



www.keithley.com

Калибраторы-измерители напряжения и силы тока Keithley серии 2600В

КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ
2600BS-901-01/R, март 2014



A GREATER MEASURE OF CONFIDENCE

Keithley Instruments, Inc.

Corporate Headquarters • 28775 Aurora Road • Cleveland, Ohio 44139

440-248-0400 • Fax: 440-248-6168 • 1-888-KEITHLEY (1-888-534-8453) • www.keithley.com

Приведенные ниже меры безопасности необходимо соблюдать при использовании любого изделия или какого-либо сопутствующего оборудования. Несмотря на то, что некоторые приборы и принадлежности при нормальных условиях эксплуатируются с использованием неопасных напряжений, возможны ситуации, в которых их эксплуатация может представлять опасность.

Данное изделие предназначено для использования квалифицированными специалистами, которые осведомлены об опасности получения удара током и обучены правилам техники безопасности, позволяющим избежать получения травм. Перед началом использования изделия внимательно изучите всю информацию по установке, эксплуатации и техническому обслуживанию. Технические характеристики изделия в полном объеме приведены в руководстве пользователя.

Использование изделия не по назначению может стать причиной снижения качества защиты, гарантируемой производителем.

Различаются следующие группы пользователей изделия:

Ответственное лицо – это лицо или группа лиц, ответственных за использование и обслуживание оборудования, обеспечение работы оборудования в рамках его технических возможностей и соблюдение эксплуатационных ограничений, а также обеспечение должного уровня подготовки операторов.

Операторы – лица, использующие данное изделие по его назначению. Операторы должны пройти обучение правилам электрической безопасности и эксплуатации данного прибора. Необходимо обеспечить защиту операторов от получения ударов током и контакта с цепями под напряжением.

Технический персонал выполняет регламентные процедуры для обеспечения функционирования изделия на должном уровне, например, настройку сетевого напряжения или замену расходных материалов. Процедуры технического обслуживания приведены в эксплуатационной документации. В описании процедур явным образом указывается, допускается ли их выполнение оператором. В противном случае они должны выполняться только силами обслуживающего персонала.

Обслуживающий персонал проходит подготовку для работы с цепями под напряжением, выполнения безопасных подключений и ремонта изделий. К выполнению процедур по установке и обслуживанию допускаются только специалисты, успешно прошедшие необходимую подготовку.

Изделия компании Keithley Instruments разработаны для использования с электрическими сигналами, используемыми для измерения, управления и ввода/вывода данных, с низким уровнем переходного напряжения, и не могут быть напрямую подключены к источнику сетевого напряжения или к источникам напряжения с высокими переходными перенапряжениями. Подключения категории II (как указано в IEC 60664) требуют наличия защиты от высоких переходных перенапряжений, часто имеющих место при подключении к местной сети переменного питания. Некоторые измерительные приборы Keithley допускают подключение к сети. Данные приборы имеют маркировку категории II и выше.

В случае опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать чрезвычайную осторожность. На гнездовых разъемах кабелей или испытательных приспособлений возможно присутствие опасного для жизни напряжения. Согласно классификации Американского национального института стандартов опасность поражения электрическим током существует при работе с напряжениями выше 30 В (среднеквадратичное значение), 42 В (пиковое) или 60 В постоянного тока. Рекомендуется считать, что опасное напряжение присутствует в любой неизвестной сети до выполнения измерения.

Подключение приборов к сети допускается только при условии, что такая возможность указана явным образом в спецификациях, эксплуатационной документации и на маркировке прибора.

Необходимо обеспечить постоянную защиту операторов от возможности получения удара электрическим током. Ответственные лица обязаны следить за тем, чтобы операторы не имели доступа и/или были изолированы от всех точек подключения. В некоторых случаях подключения должны находиться в прямом доступе. При таких обстоятельствах необходимо обучить операторов правилам защиты от возможного получения удара электрическим током. Если в цепи возможно присутствие напряжения 1000 В или выше, то никакие проводящие части подобной цепи не могут находиться в прямом доступе.

Запрещается подключать коммутационные платы непосредственно к цепям, в которых присутствует неограниченная мощность. Они предназначены для использования с источниками с ограниченным сопротивлением. ЗАПРЕЩАЕТСЯ подключать коммутационные платы непосредственно к сети переменного тока. Подключение источников к коммутационным платам необходимо проводить с установкой защитных устройств для ограничения поступления тока КЗ и напряжения к плате.

Перед началом работы с прибором убедитесь, что сетевой шнур подключен к должным образом заземленной розетке. Перед каждым сеансом работы с прибором следует проводить осмотр соединительных кабелей, тестовых выводов, перемычек на наличие износа, трещин или разрывов.

В случае установки оборудования с ограниченным доступом к шнуру сетевого питания, например, в стойки, необходимо обеспечить наличие отдельного устройства для отключения питания вблизи оборудования и в легкодоступном месте для оператора.

Для обеспечения максимального уровня безопасности запрещается прикасаться к изделию, тестовым кабелям или иным компонентам при наличии питающего напряжения в тестируемой цепи. ВСЕГДА снимайте напряжение со всей тестовой системы и разряжайте конденсаторы перед подключением или отключением кабелей или перемычек, установкой или снятием коммутационных плат или выполнением внутренних изменений, например, установкой или снятием перемычек.

Не прикасайтесь к каким-либо объектам, которые соединены по току с общей стороной тестируемой цепи или заземлением питающей сети. Выполняйте измерения только сухими руками и на сухой, заизолированной поверхности, способной выдержать измеряемое напряжение.


Прибор и принадлежности должны использоваться только в соответствии с их спецификациями и эксплуатационными инструкциями. В противном случае возможно снижение степени безопасности эксплуатации оборудования.


Запрещается превышать максимальные значения уровня сигнала, допустимые для данных приборов и принадлежностей, как указано в спецификациях и руководствах по эксплуатации, а также отмечено маркировкой на корпусе прибора или тестовых приспособлениях или коммутационных платах.


При наличии предохранителей их замену следует осуществлять на предохранители того же типа и номинала, чтобы избежать возможности возгорания.


Подключения к корпусу разрешается использовать только в качестве экранирования для измерительных цепей, а не в качестве заземления.

При использовании испытательного стенда необходимо держать крышку закрытой во время подачи мощности на тестируемое устройство. Для обеспечения безопасной эксплуатации требуется использование блокировочного устройства.


При наличии винта, обозначенного знаком , необходимо подключить его к системе заземления, следуя рекомендациям в эксплуатационной документации.

Символ  на приборе указывает на необходимость внимательного обращения в связи с возможной опасностью. Пользователю следует обращаться к эксплуатационной документации во всех случаях использования данного символа на приборе.

Символ  на приборе указывает на необходимость внимательного обращения в связи с возможностью получения удара электрическим током. Соблюдайте стандартные правила техники безопасности, чтобы избежать контакта с участками, где присутствуют данные опасные напряжения.

Символ  на приборе указывает на возможность повышения температуры отмеченного участка. Не прикасайтесь к подобным участкам во избежание ожогов.

Символ  используется для маркировки клеммы для подключения к корпусу оборудования.

Символ  на изделии обозначает, что при производстве экрана использовалась ртуть. Обратите внимание, что утилизация подобных экранов должна проводиться в соответствии с федеральными, областными и местными нормами.

Заголовок **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ** в эксплуатационной документации предвещает описание опасностей, которые могут привести к травме или смерти. Всегда внимательно изучайте подобную информацию перед выполнением соответствующей процедуры.

Заголовок **ОСТОРОЖНО** в эксплуатационной документации предвещает описание опасностей, которые могут привести к повреждению прибора. Подобные повреждения могут аннулировать гарантийные обязательства производителя.

Запрещается подключать приборы и принадлежности к человеку.

Перед выполнением любых действий по техническому обслуживанию необходимо отключить сетевой шнур и все тестовые кабели.

Для поддержания должного уровня защиты от удара электрическим током и возгорания все заменяемые детали в токовых цепях, включая трансформаторы мощности, тестовые выводы и входные разъемы, должны приобретаться в компании Keithley Instruments. Стандартные предохранители, одобренные соответствующими национальными органами сертификации, могут использоваться при условии совпадения номинала и типа. Другие компоненты, не влияющие на качество защиты, могут приобретаться у других поставщиков при условии, что они эквивалентные оригинальным компонентам (обратите внимание, что некоторые запчасти рекомендуется приобретать только в компании Keithley Instruments для поддержания точности и правильного функционирования прибора). Если вы не уверены в возможности использования заменяемой детали, обратитесь за информацией в представительство компании Keithley Instruments.

Очистку прибора следует проводить влажной тканью или мягким чистящим средством на основе воды. Очистку проводить только для внешних частей прибора. Не наносите чистящее средство непосредственно на прибор и не допускайте попадания жидкости внутрь прибора или нахождения жидкости на поверхности прибора. Изделиям, состоящим из печатной платы и не имеющим корпуса (например, плата сбора данных для установки в компьютер), очистка не требуется, если они эксплуатируются в соответствии с инструкциями. В случае загрязнения платы и ухудшения её производительности плату следует вернуть на завод-изготовитель для проведения необходимой очистки/обслуживания.

Меры безопасности указаны в редакции от января 2013г.

