измеренных данных. Введите данные, полученные от внешнего цифрового мультиметра. Должно быть около 100 % номинального полного тока. После выполнения операции нажмите Enter. Нажмите Back, чтобы завершить операцию.	CAL:LEV P3 *OPC?CAL:DATA <данные>

Калибровка тока

Программирование тока и измерение верхней границы диапазона

Шаг 1. Отсоедините все устройства от выходных разъемов.

Шаг 2. Выберите калибровку программирования тока и измерения верхней границы диапазона.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System\Admin\Cal\Curr\Iprog . Убедитесь в том, что к выходному разъему ничего не подключено, и нажмите Next.	Задайте диапазон полного тока. Полные диапазоны отличаются в различных моделях. С помощью этой команды будет выбрано значение 50 А: CAL:CURR 50

Шаг 3. Выберите первую точку калибровки силы тока. Подождите 5 минут, пока будет выполнена стабилизация температуры.

Процедура калибровки

Лицевая панель	Команда SCPI
Подождите 5 минут, затем снова выберите Next.	CAL:LEV P1 *OPC?

Шаг 4. Подсоедините к выходу прецизионный шунтирующий резистор. Шунтирующий резистор должен позволять измерение не менее 70 % полного выходного тока (см. **Настройка калибровки В**). Подсоедините цифровой мультиметр Keysight 3458A через шунтирующий резистор.

Лицевая панель	Команда SCPI
Убедитесь в том, что шунт подключен, и нажмите Next.	Не применяется

Шаг 5. Выберите вторую точку калибровки силы тока. Подождите 5 минут, пока будет выполнена стабилизация температуры. Вычислите ток на шунте ($I=V/R$) и введите данные.

Лицевая панель	Команда SCPI
На дисплее отобразится следующее: «Enter P2 measured data». Введите данные, полученные от внешнего цифрового мультиметра. Значение должно составлять около 70 % номинального полного тока. После выполнения операции нажмите Enter. Нажмите Back, чтобы завершить операцию.	CAL:LEV P2 *OPC? CAL:DATA <данные>

Измерение нижней границы диапазона тока

Шаг 1. Отсоедините все устройства от выходных разъемов.

Шаг 2. Выберите калибровку измерения нижней границы значений тока.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System\Admin\Cal\Curr\Imeas . Убедитесь в том, что шунт подключен, и нажмите Next.	Задайте измерение нижней границы диапазона. Нижняя граница в различных моделях отличается. С помощью этой команды будет выбран диапазон 2 A: CAL:CURREAS 2

Шаг 3. Выберите первую точку калибровки силы тока. Подождите 5 минут, пока будет выполнена стабилизация температуры.

Лицевая панель	Команда SCPI
Подождите 5 минут, затем снова выберите Next.	CAL:LEV P1 *OPC?

Шаг 4. Подсоедините к выходу прецизионный шунтирующий резистор. Шунтирующий резистор должен позволять измерение полного тока в нижнем диапазоне (см. [Настройка калибровки В](#)). Подсоедините цифровой мультиметр Keysight 3458A через шунтирующий резистор.

Лицевая панель	Команда SCPI
Убедитесь в том, что шунт подключен, и нажмите Next.	Не применяется

Шаг 5. Выберите вторую точку калибровки силы тока. Для второй точки ожидание не требуется. Вычислите ток на шунте ($I=V/R$) и введите данные.

Лицевая панель	Команда SCPI
На дисплее отобразится следующее: «Enter P2 measured data». Введите данные, полученные от внешнего цифрового мультиметра. Значение должно составлять около 100 % номинального полного тока нижнего диапазона. После выполнения операции нажмите Enter. Нажмите Back, чтобы завершить операцию.	CAL:LEV P2 *OPC? CAL:DATA <данные>

Калибровка перераспределения тока

С помощью этой процедуры выполняется калибровка сигнала I_{top}, используемого при параллельном подключении устройств.

Шаг 1. Замкните накоротко + и - выходные контакты. Подсоедините цифровой мультиметр Keysight 3458A через контакты 2 и 3 разъема перераспределения (см. [Настройка калибровки D](#)).

Шаг 2. Выберите калибровку перераспределения тока.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \Admin \Cal \Misc \CurrShar . Проверьте соединение перемычки и выберите Next.	CAL:CURR:SHAR

Шаг 3. Выберите первую точку калибровки. Измерьте напряжение на разъеме перераспределения тока и введите данные.

Процедура калибровки

Лицевая панель	Команда SCPI
На дисплее отобразится следующее: «Enter P1 measured data». Введите данные с внешнего цифрового вольтметра. Значение должно составлять около -1 В. После выполнения операции нажмите Enter. Нажмите Back, чтобы завершить операцию.	CAL:LEV P1 *OPC? CAL:DATA <данные>

Шаг 4. По завершении калибровки отсоедините вольтметр и переключку.

Калибровка минимально допустимого сопротивления

С помощью этой процедуры выполняется калибровка минимального напряжения, достигаемого при понижении тока.

Шаг 1. Подсоедините внешний источник питания к положительному и отрицательному выходным контактам (см. [Настройка калибровки E](#)).

Шаг 2. Настройте внешний источник питания следующим образом. Напряжение = $(0,9 \text{ В} + 0,08 * \text{номинальное выходное напряжение источника питания}) \text{ В}$. Напряжение не должно превышать 10 % этого значения. Предельное значение тока = $(0,95 * \text{номинальный выходной ток источника питания}) \text{ А}$. Предельное значение тока не должно превышать 2 % этого значения.

Шаг 3. Выберите калибровку нижней границы сопротивления. Калибровка занимает приблизительно 5 секунд.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System\Admin\Cal\Misc\ResBout . Проверьте подключение источника питания и выберите Next.	CAL:RES:BOUT *OPC?

Шаг 4. После выполнения калибровки отсоедините источник питания.

Ввод даты калибровки

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System\Admin\Cal\Date . Введите дату калибровки в поле Date. При необходимости в поле можно ввести буквенно-цифровые данные.	CAL:DATE "<дата>"

Сохранение калибровки и выход

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \Admin \Cal \Save . Выберите Save для сохранения данных калибровки. Выберите System \Admin \Logout для выхода из режима калибровки.	Для сохранения данных калибровки: CAL:SAVE Для выхода из режима калибровки: CAL:STAT OFF

Формы регистрации результатов проверки

N6950A/N6970A

N6950A/N6970A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание напряжения Минимальное напряжение (вых. напряжение): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса: Наибольшее напряжение (выходное): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса:	Оба Оба Оба Оба	+ 7,5 мВ Вых. напряжение – 1,5 мВ 8,9958 В Вых. напряжение – 4,2 мВ	_____ _____ _____ _____	+ 10,5 мВ Вых. напряжение + 1,5 мВ 9,0042 В Вых. напряжение + 4,2 мВ
Эффект нагрузки при постоянном напряжении:	Оба	– 0,5 мВ	_____	+ 0,5 мВ
Пульсации и шум постоянного напряжения полный размах: среднеквадратичное значение:	Оба Оба	– –	_____ _____	+ 9 мВ + 1 мВ
Переходная характеристика при 100 мкс:	Оба	– 150 мВ	_____	+ 150 мВ
Программирование и эхосчитывание силы тока Минимальная сила тока (вых. ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса: Наибольшая сила тока (выходной ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса:	N6950A N6970A N6950A N6970A N6950A N6970A N6950A N6970A	– 30 мА – 60 мА Вых. ток – 30 мА Вых. ток – 60 мА 99,87 А 199,74 А Выходной ток – 0,13 А Выходной ток – 0,26 А	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	+ 30 мА + 60 мА Вых. ток + 30 мА Вых. ток + 60 мА 100,13 А 200,26 А Выходной ток + 0,13 А Выходной ток + 0,26 А
Эффект нагрузки постоянной силы тока:	N6950A N6970A	– 8 мА – 15 мА	_____ _____	+ 8 мА + 15 мА
Тесты понижения тока 10 % от номинального значения силы тока: 100 % от номинального значения силы тока:	N6950A N6970A N6950A N6970A	– 10,04 А – 20,08 А – 100,13 А – 200,26 А	_____ _____ _____ _____	– 9,96 А – 19,92 А – 99,87 А – 199,74 А

	N6950A Настройки	N6970A Настройки
Программная установка напряжения и эхосчитывание, мин. напряжение: Программная установка напряжения и эхосчитывание, высокое напряжение: Эффект нагрузки при постоянном напряжении, Пульсации и шум при постоянном напряжении: Длительность переходных процессов: Программирование и эхосчитывание силы тока, минимальный ток: Программирование и эхосчитывание силы тока, сильный ток: Эффект нагрузки постоянной силы тока: 10 % от номинального значения силы тока (понижение тока): 100 % от номинального значения силы тока (понижение тока):	Приоритет напряжения: 9 мВ, 100 А Приоритет напряжения: 9 В, 100 А Приоритет напряжения: 9 В, 100 А Приоритет напряжения: 9 В, 50 – 100 А Приоритет тока: 9 В, 0 А Приоритет тока: 9 В, 100 А Приоритет тока: 9 В, 100 А Приоритет тока: 9 В, - 10 А Внешний источник питания: 9 В, 11 А Приоритет тока: 9 В, - 100 А Внешний источник питания: 9 В, 110 А	Приоритет напряжения: 9 мВ, 200 А Приоритет напряжения: 9 В, 200 А Приоритет напряжения: 9 В, 200 А Приоритет напряжения: 9 В, 100 – 200 А Приоритет тока: 9 В, 0 А Приоритет тока: 9 В, 200 А Приоритет тока: 9 В, 200 А Приоритет тока: 9 В, - 20 А Внешний источник питания: 9 В, 22 А Приоритет тока: 9 В, - 200 А Внешний источник питания: 9 В, 220 А