Содержание раздела:

Приветствие	1-1
Расширенная гарантия	1-1
Контактная информация	1-1
Информация на компакт-дисках.....	1-2
Возможности и характеристики.....	1-2
Общая информация	1-3

Приветствие

Компания Keithley Instruments благодарит вас за выбор её продукта. Калибраторы-измерители напряжения и силы тока серии 2600В разработаны для использования производителями электронных компонентов и полупроводниковых устройств в качестве приборов, сочетающих возможности источника и измерителя в одном корпусе. Подобное сочетание упрощает процедуру тестирования, поскольку отсутствует необходимость в синхронизации и дополнительных подключениях, которые требуются при схемах с несколькими приборами. Приборы серии 2600В – это высокопроизводительное и экономически эффективное решение с возможностью дальнейшего расширения для выполнения высокоточного тестирования в режиме «воспроизведение - измерение» постоянного напряжения и силы тока, импульсных показателей и низкочастотных значений переменного тока, при этом осуществляется поддержка совместимости на уровне кодов для всех представителей серии 2600В.

Расширенная гарантия

Для многих изделий компания Keithley Instruments предлагает продление гарантийного срока. Эта возможность позволит вам избежать непредусмотренных расходов на обслуживание и продлит действие гарантийных обязательств, при этом стоимость подобной услуги будет в разы меньше стоимости возможного ремонта. Продление гарантийного срока предлагается как для новых, так и уже работающих изделий. За дополнительной информацией обращайтесь в ближайшее представительство компании Keithley Instruments.

Контактная информация

Вы можете получить дополнительную информацию и ответы на вопросы в ближайшем представительстве компании Keithley Instruments или в головном офисе Keithley Instruments по телефону 1-888- KEITHLEY (1-888-534-8453) для звонков из США и Канады (бесплатная линия) или по телефону +1-440-248-0400 для звонков из других стран. Контактные телефоны представительств в других странах см. на сайте компании Keithley Instruments (<http://www.keithley.com>).

По вопросам технического обслуживания и поверки в Российской Федерации обращайтесь в сервисный центр АКТИ-Мастер (телефон +7-495-926-7185, сайт www.actimaster.ru)

Информация на компакт-дисках

В комплект поставки прибора серии 2600B входит два компакт-диска. На компакт-диске Series 2600B Product Information записаны «Quick Start Guide» («Руководство по быстрому старту») и «Reference Manual» («Справочное руководство») в формате PDF.

- **Quick Start Guide:** Содержит указания относительно распаковывания прибора, описание основных подключений и информация о базовых операциях. Если вы работаете с приборами Keithley Instruments впервые, обратитесь к «Руководству по быстрому старту» за информацией о процедуре распаковывания, установки и проверки функционирования прибора.
- **Reference Manual:** Подробно изложены сведения по эксплуатации и обслуживанию прибора, включая справочные данные о командах и описание принципа работы прибора (включая поиск и устранение неисправностей и оптимизацию работы).

Второй компакт-диск содержит программное обеспечение Test Script Builder (шифр Keithley Instruments KTS-850). Используйте данный диск для установки интегрированной среды Test Script Builder. Данное ПО позволяет не только разрабатывать программы тестирования, но и загружать их в прибор. Выполнение программы, загруженной в прибор, отменяет необходимость посылать отдельные команды с главного компьютера в прибор во время выполнения теста,

Возможности и характеристики

Все приборы серии 2600B имеют следующие характеристики:

- Разрешение экрана 4,5, 5,5 или 6,5 разрядов
- Функции измерения сопротивления и мощности
- 4-квadrантная рабочая область как в режиме нагрузки, так и в режиме источника
- Функция проверки контактов (недоступна в моделях 2604B, 2614B и 2634B)
- Высокоемкостный режим для импеданса нагрузки до 50 мкФ
- Качание частоты и генерация импульсов в линейном, логарифмическом и пользовательском режимах
- Фильтры для снижения шума считывания
- Модель запуска поддерживает разнообразные схемы запуска и синхронизации на скоростях аппаратных средств
- Хранение во внутренней памяти до 5 пользовательских схем настроек
- Специализированные буферы для хранения и вызова более 140 000 результатов измерений; возможность создания дополнительных динамических буферов
- Возможность сохранения буферов данных, сценариев тестов и пользовательских настроек на USB-носитель
- Порт цифрового ввода/вывода позволяет использовать приборы серии 2600B для управления другими устройствами (порт цифрового ввода/вывода отсутствует в моделях 2604B, 2614B и 2634B)
- Веб-инструмент для измерения характеристик обеспечивает простой доступ к функциям сбора, качания частоты и генерации импульсов
- Совместимость с LXI® версии 1.4 Core 2011
- Встроенный инструмент обработки сценариев TSP с доступом из любого интерфейса главного компьютера; реагирование на сценарии высокоскоростного тестирования, состоящие из управляющих команд прибора
- Шина аппаратного расширения TSP-Link® позволяет приборам с установленным ПО TSP запускать и взаимодействовать друг с другом; современный инструмент обработки сценариев Test Script Processor (TSP®) обеспечивает параллельное выполнение сценариев по сети TSP-Link (недоступна в моделях 2604B, 2614B и 2634B)
- Поддержка подключений по IEEE-488 (GPIB), RS-232 и Ethernet

Дополнительные функции воспроизведения и измерения

- Модель 2601В/2602В/2604В:
 - Воспроизведение напряжения постоянного тока от 5 мкВ до 40,4 В
 - Воспроизведение силы постоянного тока от 2 пА до 3,03 А
 - Воспроизведение силы импульсного тока до 10 А
 - Измерение силы импульсного тока до 10 А
 - Измерение напряжения постоянного тока от 100 нВ до 40,8 В
 - Измерение силы постоянного тока от 100 фА до 3,06 А

- Модель 2611В/2612В/2614В:
 - Воспроизведение напряжения постоянного тока от 5 мкВ до 202 В
 - Воспроизведение силы постоянного тока от 2 пА до 1,515 А
 - Воспроизведение силы импульсного тока до 10 А
 - Измерение силы импульсного тока до 10 А
 - Измерение напряжения постоянного тока от 100 нВ до 204 В
 - Измерение силы постоянного тока от 100 фА до 1,53 А


- Модель 2634В/2635В/2636В:
 - Воспроизведение напряжения постоянного тока от 5 мкВ до 202В
 - Воспроизведение силы постоянного тока от 20 фА до 1,515 А
 - Воспроизведение силы импульсного тока до 10 А
 - Измерение силы импульсного тока до 10 А
 - Измерение напряжения постоянного тока от 100 нВ до 204 В
 - Измерение силы постоянного тока от 1 аА до 1,53 А (от 1 фА до 1,53 А для модели 2634В)

Общая информация

Отображение серийного номера прибора и номера версии программного обеспечения

Серийный номер прибора отображается на этикетке на задней панели прибора. Также информацию о серийном номере можно получить с помощью нажатия определенных клавиш на передней панели и выбора соответствующих меню.

Процедура отображения серийного номера прибора на экране:

1. Если прибор серии 2600В находится в дистанционном режиме управления, нажмите клавишу **EXIT (LOCAL)** для перевода прибора в локальный режим.
2. Нажмите клавишу **MENU**.
3. С помощью колеса управления  перейдите к позиции меню **SYSTEM-INFO**.
4. Нажмите клавишу **ENTER**. На экране отображается меню SYSTEM INFORMATION.
5. Выберите позицию **SERIAL#**.
6. Нажмите клавишу **ENTER**. На экране отобразится серийный номер прибора серии 2600В.

Общие указания по эксплуатации

Содержание раздела:

Основные условия характеристики	2-1
Общие указания по эксплуатации	Ошибка! Закладка не определена.
Вентиляционные отверстия	2-12
Включение/выключение прибора.....	2-13
Идентификация системы	2-15
Обзор меню.....	2-16
Звуковой сигнал.....	2-23
Режим отображения (Display).....	2-24
Основы работы.....	2-24
Подключение тестируемого устройства.....	2-48

Основные характеристики

В таблице ниже приводятся основные данные по условиям эксплуатации и подключению для приборов серии 2600В:

Категория	Характеристика
Диапазон напряжения питания Модели: 2601В/2602В/2604В	~100 В до ~ 240 В, 50/60 Гц (режим авто), не более 240 ВА
Диапазон напряжения питания Модели: 2611В/2612В/2614В 2634В/2635В/2636В	~100 В до ~ 240 В, 50/60 Гц (режим авто), не более 250 ВА
Разъемы ввода и вывода	См. «Элементы передней и задней панели (на стр. 2-6)
Климатические условия эксплуатации	Эксплуатация только в помещении: Высота: не более 2000 м над уровнем моря Условия эксплуатации: от 0° С до 50° С, относительная влажность 70% при температуре до 35° С. Снижение относительной влажности на 3%/° С, при температуре от 35° С до 50° С Условия хранения: от -25° С до 65° С Переходное напряжение в соответствии с категориями установки I, II и III; для питания от сети минимальной и нормальной категорией является категория II. Степень загрязнения: 1 или 2