N6951A/N6971A

N6951A/N6971A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание напряжения Минимальное напряжение (вых. напряжение): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса: Наибольшее напряжение (выходное): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса:	Оба Оба Оба Оба	+ 17 мВ Вых. напряжение – 3 мВ 19,991 В Вых. напряжение – 9 мВ	_____ _____ _____ _____	+ 23 мВ Вых. напряжение + 3 мВ 20,009 В Вых. напряжение + 9 мВ
Эффект нагрузки при постоянном напряжении:	Оба	- 0,75 мВ	_____	+ 0,75 мВ
Пульсации и шум постоянного напряжения полный размах: среднеквадратичное значение:	Оба Оба	- -	_____ _____	+ 9 мВ + 1 мВ
Переходная характеристика при 100 мкс:	Оба	- 150 мВ	_____	+ 150 мВ

Формы регистрации результатов проверки

N6951A/N6971A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание силы тока Минимальная сила тока (вых. ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса: Наибольшая сила тока (выходной ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса:	N6951A N6971A N6951A N6971A N6951A N6971A N6951A N6971A	- 15 мА - 30 мА Вых. ток - 15 мА Вых. ток - 30 мА 49,935 А 99,87 А Вых. ток - 0,065 А Вых. ток - 0,13 А	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	+ 15 мА + 30 мА Вых. ток + 15 мА Вых. + 30 мА 50,065 А 100,13 А Выходной ток + 0,065 А Выходной ток + 0,13 А
Эффект нагрузки постоянной силы тока:	N6951A N6971A	- 3 мА - 6 мА	_____ _____	+ 3 мА + 6 мА
Тесты понижения тока 10 % от номинального значения силы тока: 100 % от номинального значения силы тока:	N6951A N6971A N6951A N6971A	- 5,02 А - 10,04 А - 50,065 А - 100,13 А	_____ _____ _____ _____	- 4,98 А - 9,96 А - 49,935 А - 99,87 А
	N6951A Настройки		N6971A Настройки	
Программная установка напряжения и эхосчитывание, мин. напряжение: Программная установка напряжения и эхосчитывание, высокое напряжение: Эффект нагрузки при постоянном напряжении, Пульсации и шум при постоянном напряжении: Длительность переходных процессов: Программирование и эхосчитывание силы тока, минимальный ток: Программирование и эхосчитывание силы тока, сильный ток: Эффект нагрузки постоянной силы тока: 10 % от номинального значения силы тока (понижение тока): 100 % от номинального значения силы тока (понижение тока):	Приоритет напряжения: 20 мВ, 50 А Приоритет напряжения: 20 В, 50 А Приоритет напряжения: 20 В, 50 А Приоритет напряжения: 20 В, 25 - 50 А Приоритет тока: 20 В, 0 А Приоритет тока: 20 В, 50 А Приоритет тока: 20 В, 50 А Приоритет тока: 20 В, - 5 А Внешний источник питания: 20 В, 5,5 А Приоритет тока: 20 В, - 50 А Внешний источник питания: 20 В, 55 А		Приоритет напряжения: 20 мВ, 100 А Приоритет напряжения: 20 В, 100 А Приоритет напряжения: 20 В, 100 А Приоритет напряжения: 20 В, 50 - 100 А Приоритет тока: 20 В, 0 А Приоритет тока: 20 В, 100 А Приоритет тока: 20 В, 100 А Приоритет тока: 20 В, - 10 А Внешний источник питания: 20 В, 11 А Приоритет тока: 20 В, - 100 А Внешний источник питания: 20 В, 110 А	

N6952A/N6972A

N6952A/N6972A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание напряжения Минимальное напряжение (вых. напряжение): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса: Наибольшее напряжение (выходное): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса:	Оба Оба Оба Оба	+ 34 мВ Вых. напряжение - 6 мВ 39,982 В Вых. напряжение - 18 мВ	_____ _____ _____ _____	+ 46 мВ Вых. напряжение + 6 мВ 40,018 В Вых. напряжение + 18 мВ
Эффект нагрузки при постоянном напряжении:	Оба	- 1,5 мВ	_____	+ 1,5 мВ
Пульсации и шум постоянного напряжения полный размах: среднеквадратичное значение:	Оба Оба	- -	_____ _____	+ 9 мВ + 1 мВ
Переходная характеристика при 100 мкс:	Оба	- 100 мВ	_____	+ 100 мВ
Программирование и эхосчитывание силы тока Минимальная сила тока (вых. ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса: Наибольшая сила тока (выходной ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса:	N6952A N6972A N6952A N6972A N6952A N6972A N6952A N6972A	- 8 мА - 15 мА Вых. ток - 8 мА Вых. ток - 15 мА 24,967 А 49,935 А Вых. ток - 0,033 А Вых. ток - 0,065 А	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	+ 8 мА + 15 мА Вых. ток + 8 мА Вых. ток + 15 мА 25,033 А 50,065 А Вых. ток + 0,033 А Вых. ток + 0,065 А
Эффект нагрузки постоянной силы тока:	N6952A N6972A	- 1 мА - 1,5 мА	_____ _____	+ 1 мА + 1,5 мА
Тесты понижения тока 10 % от номинального значения силы тока: 100 % от номинального значения силы тока:	N6952A N6972A N6952A N6972A	- 2,5105 А - 5,02 А - 25,033 А - 50,065 А	_____ _____ _____ _____	- 2,4895 А - 4,98 А - 24,967 А - 49,935 А

Формы регистрации результатов проверки

	N6952A Настройки	N6972A Настройки
Программная установка напряжения и эхосчитывание, мин. напряжение: Программная установка напряжения и эхосчитывание, высокое напряжение: Эффект нагрузки при постоянном напряжении, Пульсации и шум при постоянном напряжении: Длительность переходных процессов: Программирование и эхосчитывание силы тока, минимальный ток: Программирование и эхосчитывание силы тока, сильный ток: Эффект нагрузки постоянной силы тока: 10 % от номинального значения силы тока (понижение тока): 100 % от номинального значения силы тока (понижение тока):	Приоритет напряжения: 40 мВ, 25 А Приоритет напряжения: 40 В, 25 А Приоритет напряжения: 40 В, 25 А Приоритет напряжения: 40 В, 12,5 – 25 А Приоритет тока: 40 В, 0 А Приоритет тока: 40 В, 25 А Приоритет тока: 40 В, 25 А Приоритет тока: 40 В, - 2,5 А Внешний источник питания: 40 В, 2,75 А Приоритет тока: 40 В, - 25 А Внешний источник питания: 40 В, 27,5 А	Приоритет напряжения: 40 мВ, 50 А Приоритет напряжения: 40 В, 50 А Приоритет напряжения: 40 В, 50 А Приоритет напряжения: 40 В, 25 – 50 А Приоритет тока: 40 В, 0 А Приоритет тока: 40 В, 50 А Приоритет тока: 40 В, 50 А Приоритет тока: 40 В, - 5 А Внешний источник питания: 40 В, 5,5 А Приоритет тока: 40 В, - 50 А Внешний источник питания: 40 В, 55 А

N6953A/N6973A

N6953A/N6973A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание напряжения Минимальное напряжение (вых. напряжение): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса: Наибольшее напряжение (выходное): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса:	Оба Оба Оба Оба	+ 51 мВ Вых. напряжение – 9 мВ 59,973 В Вых. напряжение – 27 мВ	_____ _____ _____ _____	+ 69 мВ Вых. напряжение + 9 мВ 60,027 В Вых. напряжение + 27 мВ
Эффект нагрузки при постоянном напряжении:	Оба	- 2 мВ	_____	+ 2 мВ
Пульсации и шум постоянного напряжения полный размах: среднеквадратичное значение:	Оба Оба	- -	_____ _____	+ 9 мВ + 1 мВ
Переходная характеристика при 100 мкс:	Оба	- 150 мВ	_____	+ 150 мВ