Органы управления, индикаторы и разъемы

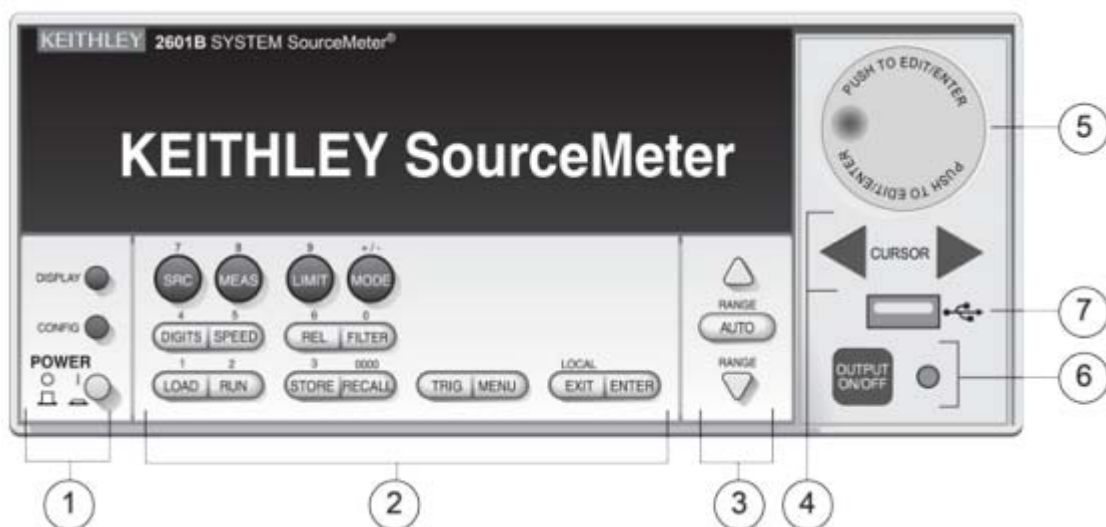
Органы управления моделей серии 2600В, индикаторы и порт USB находятся на передней панели. Подключения к моделям серии 2600В осуществляется с помощью разъемов на задней панели (стр. 2-6).

Передняя панель

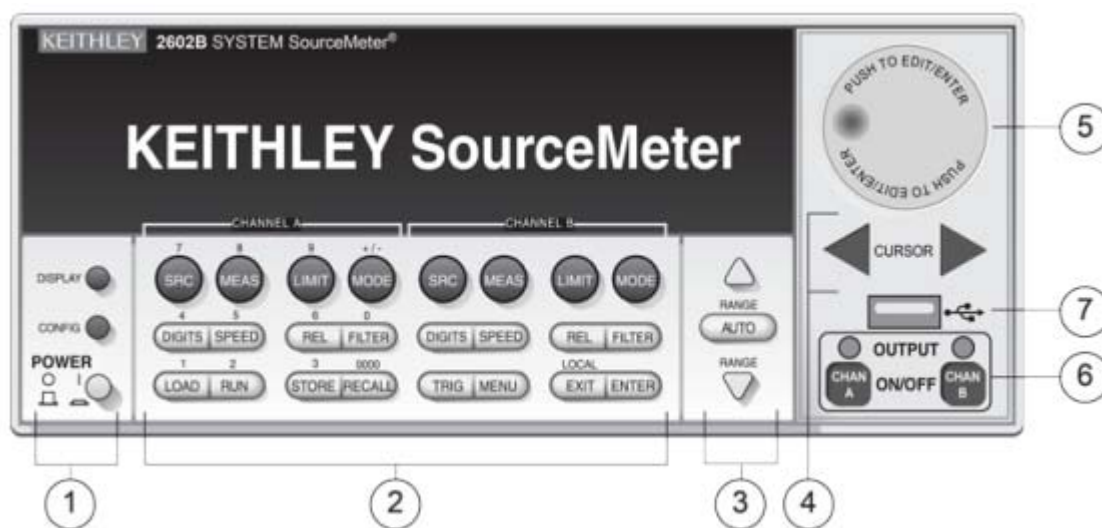
На рисунке ниже показана передняя панель прибора серии 2600В. Описание органов управления на передней панели, порта USB и индикаторов приводится после рисунка.

Рис. 1: Передняя панель (приборы серии 2600В)

Модели 2601В, 2611В и 2635В
(одноканальный калибратор-измеритель)



Модели 2602В, 2612В, 2614В, 2634В и 2636В
(двухканальные калибраторы-измерители)



Специальные клавиши и выключатель питания



Выключатель питания. Перевод выключателя в положение I включает прибор; перевод выключателя в положение O выключает прибор.



Переключение между различными экранами измерителя-калибратора и пользовательским режимом сообщений.



Используется для конфигурирования функции или операции.

2. Настройка, управление работой, специальные задачи, ввод числовых данных

Настройка калибратора-измерителя



- SRC** Выбор функции воспроизведения сигнала («напряжение» или «ток») и установка курсора в поле воспроизведения сигнала для выполнения редактирования
- MEAS** Поочередное отображение функций измерения (V, A, Ω или W)
- LIMIT** Установка курсора в поле ограничения допустимых значений для выполнения редактирования. Также выбор значения ограничения для последующего редактирования (V, A или W).
- MODE** Выбор режима измерителя (тока, напряжения, сопротивления или мощности)

Управление работой



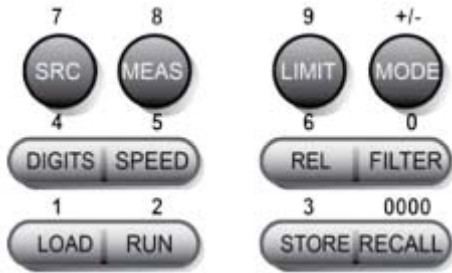
- DIGITS** Поочередное отображение возможных настроек разрешения (4-1/2, 5-1/2 или 6-1/2 знаков)
- SPEED** Настройка скорости измерения (FAST (быстрая), MED (средняя), NORMAL (нормальная), HI-ACCURACY (высокая точность) или OTHER (другое значение)). Скорость и точность измерения устанавливаются посредством управления апертурой измерения.
- REL** Управление относительными измерениями, позволяющее вычлнить из полученного результата измерения опорное значение.
- FILTER** Включение/выключение цифрового фильтра. Фильтр может использоваться для снижения шума считывания.


Специальные операции



- LOAD** Загрузка теста для его выполнения (фабричные (FACTORY), пользовательские (USER) или сценарии (SCRIPTS))
- RUN** Выполнение последних выбранных фабричных или пользовательских тестов.
- STORE** Обращение к буферам и снятие показаний. TAKE_READINGS: используется для снятия показаний и сохранения их в буфере. SAVE: используется для сохранения буфера в энергонезависимую память или на пользовательское устройство (USB1) в формате CSV или XML. Показания включают в себя измерения, величины воспроизводимого сигнала и метки времени, если это указано в настройках.
- RECALL** Вызов информации (DATA (данные) или STATISTICS (статистика)), сохраненной в буфере. «Данные» включают сохраненные показания, а также при соответствующих настройках величины воспроизводимого сигнала и метки времени. «Статистика» включает следующие данные: MEAN (среднее), STD DEV (стандартное отклонение), SAMPLE SIZE (размер выборки), MINIMUM (минимум), MAXIMUM (максимум), PK-PK (от пика до пика).
- TRIG** Запуск процесса снятия показаний.
- MENU** Вход в главное меню (см. стр. 2-17). Главное меню позволяет сделать настройки многих аспектов функционирования прибора.
- EXIT** Отмена выбранного пункта и возврат в предыдущее меню. Также используется в качестве клавиши LOCAL для выхода из режима дистанционного измерения.
- ENTER** Подтверждение выбранного пункта и переход к следующему пункту или выход из меню.

Числовые данные



Во включенном состоянии и в режиме редактирования (EDIT) числовые клавиши (0-9, +/-, 0000) могут использоваться для непосредственного ввода числового значения. Для входа в режим редактирования нажмите колесо управления .

3. Клавиши настройки диапазона



Выбор следующего большего диапазона воспроизводимого сигнала или измерения.

Включение/выключение автоматической установки диапазона воспроизводимого сигнала или измерения.


Выбор следующего меньшего диапазона воспроизводимого сигнала или измерения.

Помимо выбора диапазона клавиши расширения или сужения диапазона служат для изменения формата недиапазонных чисел (например, при редактировании значения ограничения).

4. Клавиши управления курсором



Клавиши управления курсором позволяют перемещать курсор влево или вправо.

Когда курсор находится на нужном символе, нажмите колесо управления  для входа в режим редактирования. Поворот колеса управления позволяет изменить редактируемое значение. После завершения редактирования нажмите колесо управления еще раз.

Для просмотра пунктов меню используйте клавиши управления курсором или колесо управления. Чтобы просмотреть значение меню, используйте клавиши управления курсором для установки курсора в нужное место, а затем нажмите колесо управления, чтобы просмотреть значение или вызвать пункт подменю.

5. Колесо управления



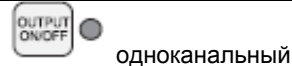
Поворот колеса управления используется для выполнения следующих операций:

- Перемещение курсора влево и вправо (курсор указывает на выбранное значение или пункт)
- При нахождении в режиме редактирования увеличение или уменьшение выбранного значения воспроизводимого сигнала или допустимых значений

Нажатие колеса управления используется для выполнения следующих операций:

- Включение/выключение режима редактирования для выбранного значения воспроизводимого сигнала или допустимых значений
- Открытие меню и пунктов подменю
- Выбор пункта меню или значения

6. Органы управления выводом мощности



одноканальный



двухканальный

Включение/выключение вывода воспроизводимого сигнала.

7. Порт USB



Используется для подключения носителя USB. Носитель USB может использоваться для хранения снятых показаний, сценариев, пользовательских настроек, а также для обновления встроенного ПО.

8. Индикаторы на экране (не показаны)

Ниже перечислены возможные индикаторы, отображаемые на экране, и их значение.