N6953A/N6973A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание силы тока Минимальная сила тока (вых. ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса: Наибольшая сила тока (выходной ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса:	N6953A N6973A N6953A N6973A N6953A N6973A N6953A N6973A	- 5 мА - 10 мА Вых. ток - 5 мА Вых. ток - 10 мА 16,6783 А 33,2567 А Вых. ток - 0,0217 А Вых. ток - 0,0433 А	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	+ 5 мА + 10 мА Вых. ток + 5 мА Вых. ток + 10 мА 16,7217 А 33,3433 А Вых. ток + 0,0217 А Вых. ток + 0,0433 А
Эффект нагрузки постоянной силы тока:	N6953A N6973A	- 1 мА - 1,5 мА	_____ _____	+ 1 мА + 1,5 мА
Тесты понижения тока 10 % от номинального значения силы тока: 100 % от номинального значения силы тока:	N6953A N6973A N6953A N6973A	- 1,6767 А - 3,3433 А - 16,7217 А - 33,3433 А	_____ _____ _____ _____	- 1,6633 А - 3,3167 А - 16,6783 А - 33,2567 А
	N6953A Настройки		N6973A Настройки	
Программная установка напряжения и эхосчитывание, мин. напряжение: Программная установка напряжения и эхосчитывание, высокое напряжение: Эффект нагрузки при постоянном напряжении, Пульсации и шум при постоянном напряжении: Длительность переходных процессов: Программирование и эхосчитывание силы тока, минимальный ток: Программирование и эхосчитывание силы тока, сильный ток: Эффект нагрузки постоянной силы тока: 10 % от номинального значения силы тока (понижение тока): 100 % от номинального значения силы тока (понижение тока):	Приоритет напряжения: 60 мВ, 16,7 А Приоритет напряжения: 60 В, 16,7 А Приоритет напряжения: 60 В, 16,7 А Приоритет напряжения: 60 В, 8,35 - 16,7 А Приоритет тока: 60 В, 0 А Приоритет тока: 60 В, 16,7 А Приоритет тока: 60 В, 16,7 А Приоритет тока: 60 В, - 1,67 А Внешний источник питания: 60 В, 1,837 А Приоритет тока: 60 В, - 16,7 А Внешний источник питания: 60 В, 18,37 А		Приоритет напряжения: 60 мВ, 33,3 А Приоритет напряжения: 60 В, 33,3 А Приоритет напряжения: 60 В, 33,3 А Приоритет напряжения: 60 В, 16,7 - 33,3 А Приоритет тока: 60 В, 0 А Приоритет тока: 60 В, 33,3 А Приоритет тока: 60 В, 33,3 А Приоритет тока: 60 В, - 3,33 А Внешний источник питания: 60 В, 3,66 А Приоритет тока: 60 В, - 33,3 А Внешний источник питания: 60 В, 36,6 А	

N6954A/N6974A

N6954A/N6974A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
	Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты
Программирование и эхосчитывание напряжения Минимальное напряжение (вых. напряжение): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса: Наибольшее напряжение (выходное): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса:	Оба Оба Оба Оба	+ 68 мВ Вых. напряжение - 12 мВ 79,964 В Вых. напряжение - 36 мВ	_____ _____ _____ _____	+ 92 мВ Вых. напряжение + 12 мВ 80,036 В Вых. напряжение + 36 мВ
Эффект нагрузки при постоянном напряжении:	Оба	- 2 мВ	_____	+ 2 мВ
Пульсации и шум постоянного напряжения полный размах: среднеквадратичное значение:	Оба Оба	- -	_____ _____	+ 9 мВ + 1 мВ
Переходная характеристика при 100 мкс:	Оба	- 200 мВ	_____	+ 200 мВ
Программирование и эхосчитывание силы тока Минимальная сила тока (вых. ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса: Наибольшая сила тока (выходной ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса:	N6954A N6974A N6954A N6974A N6954A N6974A N6954A N6974A	- 4 мА - 8 мА Вых. ток - 4 мА Вых. ток - 8 мА 12,4835 А 24,967 А Вых. ток - 0,0165 А Вых. ток - 0,033 А	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	+ 4 мА + 8 мА Вых. ток + 4 мА Вых. ток + 8 мА 12,5165 А 25,033 А Вых. ток + 0,0165 А Вых. ток + 0,033 А
Эффект нагрузки постоянной силы тока:	N6954A N6974A	- 0,8 мА - 1,5 мА	_____	+ 0,8 мА + 1,5 мА
Тесты понижения тока 10 % от номинального значения силы тока: 100 % от номинального значения силы тока:	N6954A N6974A N6954A N6974A	- 1,2553 А - 2,5105 А - 12,5165 А - 25,033 А	_____ _____ _____ _____	- 1,2488 А - 2,4895 А - 12,4835 А - 24,967 А

	N6954A Настройки	N6974A Настройки
Программная установка напряжения и эхосчитывание, мин. напряжение: Программная установка напряжения и эхосчитывание, высокое напряжение: Эффект нагрузки при постоянном напряжении, Пульсации и шум при постоянном напряжении: Длительность переходных процессов: Программирование и эхосчитывание силы тока, минимальный ток: Программирование и эхосчитывание силы тока, сильный ток: Эффект нагрузки постоянной силы тока: 10 % от номинального значения силы тока (понижение тока): 100 % от номинального значения силы тока (понижение тока):	Приоритет напряжения: 80 мВ, 12,5 А Приоритет напряжения: 80 В, 12,5 А Приоритет напряжения: 80 В, 12,5 А Приоритет напряжения: 80 В, 6,25 – 12,5 А Приоритет тока: 80 В, 0 А Приоритет тока: 80 В, 12,5 А Приоритет тока: 80 В, 12,5 А Приоритет тока: 80 В, - 1,25 А Внешний источник питания: 80 В, 1,375 А Приоритет тока: 80 В, - 12,5 А Внешний источник питания: 80 В, 13,75 А	Приоритет напряжения: 80 мВ, 25 А Приоритет напряжения: 80 В, 25 А Приоритет напряжения: 80 В, 25 А Приоритет напряжения: 80 В, 12,5 – 25 А Приоритет тока: 80 В, 0 А Приоритет тока: 80 В, 25 А Приоритет тока: 80 В, 25 А Приоритет тока: 80 В, - 2,5 А Внешний источник питания: 80 В, 2,75 А Приоритет тока: 80 В, - 25 А Внешний источник питания: 80 В, 27,5 А

N7950A/N7970A

N7950A/N7970A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание напряжения Минимальное напряжение (вых. напряжение): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса: Наибольшее напряжение (выходное): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса:	Оба Оба Оба Оба	+ 8 мВ Вых. напряжение – 1 мВ 8,9963 В Вых. напряжение – 3,7 мВ	_____ _____ _____ _____	+ 10 мВ Вых. напряжение + 1 мВ 9,0037 В Вых. напряжение + 3,7 мВ
Эффект нагрузки при постоянном напряжении:	Оба	- 0,5 мВ	_____	+ 0,5 мВ
Пульсации и шум постоянного напряжения полный размах: среднеквадратичное значение:	Оба Оба	- -	_____ _____	+ 9 мВ + 1 мВ
Переходная характеристика при 100 мкс:	Оба	- 150 мВ	_____	+ 150 мВ

Формы регистрации результатов проверки

N7950A/N7970A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание силы тока Минимальная сила тока (вых. ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса: Наибольшая сила тока (выходной ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса:	N7950A N7970A N7950A N7970A N7950A N7970A N7950A N7970A	- 15 мА - 30 мА Вых. ток - 15 мА Вых. ток - 30 мА 99,945 А 199,89 А Вых. ток - 0,055 А Вых. ток - 0,11 А	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	+ 15 мА + 30 мА Вых. ток + 15 мА Вых. ток + 30 мА 100,055 А 200,11 А Вых. ток + 0,055 А Вых. ток + 0,11 А
Нижний диапазон измерения силы тока:	N7950A N7970A	Вых. ток - 0,008 А Вых. ток - 0,016 А	_____	Вых. ток + 0,008 А Вых. ток + 0,016 А
Эффект нагрузки постоянной силы тока:	N7950A N7970A	- 8 мА - 15 мА	_____	+ 8 мА + 15 мА
Тесты понижения тока 10 % от номинального значения силы тока: 100 % от номинального значения силы тока:	N7950A N7970A N7950A N7970A	- 10,019 А - 20,038 А - 100,055 А - 200,11 А	_____ _____ _____ _____	- 9,981 А - 19,962 А - 99,945 А - 199,89 А

	N7950A Настройки	N7970A Настройки
Программная установка напряжения и эхосчитывание, мин. напряжение: Программная установка напряжения и эхосчитывание, высокое напряжение: Эффект нагрузки при постоянном напряжении, пульсации и шум при постоянном напряжении: Длительность переходных процессов: Программирование и эхосчитывание силы тока, мин. ток: Программирование и эхосчитывание силы тока, сильный ток: Нижний диапазон измерения силы тока: Эффект нагрузки постоянной силы тока: 10 % от номинального значения силы тока (понижение тока): 100 % от номинального значения силы тока (понижение тока):	Приоритет напряжения: 9 мВ, 100 А Приоритет напряжения: 9 В, 100 А Приоритет напряжения: 9 В, 100 А Приоритет напряжения: 9 В, 50 – 100 А Приоритет тока: 9 В, 0 А Приоритет тока: 9 В, 100 А Приоритет тока: 9 В, 10 А Приоритет тока: 9 В, 100 А Приоритет тока: 9 В, - 10 А Внешний источник питания: 9 В, 11 А Приоритет тока: 9 В, - 100 А Внешний источник питания: 9 В, 110 А	Приоритет напряжения: 9 мВ, 200 А Приоритет напряжения: 9 В, 200 А Приоритет напряжения: 9 В, 200 А Приоритет напряжения: 9 В, 100 – 200 А Приоритет тока: 9 В, 0 А Приоритет тока: 9 В, 200 А Приоритет тока: 9 В, 20 А Приоритет тока: 9 В, 200 А Приоритет тока: 9 В, - 20 А Внешний источник питания: 9 В, 22 А Приоритет тока: 9 В, - 200 А Внешний источник питания: 9 В, 220 А