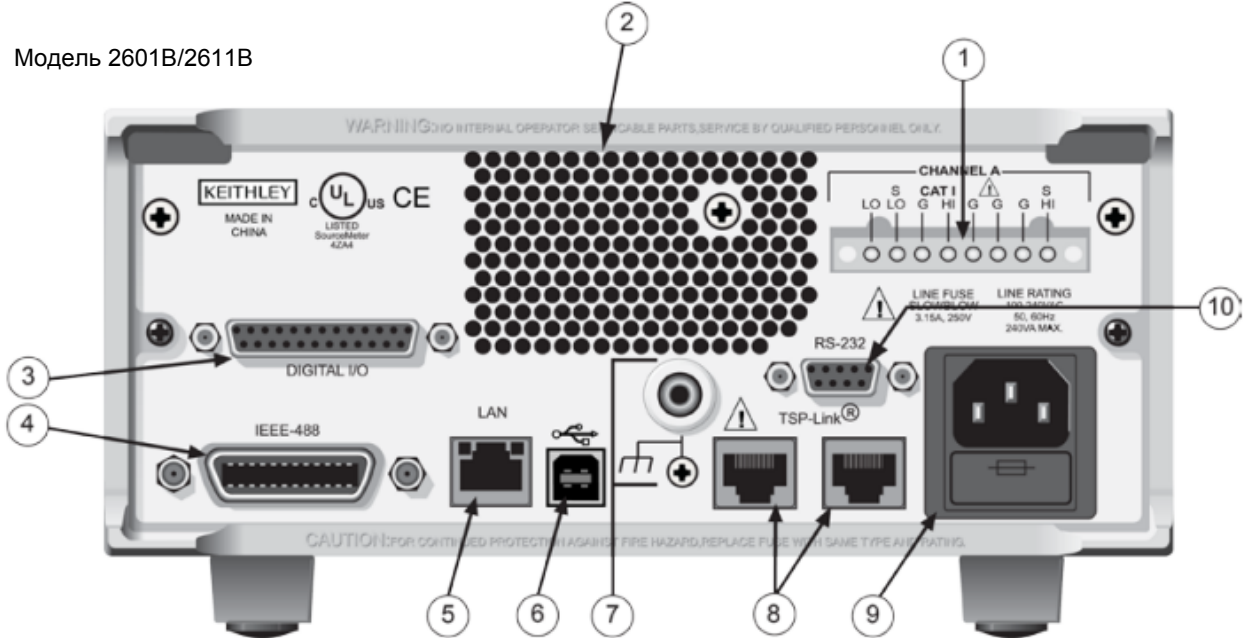
Индикатор	Значение
EDIT:	Прибор находится в режиме редактирования
ERR:	Сомнительное показание или недействительный этап калибровки
REM:	Прибор находится в дистанционном режиме управления
TALK:	Прибор в режиме передатчика
LSTN:	Прибор в режиме приемника
SRQ:	Запрос на обслуживание подтвержден
REL:	Включен относительный режим.
FILT:	Цифровой фильтр включен
AUTO:	Включен автоматический режим настройки диапазона воспроизводимого сигнала или измерения
*(звездочка):	Идет процесс сохранения показаний в буфер

Задняя панель

На рисунке ниже показана задняя панель прибора серии 2600В. Описание органов управления на задней панели приводится после рисунка.

Рис. 2: Задняя панель (модели 2601В, 2602В, 2611В и 2612В)

Модель 2601В/2611В



Модель 2602В/2612В

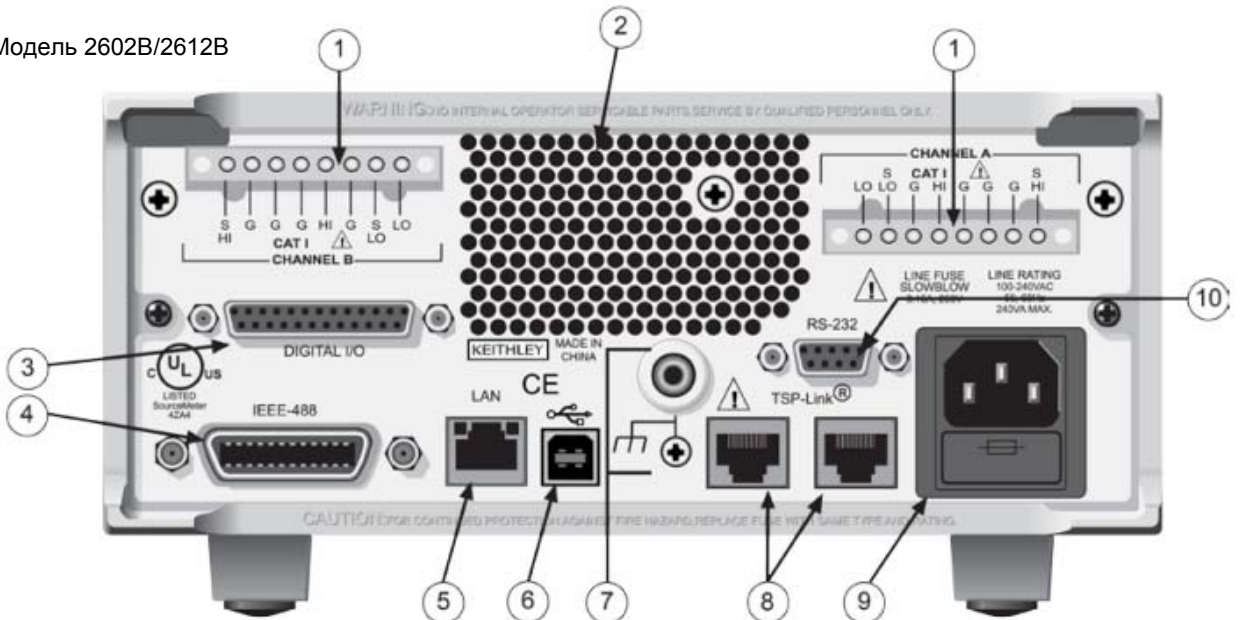
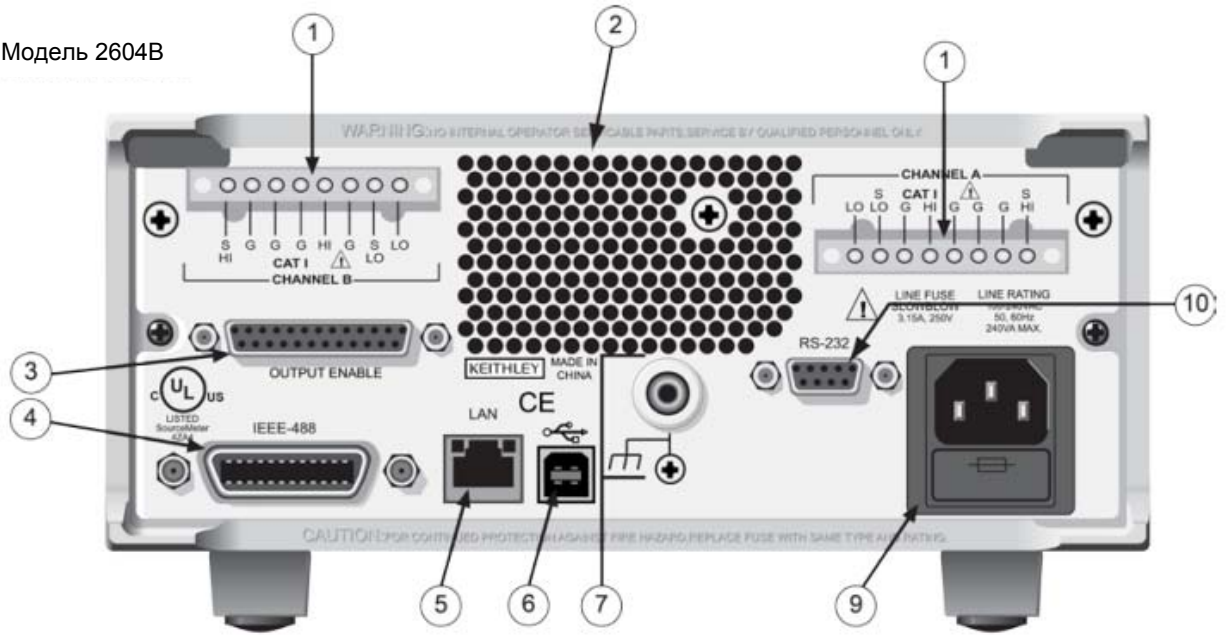


Рис 3: Задняя панель (модели 2604В и 2614В)