N7951A/N7971A

N7951A/N7971A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание напряжения Минимальное напряжение (вых. напряжение): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса: Наибольшее напряжение (выходное): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса:	Оба Оба Оба Оба	+ 18 мВ Вых. напряжение – 2 мВ 19,992 В Вых. напряжение – 8 мВ	_____ _____ _____ _____	+ 22 мВ Вых. напряжение + 2 мВ 20,008 В Вых. напряжение + 8 мВ
Эффект нагрузки при постоянном напряжении:	Оба	- 0,75 мВ	_____	+ 0,75 мВ
Пульсации и шум постоянного напряжения полный размах: среднеквадратичное значение:	Оба Оба	- -	_____ _____	+ 9 мВ + 1 мВ
Переходная характеристика при 100 мкс:	Оба	- 150 мВ	_____	+ 150 мВ

Формы регистрации результатов проверки

N7951A/N7971A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание силы тока Минимальная сила тока (вых. ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса: Наибольшая сила тока (выходной ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса:	N7951A N7971A N7951A N7971A N7951A N7971A N7951A N7971A	- 8 мА - 15 мА Вых. ток - 8 мА Вых. ток - 15 мА 49,972 А 99,945 А Вых. ток - 0,028 А Вых. ток - 0,055 А	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	+ 8 мА + 15 мА Вых. ток + 8 мА Вых. ток + 15 мА 50,028 А 100,055 А Выходной ток + 0,028 А Выходной ток + 0,055 А
Нижний диапазон измерения силы тока:	N7951A N7971A	Выходной ток - 0,0035 А Выходной ток - 0,007 А	_____ _____	Выходной ток + 0,0035 А Выходной ток + 0,007 А
Эффект нагрузки постоянной силы тока:	N7951A N7971A	- 3 мА - 6 мА	_____ _____	+ 3 мА + 6 мА
Тесты понижения тока 10 % от номинального значения силы тока: 100 % от номинального значения силы тока:	N7951A N7971A N7951A N7971A	- 5,01 А - 10,019 А - 50,028 А - 100,055 А	_____ _____ _____ _____	- 4,99 А - 9,981 А - 49,972 А - 99,945 А

	N7951A Настройки	N7971A Настройки
Программная установка напряжения и эхосчитывание, мин. напряжение: Программная установка напряжения и эхосчитывание, высокое напряжение: Эффект нагрузки при постоянном напряжении, пульсации и шум при постоянном напряжении: Длительность переходных процессов: Программирование и эхосчитывание силы тока, мин. ток: Программирование и эхосчитывание силы тока, сильный ток: Нижний диапазон измерения силы тока: Эффект нагрузки постоянной силы тока: 10 % от номинального значения силы тока (понижение тока): 100 % от номинального значения силы тока (понижение тока):	Приоритет напряжения: 20 мВ, 50 А Приоритет напряжения: 20 В, 50 А Приоритет напряжения: 20 В, 50 А Приоритет напряжения: 20 В, 25 – 50 А Приоритет тока: 20 В, 0 А Приоритет тока: 20 В, 50 А Приоритет тока: 20 В, 5 А Приоритет тока: 20 В, 50 А Приоритет тока: 20 В, - 5 А Внешний источник питания: 20 В, 5,5 А Приоритет тока: 20 В, - 50 А Внешний источник питания: 20 В, 55 А	Приоритет напряжения: 20 мВ, 100 А Приоритет напряжения: 20 В, 100 А Приоритет напряжения: 20 В, 100 А Приоритет напряжения: 20 В, 50 – 100 А Приоритет тока: 20 В, 0 А Приоритет тока: 20 В, 100 А Приоритет тока: 20 В, 10 А Приоритет тока: 20 В, 100 А Приоритет тока: 20 В, - 10 А Внешний источник питания: 20 В, 11 А Приоритет тока: 20 В, - 100 А Внешний источник питания: 20 В, 110 А

N7952A/N7972A

N7952A/N7972A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание напряжения Минимальное напряжение (вых. напряжение): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса: Наибольшее напряжение (выходное): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса:	Оба Оба Оба Оба	+ 36 мВ Вых. напряжение – 4 мВ 39,984 В Вых. напряжение – 16 мВ	_____ _____ _____ _____	+ 44 мВ Вых. напряжение + 4 мВ 40,016 В Вых. напряжение + 16 мВ
Эффект нагрузки при постоянном напряжении:	Оба	- 1,5 мВ	_____	+ 1,5 мВ
Пульсации и шум постоянного напряжения полный размах: среднеквадратичное значение:	Оба Оба	- -	_____ _____	+ 9 мВ + 1 мВ
Переходная характеристика при 100 мкс:	Оба	- 100 мВ	_____	+ 100 мВ

Формы регистрации результатов проверки

N7952A/N7972A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание силы тока Минимальная сила тока (вых. ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса: Наибольшая сила тока (выходной ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса:	N7952A N7972A N7952A N7972A N7952A N7972A N7952A N7972A	- 4 мА - 8 мА Вых. ток - 4 мА Вых. ток - 8 мА 24,986 А 49,972 А Вых. ток - 0,014 А Вых. ток - 0,028 А	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	+ 4 мА + 8 мА Вых. ток + 4 мА Вых. ток + 8 мА 25,014 А 50,028 А Вых. ток + 0,014 А Вых. ток + 0,028 А
Нижний диапазон измерения силы тока:	N7952A N7972A	Вых. ток - 0,0019 А Вых. ток - 0,0037 А	_____	Вых. ток + 0,0019 А Вых. ток + 0,0037 А
Эффект нагрузки постоянной силы тока:	N7952A N7972A	- 1 мА - 1,5 мА	_____	+ 1 мА + 1,5 мА
Тесты понижения тока 10 % от номинального значения силы тока: 100 % от номинального значения силы тока:	N7952A N7972A N7952A N7972A	- 2,505 А - 5,01 А - 25,014 А - 50,028 А	_____ _____ _____ _____	- 2,495 А - 4,99 А - 24,986 А - 49,972 А

	N7952A Настройки	N7972A Настройки
Программная установка напряжения и эхосчитывание, мин. напряжение: Программная установка напряжения и эхосчитывание, высокое напряжение: Эффект нагрузки при постоянном напряжении, пульсации и шум при постоянном напряжении: Длительность переходных процессов: Программирование и эхосчитывание силы тока, мин. ток: Программирование и эхосчитывание силы тока, сильный ток: Нижний диапазон измерения силы тока: Эффект нагрузки постоянной силы тока: 10 % от номинального значения силы тока (понижение тока): 100 % от номинального значения силы тока (понижение тока):	Приоритет напряжения: 40 мВ, 25 А Приоритет напряжения: 40 В, 25 А Приоритет напряжения: 40 В, 25 А Приоритет напряжения: 40 В, 12,5 – 25 А Приоритет тока: 40 В, 0 А Приоритет тока: 40 В, 25 А Приоритет тока: 40 В, 2,5 А Приоритет тока: 40 В, 25 А Приоритет тока: 40 В, - 2,5 А Внешний источник питания: 40 В, 2,75 А Приоритет тока: 40 В, - 25 А Внешний источник питания: 40 В, 27,5 А	Приоритет напряжения: 40 мВ, 50 А Приоритет напряжения: 40 В, 50 А Приоритет напряжения: 40 В, 50 А Приоритет напряжения: 40 В, 25 – 50 А Приоритет тока: 40 В, 0 А Приоритет тока: 40 В, 50 А Приоритет тока: 40 В, 5 А Приоритет тока: 40 В, 50 А Приоритет тока: 40 В, - 5 А Внешний источник питания: 40 В, 5,5 А Приоритет тока: 40 В, - 50 А Внешний источник питания: 40 В, 55 А

N7953A/N7973A

N7953A/N7973A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание напряжения Минимальное напряжение (вых. напряжение): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса: Наибольшее напряжение (выходное): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса:	Оба Оба Оба Оба	+ 54 мВ Вых. напряжение – 6 мВ 59,976 В Вых. напряжение – 24 мВ	_____ _____ _____ _____	+ 66 мВ Вых. напряжение + 6 мВ 60,024 В Вых. напряжение + 24 мВ
Эффект нагрузки при постоянном напряжении:	Оба	– 2 мВ	_____	+ 2 мВ
Пульсации и шум постоянного напряжения полный размах: среднеквадратичное значение:	Оба Оба	– –	_____ _____	+ 9 мВ + 1 мВ
Переходная характеристика при 100 мкс:	Оба	– 150 мВ	_____	+ 150 мВ

Формы регистрации результатов проверки

N7953A/N7973A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание силы тока Минимальная сила тока (вых. ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса: Наибольшая сила тока (выходной ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса:	N7953A N7973A N7953A N7973A N7953A N7973A N7953A N7973A	- 2,5 мА - 5 мА Вых. ток - 2,5 мА Вых. ток - 5 мА 16,6908 А 33,2817 А Вых. ток - 0,0092 А Вых. ток - 0,0183 А	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	+ 2,5 мА + 5 мА Вых. ток + 2,5 мА Вых. ток + 5 мА 16,7092 А 33,3183 А Вых. ток + 0,0092 А Вых. ток + 0,0183 А
Нижний диапазон измерения силы тока:	N7953A N7973A	Вых. ток - 0,0011 А Вых. ток - 0,0023 А	_____	Вых. ток + 0,0011 А Вых. ток + 0,0023 А
Эффект нагрузки постоянной силы тока:	N7953A N7973A	- 1 мА - 1,5 мА	_____	+ 1 мА + 1,5 мА
Тесты понижения тока 10 % от номинального значения силы тока: 100 % от номинального значения силы тока:	N7953A N7973A N7953A N7973A	- 1,6732 А - 3,3363 А - 16,7092 А - 33,3183 А	_____ _____ _____ _____	- 1,6668 А - 3,3237 А - 16,6908 А - 33,2817 А