Модель 2604В



Модель 2614В

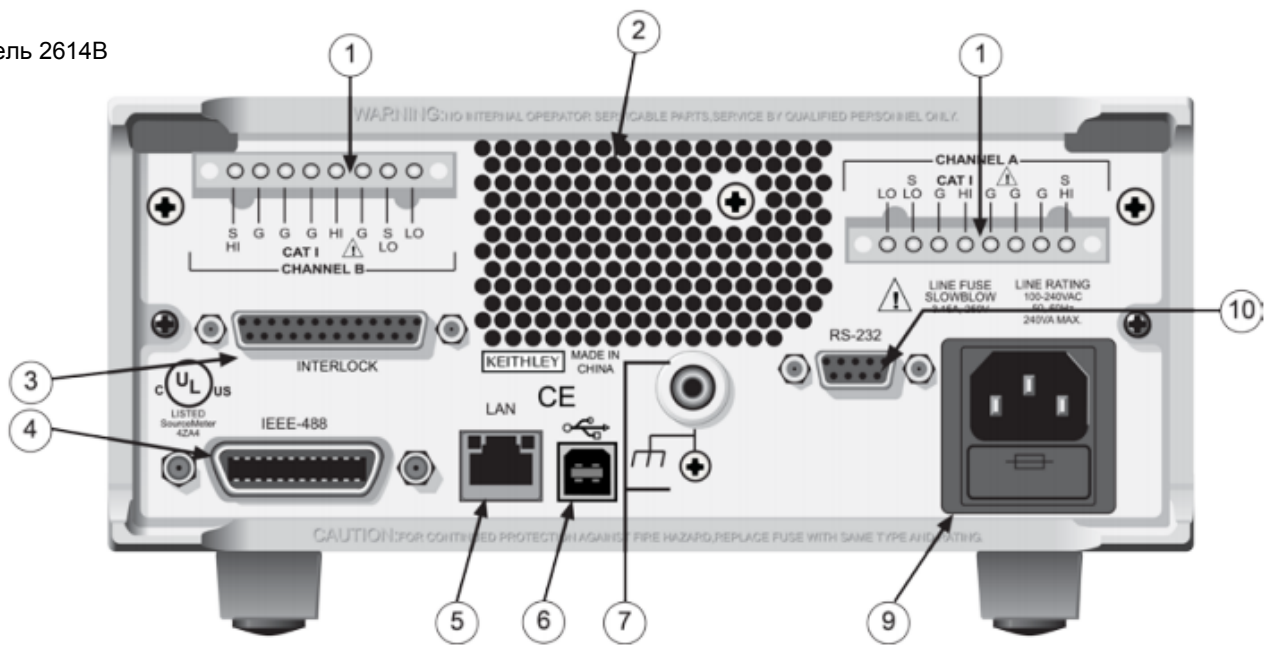
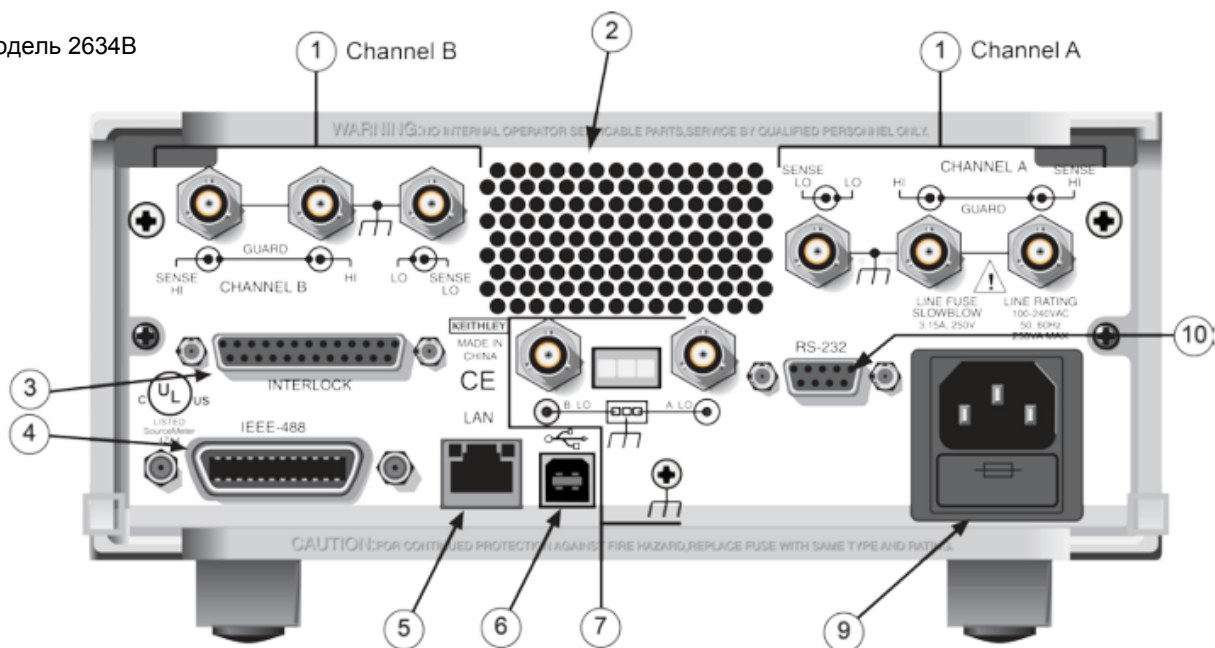


Рис 4: Задняя панель (модели 2634В и 2635В)

Модель 2634В



Модель 2635В

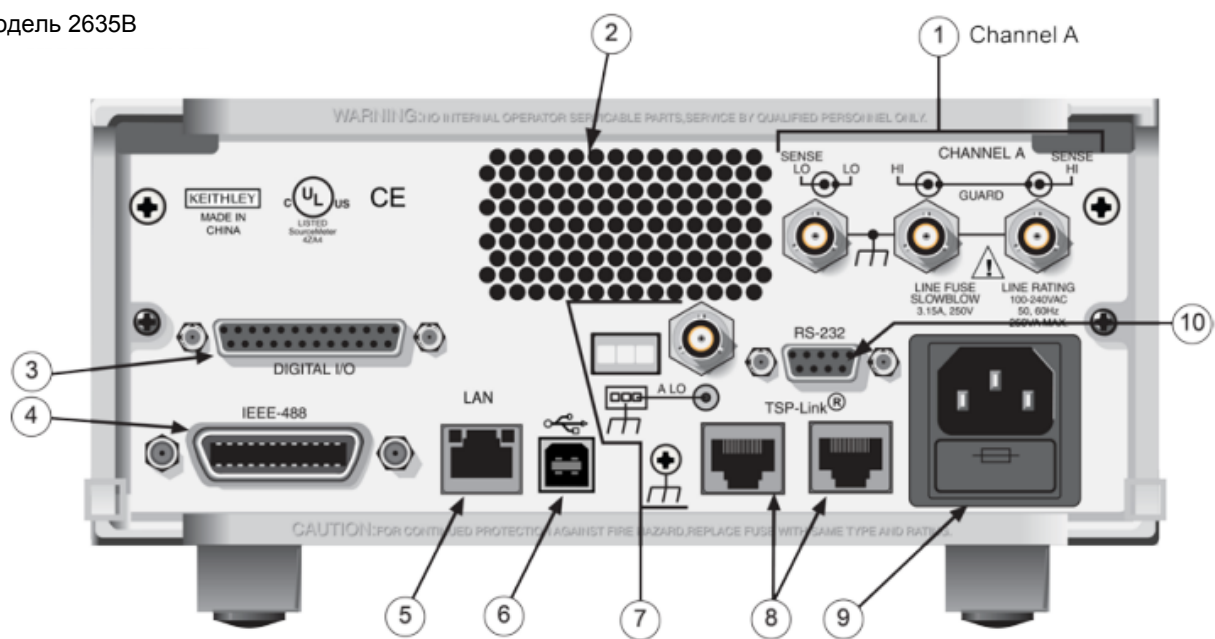
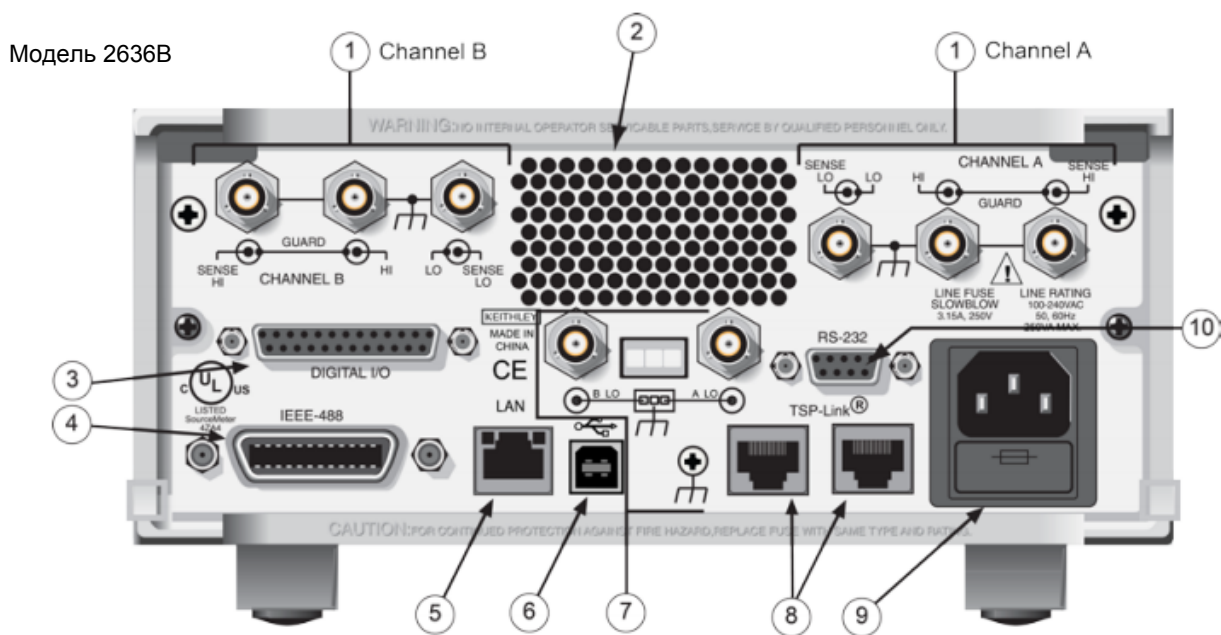