	N7953A Настройки	N7973A Настройки
Программная установка напряжения и эхосчитывание, мин. напряжение: Программная установка напряжения и эхосчитывание, высокое напряжение: Эффект нагрузки при постоянном напряжении, пульсации и шум при постоянном напряжении: Длительность переходных процессов: Программирование и эхосчитывание силы тока, мин. ток: Программирование и эхосчитывание силы тока, сильный ток: Нижний диапазон измерения силы тока: Эффект нагрузки постоянной силы тока: 10 % от номинального значения силы тока (понижение тока): 100 % от номинального значения силы тока (понижение тока):	Приоритет напряжения: 60 мВ, 16,7 А Приоритет напряжения: 60 В, 16,7 А Приоритет напряжения: 60 В, 16,7 А Приоритет напряжения: 60 В, 8,35 – 16,7 А Приоритет тока: 60 В, 0 А Приоритет тока: 60 В, 16,7 А Приоритет тока: 60 В, 1,67 А Приоритет тока: 60 В, 16,7 А Приоритет тока: 60 В, - 1,67 А Внешний источник питания: 60 В, 1,837 А Приоритет тока: 60 В, - 16,7 А Внешний источник питания: 60 В, 18,37 А	Приоритет напряжения: 60 мВ, 33,3 А Приоритет напряжения: 60 В, 33,3 А Приоритет напряжения: 60 В, 33,3 А Приоритет напряжения: 60 В, 16,7 – 33,3 А Приоритет тока: 60 В, 0 А Приоритет тока: 60 В, 33,3 А Приоритет тока: 60 В, 3,33 А Приоритет тока: 60 В, 33,3 А Приоритет тока: 60 В, - 3,33 А Внешний источник питания: 60 В, 3,66 А Приоритет тока: 60 В, - 33,3 А Внешний источник питания: 60 В, 36,6 А

N7954A/N7974A

N7954A/N7974A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание напряжения Минимальное напряжение (вых. напряжение): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса: Наибольшее напряжение (выходное): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса:	Оба Оба Оба Оба	+ 72 мВ Вых. напряжение – 8 мВ 79,968 В Вых. напряжение – 32 мВ	_____ _____ _____ _____	+ 88 мВ Вых. напряжение + 8 мВ 80,032 В Вых. напряжение + 32 мВ
Эффект нагрузки при постоянном напряжении:	Оба	- 2 мВ	_____	+ 2 мВ
Пульсации и шум постоянного напряжения полный размах: среднеквадратичное значение:	Оба Оба	- -	_____ _____	+ 9 мВ + 1 мВ
Переходная характеристика при 100 мкс:	Оба	- 200 мВ	_____	+ 200 мВ

Формы регистрации результатов проверки

N7954A/N7974A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание силы тока Минимальная сила тока (вых. ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса: Наибольшая сила тока (выходной ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса:	N7954A N7974A N7954A N7974A N7954A N7974A N7954A N7974A	- 2 мА - 4 мА Вых. ток - 2 мА Вых. ток - 4 мА 12,493 А 24,986 А Вых. ток - 0,007 А Вых. ток - 0,014 А	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	+ 2 мВ + 4 мА Вых. ток + 2 мА Вых. ток + 4 мА 12,507 А 25,014 А Вых. ток + 0,007 А Вых. ток + 0,014 А
Нижний диапазон измерения силы тока:	N7954A N7974A	Вых. ток - 0,000875 А Вых. ток - 0,0018 А	_____ _____	Вых. ток + 0,000875 А Вых. ток + 0,0018 А
Эффект нагрузки постоянной силы тока:	N7954A N7974A	- 0,8 мА - 1,5 мА	_____ _____	+ 0,8 мА + 1,5 мА
Тесты понижения тока 10 % от номинального значения силы тока: 100 % от номинального значения силы тока:	N7954A N7974A N7954A N7974A	- 1,2525 А - 2,505 А - 12,507 А - 25,014 А	_____ _____ _____ _____	- 1,2475 А - 2,495 А - 12,493 А - 24,986 А

	N7954A Настройки	N7974A Настройки
Программная установка напряжения и эхосчитывание, мин. напряжение: Программная установка напряжения и эхосчитывание, высокое напряжение: Эффект нагрузки при постоянном напряжении, пульсации и шум при постоянном напряжении: Длительность переходных процессов: Программирование и эхосчитывание силы тока, мин. ток: Программирование и эхосчитывание силы тока, сильный ток: Нижний диапазон измерения силы тока: Эффект нагрузки постоянной силы тока: 10 % от номинального значения силы тока (понижение тока): 100 % от номинального значения силы тока (понижение тока):	Приоритет напряжения: 80 мВ, 12,5 А Приоритет напряжения: 80 В, 12,5 А Приоритет напряжения: 80 В, 12,5 А Приоритет напряжения: 80 В, 6,25 – 12,5 А Приоритет тока: 80 В, 0 А Приоритет тока: 80 В, 12,5 А Приоритет тока: 80 В, 1,25 А Приоритет тока: 80 В, 12,5 А Приоритет тока: 80 В, - 1,25 А Внешний источник питания: 80 В, 1,375 А Приоритет тока: 80 В, - 12,5 А Внешний источник питания: 80 В, 13,75 А	Приоритет напряжения: 80 мВ, 25 А Приоритет напряжения: 80 В, 25 А Приоритет напряжения: 80 В, 25 А Приоритет напряжения: 80 В, 12,5 – 25 А Приоритет тока: 80 В, 0 А Приоритет тока: 80 В, 25 А Приоритет тока: 80 В, 2,5 А Приоритет тока: 80 В, 25 А Приоритет тока: 80 В, - 2,5 А Внешний источник питания: 80 В, 2,75 А Приоритет тока: 80 В, - 25 А Внешний источник питания: 80 В, 27,5 А

N6976A

N6976A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание напряжения Минимальное напряжение (вых. напряжение): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса: Наибольшее напряжение (выходное): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса:		+ 103 мВ Вых. напряжение – 17 мВ 119,947 В Вых. напряжение – 53 мВ	_____ _____ _____ _____	+ 137 мВ Вых. напряжение + 17 мВ 120,053 В Вых. напряжение + 53 мВ
Эффект нагрузки при постоянном напряжении:		- 4 мВ	_____	+ 4 мВ
Пульсации и шум постоянного напряжения полный размах: среднеквадратичное значение:		- -	_____ _____	+ 9 мВ + 1 мВ
Переходная характеристика при 100 мкс:		- 300 мВ	_____	+ 300 мВ

Формы регистрации результатов проверки

N6976A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание силы тока Минимальная сила тока (вых. ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса: Наибольшая сила тока (выходной ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса:		- 5 мА Вых. ток - 5 мА 16,6783 А Вых. ток - 0,0217 А	_____ _____ _____ _____	+ 5 мА Вых. ток + 5 мА 16,7217 А Вых. ток + 0,0217 А
Эффект нагрузки постоянной силы тока:		- 1 мА	_____	+ 1 мА
Тесты понижения тока 10 % от номинального значения силы тока: 100 % от номинального значения силы тока:		- 1,6767 А - 16,7217 А	_____ _____	- 1,6633 А - 16,6783 А

N6976A Настройки	
Программная установка напряжения и эхосчитывание, мин. напряжение: Программная установка напряжения и эхосчитывание, высокое напряжение: Эффект нагрузки при постоянном напряжении, Пульсации и шум при постоянном напряжении: Длительность переходных процессов: Программирование и эхосчитывание силы тока, минимальный ток: Программирование и эхосчитывание силы тока, сильный ток: Эффект нагрузки постоянной силы тока: 10 % от номинального значения силы тока (понижение тока): 100 % от номинального значения силы тока (понижение тока):	Приоритет напряжения: 120 мВ, 16,7 А Приоритет напряжения: 120 В, 16,7 А Приоритет напряжения: 120 В, 16,7 А Приоритет напряжения: 120 В, 8,35 - 16,7 А Приоритет тока: 120 В, 0 А Приоритет тока: 120 В, 16,7 А Приоритет тока: 120 В, 16,7 А Приоритет тока: 120 В, - 1,67 А Внешний источник питания: 120 В, 1,837 А Приоритет тока: 120 В, - 16,7 А Внешний источник питания: 120 В, 18,37 А

N6977A

N6977A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание напряжения Минимальное напряжение (вых. напряжение): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса: Наибольшее напряжение (выходное): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса:		+ 136 мВ Вых. напряжение - 24 мВ 159,928 В Вых. напряжение - 72 мВ	_____ _____ _____ _____	+ 184 мВ Вых. напряжение + 24 мВ 160,072 В Вых. напряжение + 72 мВ
Эффект нагрузки при постоянном напряжении:		- 4 мВ	_____	+ 4 мВ
Пульсации и шум постоянного напряжения полный размах: среднеквадратичное значение:		- -	_____ _____	+ 9 мВ + 1 мВ
Переходная характеристика при 100 мкс:		- 400 мВ	_____	+ 400 мВ
Программирование и эхосчитывание силы тока Минимальная сила тока (вых. ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса: Наибольшая сила тока (выходной ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса:		- 4 мА Вых. ток - 4 мА 12,4835 А Вых. ток - 0,0165 А	_____ _____ _____ _____	+ 4 мА Вых. ток + 4 мА 12,5165 А Вых. ток + 0,0165 А
Эффект нагрузки постоянной силы тока:		- 0,8 мА	_____	+ 0,8 мА
Тесты понижения тока 10 % от номинального значения силы тока: 100 % от номинального значения силы тока:		- 1,2553 А - 12,5165 А	_____ _____	- 1,2448 А - 12,4835 А