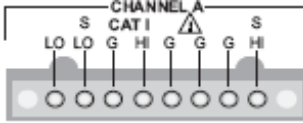
Рис 5: Задняя панель (модель 2636В)



1. Разъемы калибратора-измерителя

Канал А

2601B/2602B/2604B/2611B/2612B/2614B

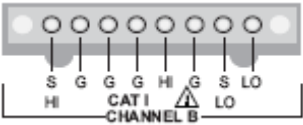


Данный разъем служит для подключения ввода/вывода для сигналов HI и LO, Sense (S HI/S LO) и Guard (G). Подключения выполняются следующим образом:

LO = LO
S LO = Sense LO
G = Guard
S HI = Sense HI
HI = HI

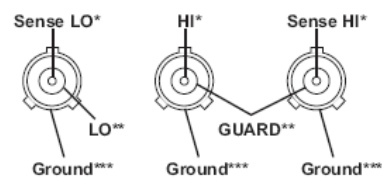
Канал В

2602B/2604B/2612B/2614B



Канал А

2634B/2635B/2636B

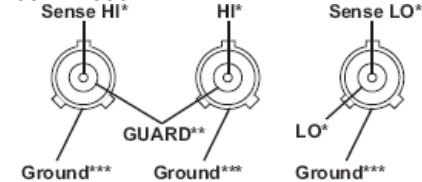


Данные триаксиальные разъемы служат для подключения сигналов ввода/выводов для HI и LO, Sense HI и Sense LO, Guard и Ground. Подключения см. слева. Каждый разъем имеет следующие проводники:

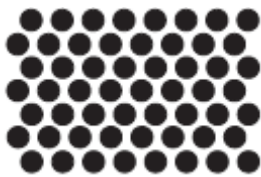
* Центральный проводник
** Внутренний экран
*** Внешний экран

Канал В

2634B/2636B



2. Охлаждающие вентиляционные отверстия



Выходные отверстия для встроенного охлаждающего вентилятора. Не допускайте загромождения вентиляционных отверстий, чтобы не допустить перегрева прибора. Подробнее см. на стр. 2-12.

3. Цифровой вход/выход

2601B/2602B/2611B/2612B/2635B/2636B



2604B



2614B/2634B



Разъем DB-25, гнездо. Используйте кабель с разъемом DB-25, вилка (шифр Keithley Instruments CA-126-1).

Контакты: 14 контактов для ввода или вывода цифрового сигнала, 7 контактов заземления, 3 контакта +5 В.

Модели 2601B и 2602B имеют контакт для разрешения вывода сигнала. Модели 2611B, 2612B, 2635B и 2636B имеют контакт блокировки.

Контакты: 1 контакт разрешения вывода, 7 контактов заземления и 3 контакта +5 В. Контакты цифрового ввода-вывода в модели 2604B недоступны.

Контакты: 1 контакт блокировки, 7 контактов заземления и 3 контакта +5 В. Контакты цифрового ввода-вывода в модели 2614B и 2634B недоступны.

4. IEEE-488



Разъем для работы по шине IEEE-488 (GPIB). Используйте экранированный кабель, например Keithley Instruments модель 7007-1 или модель 7007-2.

5. Подключение по локальной сети



Данный разъем RJ-45 используется для подключения прибора к локальной сети. Интерфейс поддерживает Auto-MDIX, поэтому можно использовать либо кроссоверный кабель CAT-5 (входит в комплект поставки), либо обычный прямой кабель CAT-5 (в комплект поставки не входит).

6. Порт USB



Данный разъем USB-2.0 (тип B) на задней панели используется для подключения прибора к компьютеру. Данное подключение может использоваться для отправки команд прибору.

7. Заземление

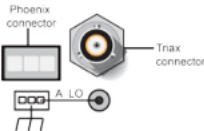
2601B/2602B/2604B/2611B/2612B/2614B



Разъем заземления для подсоединения вывода HI или LO к корпусному заземлению.

Винт заземления для подключения к корпусному заземлению.

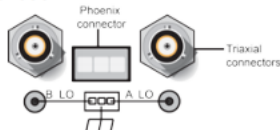
2635B



Триаксиальный разъем на модуле заземления

Разъем типа Phoenix на модуле заземления

2634B/2636B

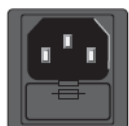


8. Подключение TSP



Интерфейс расширения, позволяющий прибору серии 2600В и другим приборам с установленным TSP запускать и взаимодействовать друг с другом. Используйте кроссоверные кабели для подключения по локальной сети категории 5е или выше (шифр Keithley Instruments CA-180-3A). Подключение TSP-Link недоступно на моделях 2604В, 2614В и 2634В.

9. Модуль питания



Имеет в своем составе розетку для подключения прибора к сети переменного тока и сетевые предохранители. Прибор может работать от сетевых напряжений в диапазоне от 100 В до 240 В переменного тока на частоте 50 Гц или 60 Гц.

10. RS-232



Разъем DB9, гнездо. Для работы с RS-232 используйте прямой (не нуль-модемный) экранированный кабель типа DB9 (Keithley Instruments модель 7009-5) для подключения к ПК.

Вентиляционные отверстия

Приборы серии 2600В оборудованы вентиляционными отверстиями на боковых стенках для забора воздуха и на задней стенке для выброса. Одна сторона должна оставаться незагороженной для рассеяния тепла.

Перегрев может стать причиной повреждения прибора серии 2600В и отрицательно сказаться на качестве его работы. Эксплуатация прибора разрешается только в местах, где температура окружающего воздуха не превышает 50 °С.

Запрещается ставить сосуды с жидкостью (например, с водой или кофе) на верхнюю крышку. Если жидкость прольется, то она может попасть внутрь корпуса через вентиляционные отверстия и стать причиной серьезных повреждений.

**ОСТОРОЖНО**

Чтобы не допустить опасного перегрева и обеспечить заявленное качество функционирования:

Не допускайте загоразивания верхнего или боковых отверстий, а также выпускных отверстий на задней стенке. Даже частичное загоразивание может привести к снижению эффективности вентиляции.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ устанавливать рядом с прибором серии 2600В какие-либо устройства, которые нагнетают воздух (нагретый или нет) по направлению к вентиляционным отверстиям прибора или поверхностям. Подобный дополнительный поток воздуха может отрицательно сказаться на точности измерений.

При установке в стойку приборов серии 2600В необходимо следить, чтобы у обеих стенок прибора был достаточный поток воздуха для обеспечения необходимого охлаждения. При достаточном потоке воздуха на расстоянии примерно 1 дюйма от поверхностей прибора серии 2600В температура воздуха сохраняется в указанных пределах при всех условиях эксплуатации.

Установка в стойке рядом с приборами серии 2600В устройств с высоким уровнем рассеяния мощности может стать причиной возникновения перегрева. Для обеспечения заявленной точности приборов серии 2600В необходимо соблюдать указанный температурный режим рядом с поверхностями приборов серии 2600В. При установке оборудования в стойку рекомендуется размещать максимально нагревающееся неprecизионное оборудование (например, источник питания) в верхней части стойки вдали от прецизионного оборудования (такого, как приборы серии 2600В).

Устанавливайте прецизионное оборудование в стойке как можно ниже, где температура окружающего воздуха будет минимальной. Установка дополнительных панелей для образования зазора под приборами серии 2600 также поможет организовать необходимую циркуляцию воздуха.

Включение/выключение прибора

В следующих разделах описывается процедура включения и выключения питания прибора, перевода прибора в режим ожидания и настройки частоты сети.

Процедура

Приборы серии 2600В работают от сетевого напряжения в диапазоне от 100 В до 240 В на частоте 50 или 60 Гц. Распознавание сетевого напряжения выполняется автоматически (настраивать переключатели необходимости нет). Перед подключением необходимо убедиться, что имеющееся рабочее напряжение соответствует требованиям.

Ниже описывается процедура подключения прибора серии 2600В к сетевому питанию и включения.

**ОСТОРОЖНО**

Подача в прибор неподходящего напряжения может стать причиной выхода прибора из строя и возможного аннулирования гарантийных обязательств.

Процедура включения и выключения прибора серии 2600В

1. Перед подсоединением шнура питания необходимо убедиться, что выключатель питания (POWER) находится в выключенном положении (O).
2. Подсоедините гнездовой конец прилагаемого шнура питания к розетке для подачи переменного тока на задней панели прибора.
3. Подсоедините другой конец шнура питания к заземленной электрической розетке.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

Шнур питания, входящий в комплект поставки прибора серии 2600В, имеет отдельный заземляющий провод, что позволяет использовать его с заземленными розетками. При условии, что все подключения выполнены правильно, корпус прибора будет подключен к сетевому заземлению по проводу заземления в шнуре питания. В случае неисправности неиспользование заземленной розетки может привести к травме или смерти в результате удара электрическим током.

4. Прибор включается переводом выключателя **POWER** на передней панели в положение (I).
5. Прибор выключается переводом выключателя **POWER** на передней панели в положение (O).

Перевод прибора в режим ожидания**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

Перевод прибора серии 2600В в режим ожидания не означает перевод прибора в безопасное состояние.

Во включенном состоянии функция вывода может быть переведена в активное состояние (вывод включен) или в режим ожидания (вывод отключен). Нажатие кнопки OUTPUT ON/OFF на передней панели позволяет переключаться между состояниями вывода с использованием текущей конфигурации прибора. Также режим ожидания можно установить дистанционно посредством отправки следующей команды:

```
smuX.source.output = 0
```

Необходимо отметить, что даже в случае перевода прибора в режим ожидания фактическое отключение вывода может и не произойти.

Прогрев



Для достижения заявленных значений точности прибор серии 2600В должен прогреваться в течение не менее двух часов после включения.

Настройка частоты напряжения сетевого питания

При отгрузке с завода-изготовителя прибор серии 2600В настроен на автоматическое определение частоты напряжения сетевого питания (50 Гц или 60 Гц) при каждом включении. Определенное значение частоты напряжения сетевого питания используется для вычисления апертюры (числа циклов сети питания).

В шумных средах пользователь может вручную настроить прибор на требуемую частоту напряжения сетевого питания.

Процедура настройки частоты напряжения сетевого питания с передней панели:

1. Нажмите клавишу **MENU**, затем поворотом колеса управления  выберите **LINE-FREQ**, а затем нажмите клавишу **ENTER**.
2. Поворачивая колесо управления , выберите необходимую частоту и нажмите клавишу **ENTER**. Чтобы включить автоматический режим определения частоты при каждом включении, выберите пункт **AUTO**.
3. Нажмите **EXIT (LOCAL)** для выхода из структуры меню.

Процедура настройки частоты напряжения в режиме дистанционного управления:

Установите атрибут `localnode.linefreq` или `localnode.autolinefreq`. В примере ниже показывается, как установить частоту на 60 Гц:

```
localnode.linefreq = 60
```

В примере ниже показывается, как настроить прибор на автоматический режим определения частоты при каждом включении:

```
localnode.autolinefreq = true
```

Замена предохранителей

Отсек для плавких предохранителей на задней панели располагается под розеткой сетевого питания (см. раздел «Задняя панель» на стр. 2-6). Этот предохранитель используется для защиты входа сетевого питания прибора.

Идентификация системы

Серийный номер, версию встроенного программного обеспечения и даты проведения калибровки можно отобразить, выбрав пункт **SYSTEM-INFO** в главном меню.

Для просмотра информации о системе:

1. Нажмите клавишу **MENU**.
2. Выберите пункт **SYSTEM-INFO**.
3. Выберите один из следующих пунктов:
 - **FIRMWARE** (версия ПО)
 - **SERIAL#** (серийный номер)
 - **CAL** (информация о калибровке)
 - **MEMORY USAGE** (использование памяти)

Получение информации о системе в дистанционном режиме:

В режиме дистанционного управления для считывания информации о системе используйте запрос

*IDN?



Обзор меню

Навигация по меню


Перемещение по пунктам меню и подменю выполняется в любом режиме, кроме режима редактирования (на экране индикатор EDIT отсутствует).

Выбор позиций меню

Для перемещения по главному меню (Main) и меню конфигурации (Configuration) используются клавиши редактирования:

- Клавиша со стрелками **CURSOR** используется для выделения позиции.
- Поворот колеса управления  (по часовой стрелке или против) используется для выделения позиции.
- Клавиша **ENTER** (или нажатие колеса управления ) используется для выбора позиции.
- Клавиша **EXIT (LOCAL)** используется для отказа от изменений или возврата на предыдущий уровень меню.

ПОДСКАЗКА

Для быстрого перемещения по меню можно использовать колесо управления : поворотом колеса управления выделите позицию, а затем нажмите колесо управления, чтобы выбрать выделенную позицию.

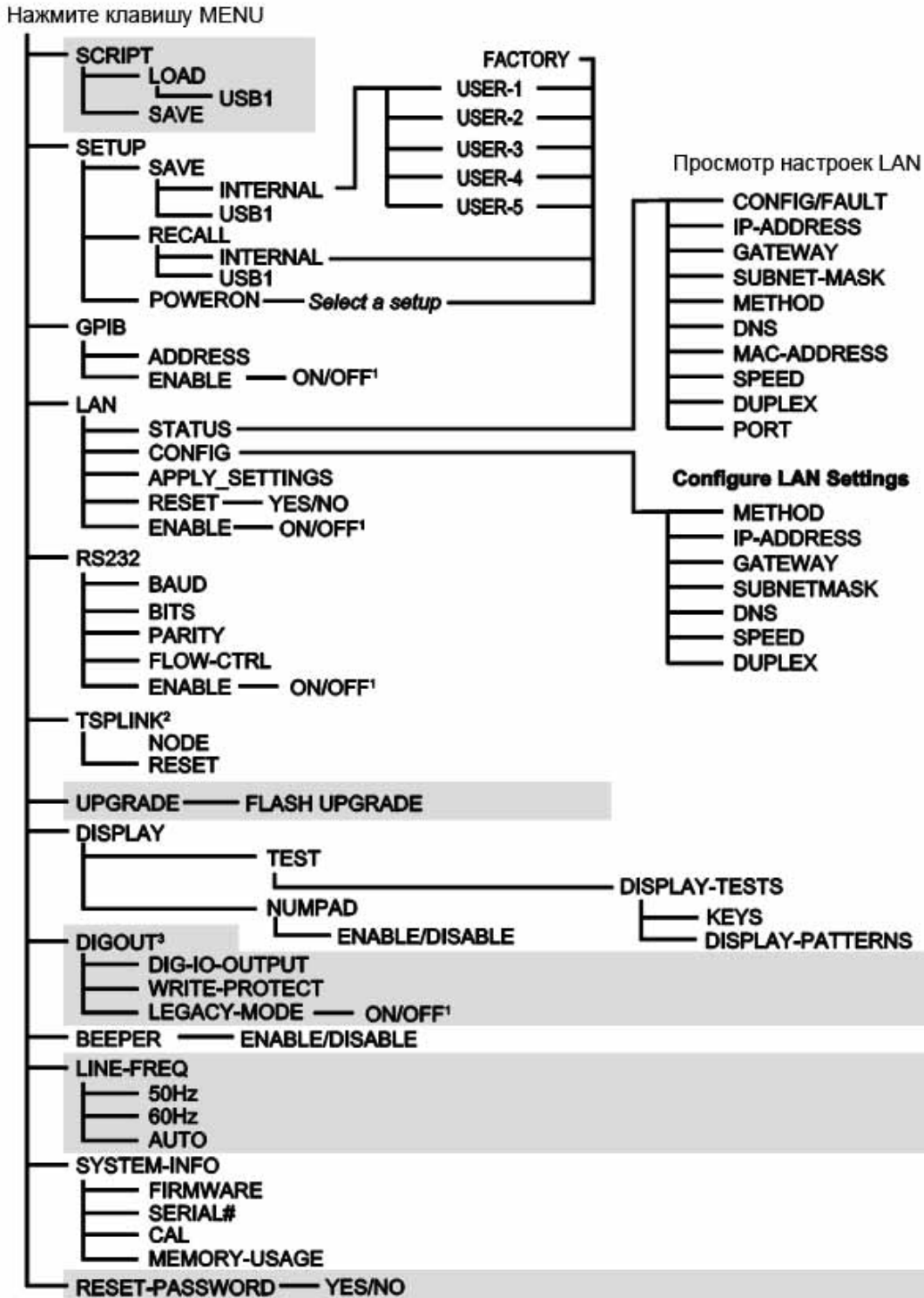
Дерево меню

Большинство настроек прибора можно выполнить в меню, доступных с передней панели.

Главное меню

Структура главного меню (MENU) приведена на рисунке и в таблице ниже. Подробнее о других позициях меню см. в разделе «Меню «Конфигурация»» (на стр. 2-19).



Рис. 6: Дерево главного меню



1. Взаимоисключающие позиции

2. Функция TSPLINK не доступна в моделях 2604В, 2614В и 2634В.

3. Функция DIGOUT не доступна в моделях 2604В, 2614В и 2634В.

Таблица ниже содержит описание основных позиций главного меню, а также перекрестные ссылки на соответствующую информацию. Для входа в позицию меню нажмите клавишу **MENU**, поверните колесо управления  так, чтобы курсор переместился на желаемую позицию, а затем нажмите колесо управления .

Позиция меню	Описание
SCRIPT - LOAD - SAVE	Сохранение и вызов пользовательских сценариев Загрузка сценариев в энергонезависимую память Сохранение сценариев
SETUP - SAVE - RECALL - POWERON	Сохранение и вызов пользовательских и заводских настроек Сохранение пользовательских настроек Вызов пользовательских настроек Установка конфигурации, использовавшейся в момент включения
GPIB - ADDRESS - EHABLE	Настройка интерфейса GPIB Настройка адреса для интерфейса GPIB Включение/выключение интерфейса GPIB
LAN - STATUS - CONFIG - APPLY_SETTINGS - RESET - EHABLE	Настройка локальной сети (LAN) Отображение статуса подключения к локальной сети Настройка IP-адреса и шлюза сети Применение изменений, сделанных в меню CONFIG Восстановление настроек по умолчанию Включение/выключение интерфейса локальной сети
RS232 - BAUD - BITS - PARITY - FLOW-CTRL - EHABLE	Управление настройками интерфейса RS-232 Настройка скорости передачи данных в бодах Настройка числа битов Настройка четности Настройка управления потоком Включение/выключение интерфейса RS-232
TSPLINK ¹ - NODE - RESET	Настройка прибора для работы в сети TSP-Link® Выбор идентификатора узла Сброс сети TSP-Link
UPGRADE	Обновление встроенного ПО с использованием USB флэш-накопителя
DISPLAY - TEST - NUMPAD	Доступ к функциям экрана Запуск проверки экрана Включение/выключение цифровой клавиатуры
DIGOUT ² - DIG-IO-OUTPUT - WRITE-PROTECT	Управление цифровыми выводами Выбор значений цифрового ввода/вывода Защита от записи конкретных цифровых линий ввода/вывода
BEEPER - EHABLE - DISABLE	Управление звуковым подтверждением нажатия клавиши Включение звукового подтверждения нажатия клавиши Выключение звукового подтверждения нажатия клавиши
LINE-FREQ - 50 Hz - 60 Hz - AUTO	Настройка частоты напряжения сетевого питания Настройка частоты напряжения сетевого питания на 50 Гц Настройка частоты напряжения сетевого питания на 60 Гц Включение автоматического режима определения частоты в момент включения
SYSTEM-INFO - FIRMWARE - SERIAL# - CAL - MEMORY USAGE	Отображение информации о системе Отображение версии установленного ПО Отображение серийного номера прибора Отображение даты последней калибровки Отображение использования памяти в %
RESET-PASSWORD	Сброс системного пароля

1. Функция TSPLINK не доступна в моделях 2604B, 2614B и 2634B.