Формы регистрации результатов проверки

N6977A Настройки	
<p>Программная установка напряжения и эхосчитывание, мин. напряжение: Программная установка напряжения и эхосчитывание, высокое напряжение: Эффект нагрузки при постоянном напряжении, Пульсации и шум при постоянном напряжении: Длительность переходных процессов: Программирование и эхосчитывание силы тока, минимальный ток: Программирование и эхосчитывание силы тока, сильный ток: Эффект нагрузки постоянной силы тока: 10 % от номинального значения силы тока (понижение тока):</p> <p>100 % от номинального значения силы тока (понижение тока):</p>	<p>Приоритет напряжения: 160 мВ, 12,5 А Приоритет напряжения: 160 В, 12,5 А Приоритет напряжения: 160 В, 12,5 А Приоритет напряжения: 160 В, 6,25 – 12,5 А</p> <p>Приоритет тока: 160 В, 0 А Приоритет тока: 160 В, 12,5 А Приоритет тока: 160 В, 12,5 А Приоритет тока: 160 В, - 1,25 А Внешний источник питания: 160 В, 1,375 А Приоритет тока: 160 В, - 12,5 А Внешний источник питания: 160 В, 13,75 А</p>

N7976A

N7976A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
<p>Программирование и эхосчитывание напряжения Минимальное напряжение (вых. напряжение): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса: Наибольшее напряжение (выходное): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса:</p>		<p>+ 109 мВ Вых. напряжение – 11 мВ 119,953 В Вых. напряжение – 47 мВ</p>	<p>_____ _____ _____ _____</p>	<p>+ 131 мВ Вых. напряжение + 11 мВ 120,047 В Вых. напряжение + 47 мВ</p>
<p>Эффект нагрузки при постоянном напряжении:</p>		<p>– 4 мВ</p>	<p>_____</p>	<p>+ 4 мВ</p>
<p>Пульсации и шум постоянного напряжения полный размах: среднеквадратичное значение:</p>		<p>– –</p>	<p>_____ _____</p>	<p>+ 9 мВ + 1 мВ</p>
<p>Переходная характеристика при 100 мкс:</p>		<p>– 300 мВ</p>	<p>_____</p>	<p>+ 300 мВ</p>

N7976A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание силы тока Минимальная сила тока (вых. ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса: Наибольшая сила тока (выходной ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса:		- 2,5 мА Вых. ток - 2,5 мА 16,6908 А Вых. ток - 0,0092 А	_____ _____ _____ _____	+ 2,5 мА Вых. ток + 2,5 мА 16,7092 А Вых. ток + 0,0092 А
Нижний диапазон измерения силы тока:		Вых. ток - 1,2 мА	_____	Вых. ток + 1,2 мА
Эффект нагрузки постоянной силы тока:		- 1 мА	_____	+ 1 мА
Тесты понижения тока 10 % от номинального значения силы тока: 100 % от номинального значения силы тока:		- 1,6732 А - 16,7092 А	_____ _____	- 1,6668 А - 16,6908 А

	N7976A Настройки
Программная установка напряжения и эхосчитывание, мин. напряжение: Программная установка напряжения и эхосчитывание, высокое напряжение: Эффект нагрузки при постоянном напряжении, пульсации и шум при постоянном напряжении: Длительность переходных процессов: Программирование и эхосчитывание силы тока, мин. ток: Программирование и эхосчитывание силы тока, сильный ток: Нижний диапазон измерения силы тока: Эффект нагрузки постоянной силы тока: 10 % от номинального значения силы тока (понижение тока): 100 % от номинального значения силы тока (понижение тока):	Приоритет напряжения: 120 мВ, 16,7 А Приоритет напряжения: 120 В, 16,7 А Приоритет напряжения: 120 В, 16,7 А Приоритет напряжения: 120 В, 8,35 - 16,7 А Приоритет тока: 120 В, 0 А Приоритет тока: 120 В, 16,7 А Приоритет тока: 120 В, 1,67 А Приоритет тока: 120 В, 16,7 А Приоритет тока: 120 В, - 1,67 А Внешний источник питания: 120 В, 1,837 А Приоритет тока: 120 В, - 16,7 А Внешний источник питания: 120 В, 18,37 А

N7977A

N7977A Регистрация результатов диагностики	Номер отчета _____		Дата _____	
Описание диагностики	Модель	Минимальные технические характеристики	Результаты	Максимальные технические характеристики
Программирование и эхосчитывание напряжения Минимальное напряжение (вых. напряжение): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса: Наибольшее напряжение (выходное): Напряжение, измеренное с помощью интерфейса:		+ 146 мВ Вых. напряжение - 14 мВ 159,938 В Вых. напряжение - 62 мВ	_____ _____ _____ _____	+ 174 мВ Вых. напряжение + 14 мВ 160,062 В Вых. напряжение + 62 мВ
Эффект нагрузки при постоянном напряжении:		- 4 мВ	_____	+ 4 мВ
Пульсации и шум постоянного напряжения полный размах: среднеквадратичное значение:		- -	_____ _____	+ 9 мВ + 1 мВ
Переходная характеристика при 100 мкс:		- 400 мВ	_____	+ 400 мВ
Программирование и эхосчитывание силы тока Минимальная сила тока (вых. ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса: Наибольшая сила тока (выходной ток): Сила тока, измеренная с помощью интерфейса:		- 2 мА Вых. ток - 2 мА 12,493 А Вых. ток - 0,007 А	_____ _____ _____ _____	+ 2 мА Вых. ток + 2 мА 12,507 А Вых. ток + 0,007 А
Нижний диапазон измерения силы тока:		Вых. ток - 0,875 мА	_____	Вых. ток + 0,875 мА
Эффект нагрузки постоянной силы тока:		- 0,8 мА	_____	+ 0,8 мА
Тесты понижения тока 10 % от номинального значения силы тока: 100 % от номинального значения силы тока:		- 1,2525 А - 12,507 А	_____ _____	- 1,2475 А - 12,493 А

	N6977A Настройки
<p>Программная установка напряжения и эхосчитывание, мин. напряжение: Программная установка напряжения и эхосчитывание, высокое напряжение: Эффект нагрузки при постоянном напряжении, пульсации и шум при постоянном напряжении: Длительность переходных процессов: Программирование и эхосчитывание силы тока, мин. ток: Программирование и эхосчитывание силы тока, сильный ток: Нижний диапазон измерения силы тока: Эффект нагрузки постоянной силы тока: 10 % от номинального значения силы тока (понижение тока): 100 % от номинального значения силы тока (понижение тока):</p>	<p>Приоритет напряжения: 160 мВ, 12,5 А Приоритет напряжения: 160 В, 12,5 А Приоритет напряжения: 160 В, 12,5 А Приоритет напряжения: 160 В, 6,25 – 12,5 А Приоритет тока: 160 В, 0 А Приоритет тока: 160 В, 12,5 А Приоритет тока: 160 В, 1,25 А Приоритет тока: 160 В, 12,5 А Приоритет тока: 160 В, - 1,25 А Внешний источник питания: 160 В, 1,375 А Приоритет тока: 160 В, - 12,5 А Внешний источник питания: 160 В, 13,75 А</p>

Процедура самопроверки

Самопроверка при включении питания

Каждый раз при включении питания прибора выполняется самопроверка. Эта проверка позволяет убедиться, что прибор находится в рабочем состоянии.

Эти проверки позволяют убедиться, что минимальный набор логических систем и систем питания работает правильно. При самопроверке не выполняется включение выходного сигнала или установка какого-либо напряжения выходного сигнала. Прибор находится в **состоянии заводских настроек**.

Самопроверка, запущенная пользователем

Пользователь может запустить самопроверку, которая идентична самопроверке, выполняемой при включении питания.

Лицевая панель	Команда SCPI
Выключите и снова включите питание прибора. Если при выполнении самопроверки произошел сбой, на лицевой панели загорится индикатор ERR. Нажмите клавишу Error, чтобы просмотреть список возникших ошибок.	*TST? Если получено значение 0, самопроверка выполнена успешно. Если получено значение 1, произошел сбой самопроверки. Если произошел сбой самопроверки, выполните запрос SYSTem:ERRor? для просмотра ошибок самопроверки.

Чтобы ознакомиться со списком ошибок, см. раздел **Сообщения об ошибках SCPI**.

Обновление микропрограммы

Примечание

Чтобы узнать, какая версия микропрограммы установлена на приборе, см. раздел **Идентификация прибора**. Убедитесь в том, что на приборе установлена новейшая версия микропрограммы; для этого перейдите на веб-страницу www.keysight.com/find/APSfirmware.

Требуемое программное обеспечение

Чтобы обновить микропрограмму, необходимо загрузить на компьютер два следующих элемента со страницы продукта APS по ссылке, указанной выше для проверки версии микропрограммы.

- Универсальная утилита обновления микропрограммы
- Новейшая версия микропрограммы

Процедура обновления

После копирования обоих элементов на компьютер выполните следующее:

1. Запустите универсальную утилиту обновления микропрограммы
2. Укажите местоположение загруженной микропрограммы. Нажмите Next.
3. Выберите интерфейс, используемый для связи с прибором, и введите адрес или связывающую строку. Нажмите Next.
4. Убедитесь в том, что информация соответствует обновляемому прибору. Нажмите Begin Update.

Утилита обновления обновит микропрограмму, а затем перезапустит прибор.

Ограничение доступа

Обратите внимание, что можно ограничить доступ к прибору с помощью утилиты обновления микропрограммы. Благодаря этому можно предотвратить обновление микропрограммы неавторизованными пользователями.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \Admin \Update</p> <p>Установите флажок Must log in as admin.</p> <p>Затем для того, чтобы утилита обновления выполнила обновление микропрограммы, пользователь должен войти в меню администрирования.</p>	Недоступно

Варианты установки

Примечание

Перед установкой модулей убедитесь в том, что используется новейшая версия микро-программы. Для получения более подробной информации см. раздел [Обновление микро-программы](#).

В диалоговом окне Option можно установить лицензионный ключ для активации модуля на производительной системе питания. Доступны следующие модули:

14585A – программное обеспечение для управления и анализа.

Только для моделей N7900

Это программное обеспечение можно загрузить на компьютер на веб-странице www.keysight.com/find/14585. Если программное обеспечение 14585 уже установлено, убедитесь в том, что установленная версия является самой новой.

Данное программное обеспечение является бесплатным. На веб-сайте доступен временный лицензионный ключ, с помощью которого программное обеспечение 14585A можно использовать на усовершенствованной системе питания в течение 30 дней. По истечении этого периода необходимо приобрести лицензионный ключ для дальнейшего использования программного обеспечения.

Чтобы установить лицензионный ключ, выполните следующие действия:

Лицевая панель	Команда SCPI
Выберите System \Admin \Options Выберите нужный элемент в раскрывающемся списке Option. Введите лицензионный ключ в соответствующее поле.	Недоступно

Получение лицензии

Для получения лицензии необходимо сначала приобрести дополнительный элемент 14575A. После приобретения дополнительного элемента пользователь получит сертификат на право пользования программным обеспечением. После этого можно получить лицензию.

Для получения лицензионного ключа зарегистрируйтесь на веб-сайте <https://software.business.keysight.com/asm> и следуйте указаниям. К ним относятся следующие:

1. Создание учетной записи пользователя (если не имеется).
2. Ввод номера заказа и сертификата (указаны в сертификате на право пользования программным обеспечением).
3. Ввод 10-значного серийного номера основного прибора (находится на задней панели прибора).
4. Выбор лицензии на программное обеспечение для прибора.

После отправки запроса лицензии лицензионный ключ будет отправлен на электронный адрес пользователя. Введите ключ доступа в поле Key в диалоговом окне Options, показанном выше.

Сброс пользовательских данных и установок

Примечание Эту процедуру не рекомендуется использовать в обычной работе, поскольку возможна непредусмотренная пользователем утеря данных.

В ходе этой процедуры удаляются все пользовательские данные кроме данных «черного ящика». Все нулевые значения записываются на флеш-память, а затем выполняется полное удаление данных на микросхеме в соответствии со спецификациями прибора, предусмотренными производителем. Идентификационные данные, например микропрограмма прибора, номер модели, серийный номер, MAC-адрес и данные калибровки, не удаляются. После удаления данных выполняется перезапуск прибора.

Если не удастся войти в меню администрирования, возможно, доступ к нему ограничен с помощью пароля.

Лицевая панель	Команда SCPI
<p>Выберите System \Admin \Sanitize</p> <p>Выберите Sanitize.</p> <p>При выборе Sanitize все пользовательские данные на приборе будут удалены, будет выключено и снова включено питание прибора.</p>	<p>SYST:SEC:IMM</p>

Удаление пользовательских данных модуля «Черный ящик»

С помощью команды **System \Admin \Sanitize** можно удалить журнал и файлы снимков BBR, однако накопитель «черного ящика» не очищается.

Чтобы удалить данные на накопителе «черного ящика» N7908A, необходимо извлечь плату прибора и уничтожить ее (см. раздел **Черный ящик**).

После извлечения платы BBR с прибора удалите модуль BBR из списка модулей прибора с помощью меню лицевой панели **System \BBR \Status**.

Переключатели калибровки

ОСТОРОЖНО

РИСК ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ Только квалифицированный, обученный обслуживанию персонал, предупрежденный о возможной опасности, может снимать крышки прибора. Перед снятием крышки всегда следует отключать кабель питания и все внешние цепи. Некоторые цепи остаются активными и в течение короткого промежутка времени в них остается электропитание, даже когда выключатель питания находится в положении выключения.

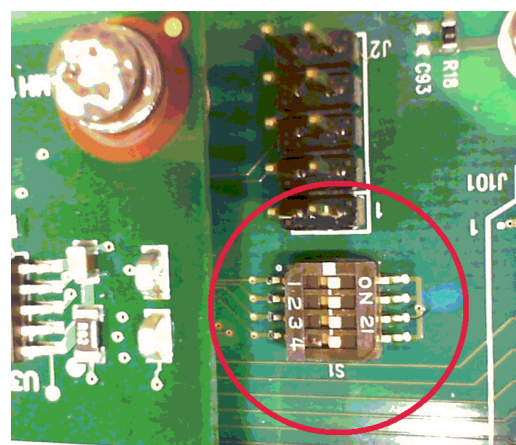
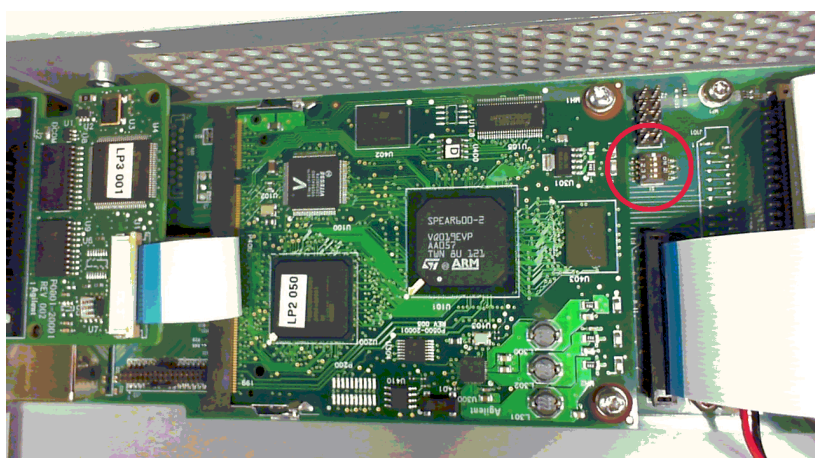
С помощью двух выключателей можно управлять доступом к командам калибровки. Переключатели расположены на интерфейсной плате, для доступа к ним снимите верхнюю крышку. Для доступа к переключателям калибровки:

Доступ к переключателю калибровки

1. Снимите крышку прибора, как описано в разделе [Разборка прибора](#).
2. Переключатель калибровки расположен на интерфейсной плате рядом с плоским кабелем. Чтобы изменить положение переключателя калибровки, используйте небольшую отвертку, чтобы повернуть переключатель. По умолчанию на заводе-изготовителе переключатели устанавливаются в положение ON (см. ниже).
3. После выполнения процедуры установите верхнюю крышку.

ВНИМАНИЕ

Не используйте карандаш для изменения положения переключателя. Частицы графита, попадающие на переключатели, проводят электрический ток.



Функции переключателей

С помощью переключателя 1 и 2 можно выполнить конфигурацию калибровки, как описано ниже. Переключатели 3 и 4 не используются.

	Переключатель 1	Переключатель 2	Описание
Нормальный	ON	ON	В это положение переключатель устанавливается на заводе-изготовителе. Для получения доступа к функциям калибровки необходимо ввести цифровой пароль. По умолчанию для пароля установлено нулевое значение (0).
Очистка Пароль	OFF	ON	При первом включении питания прибора пароль администрирования/калибровки сбрасывается на ноль. Используйте эту функцию в случае утери пароля.
Запрет Калибровка	ON	OFF	Все команды калибровки выключены. Эта функция необходима в случаях, когда доступ ограничен с помощью уплотнения.

Замена батареи

ОСТОРОЖНО

РИСК ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ Только квалифицированный, обученный обслуживанию персонал, предупрежденный о возможной опасности, может снимать крышки прибора. Перед снятием крышки всегда следует отключать кабель питания и все внешние цепи. Некоторые цепи остаются активными и в течение короткого промежутка времени в них остается электропитание, даже когда выключатель питания находится в положении выключения.

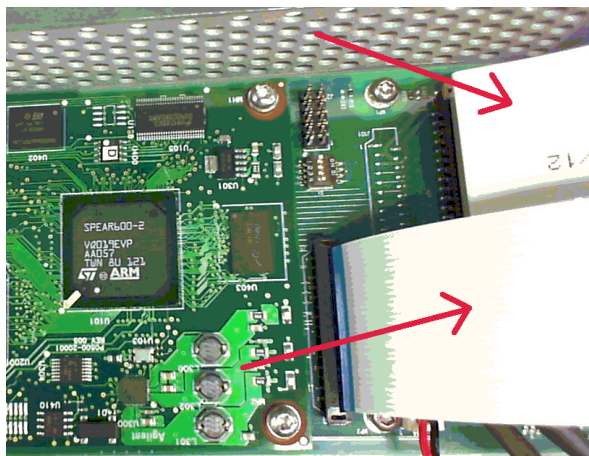
От внутренней батареи подается питание на часы реального времени. Основным назначением часов является создание временных меток во внутренней файловой системе. Если происходит сбой в работе батареи, часы и функция создания временных меток будут недоступны. На работу других функций это не повлияет.

При использовании в обычном режиме при комнатной температуре предполагаемый срок службы литиевой батареи составляет от семи до десяти лет. Обратите внимание, что срок службы батареи уменьшится, если прибор хранится в течение длительного периода при температуре выше 40 градусов Цельсия.

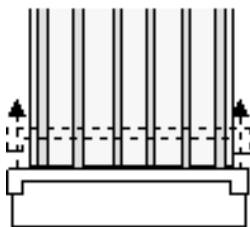
Номер батареи по каталогу – Panasonic CR 2032.

Установка прибора

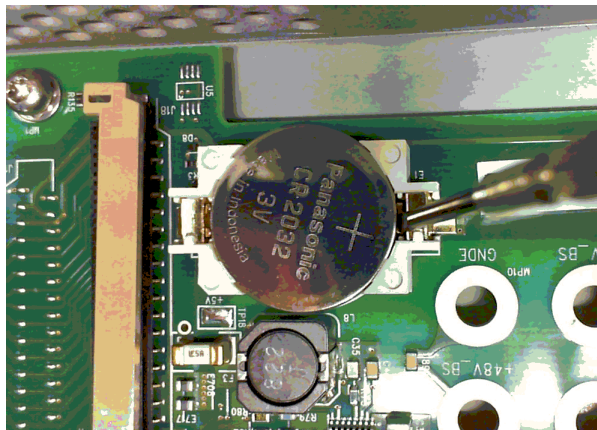
1. Снимите крышку прибора, как описано в разделе [Разборка прибора](#).
2. Батарея расположена рядом с переключателями калибровки под двумя плоскими кабелями.



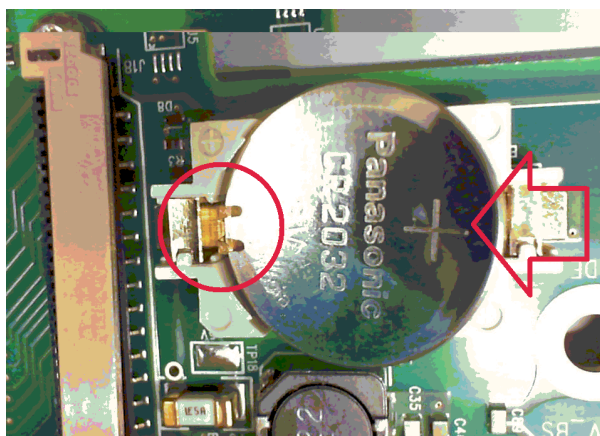
3. Для доступа к батарее отсоедините плоские кабели, подняв вверх крепежную лапку.



- С помощью плоской отвертки аккуратно подденьте батарею со стороны, *противоположной* разъему для плоского кабеля



- Установите новую батарею. Убедитесь в том, что положительная сторона батареи (+) расположена вверх. Поместите батарею *под* небольшой пружинный зажим, расположенный непосредственно рядом с разъемом для плоского кабеля, затем нажмите на противоположный край батареи, чтобы зафиксировать батарею на месте (см. красную стрелку внизу). После фиксации батареи должна быть видна верхняя часть небольшого пружинного зажима (см. красный кружок внизу).



- Снова подсоедините плоские кабели, вставив их в разъемы до упора и опустив крепежную лапку, чтобы зафиксировать кабели.
- После выполнения процедуры установите верхнюю крышку.
- Выполните сброс даты и времени (см. раздел [Настройка часов](#)).

Примечание Утилизацию старой батареи необходимо выполнять в соответствии с местными законами и нормами.

Разборка прибора

ОСТОРОЖНО

РИСК ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ Только квалифицированный, обученный обслуживанию персонал, предупрежденный о возможной опасности, может снимать крышки прибора. Перед снятием крышки всегда следует отключать кабель питания и все внешние цепи. Некоторые цепи остаются активными и в течение короткого промежутка времени в них остается электропитание, даже когда выключатель питания находится в положении выключения.

Правила техники безопасности во избежание электростатического разряда

Почти все электрические компоненты могут быть повреждены при воздействии разряда статического электричества во время обслуживания. Повреждение компонента возможно при уровне электростатического разряда всего 50 В.

Следующие инструкции помогут предотвратить повреждение прибора разрядом статического электричества во время его обслуживания.

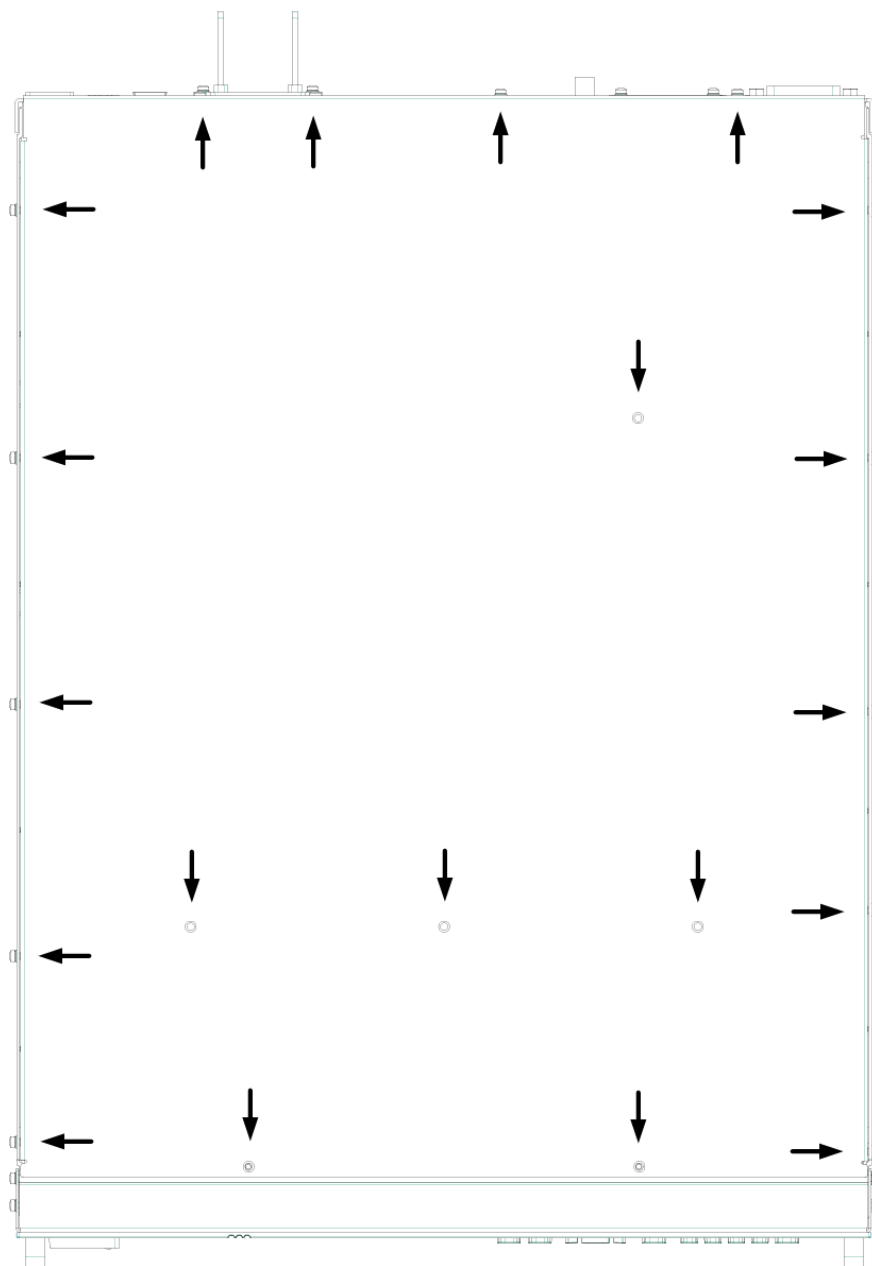
- Разбирайте приборы только в рабочей области, свободной от статического электричества.
- Рабочая область должна быть выполнена из электропроводящего материала, чтобы снизить силу электростатических разрядов.
- Используйте антистатический браслет, чтобы снизить накопление электростатического заряда.
- Сократите время обслуживания.
- Храните детали для замены в оригинальных антистатических упаковках.
- Удалите из рабочей области все пластиковые, виниловые, бумажные материалы, пеноматериалы и другие материалы, генерирующие статическое электричество.

Необходимые инструменты

- Звездообразная отвертка T10 (для снятия крышки)
- Небольшая плоская отвертка

Общая процедура демонтажа

1. Выключите питание. Отсоедините от прибора все кабели.
2. Извлеките 6 винтов с плоской головкой, расположенных на верхней панели, и 14 винтов с потайной головкой, расположенных на боковых панелях (см. рисунок ниже). Положите винты в контейнер, чтобы не потерять их.
3. Снимите крышку прибора.



Винты для крышки