2. Функция DIGOUT не доступна в моделях 2604B, 2614B и 2634B.

Меню «Конфигурация»

Структура меню «Конфигурация» приведена на рисунке и в таблице ниже. Подробнее о навигации по меню см. в разделе «Навигация по меню» (на стр. 2-16). Подробнее о других позициях меню см. в разделе «Главное меню» (на стр. 2-17).

Рис. 7: Дерево меню CONFIG (модели с одним каналом)

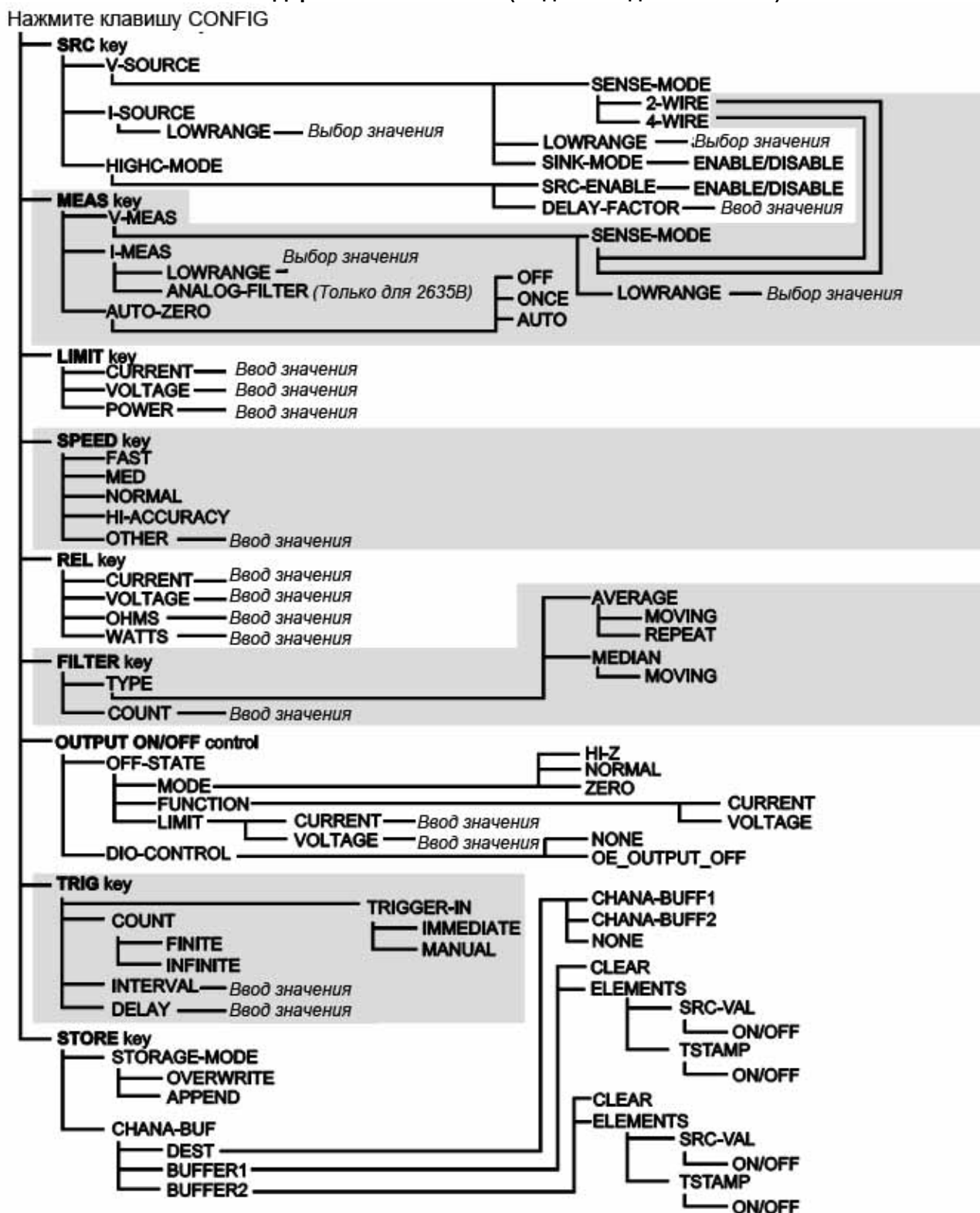
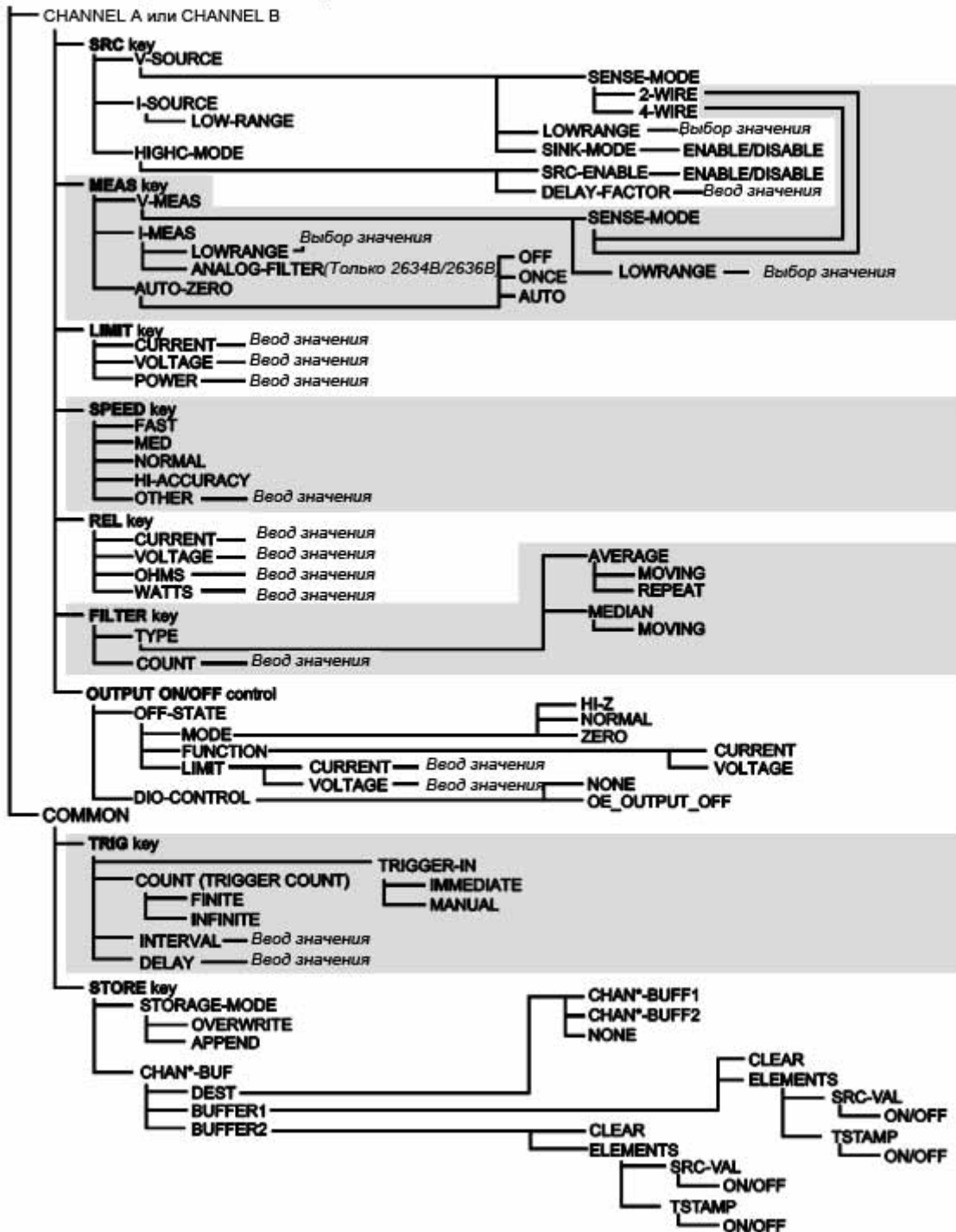


Рис. 8: Дерево меню CONFIG (модели с двумя каналами)

Нажмите клавишу CONFIG, затем выберите:



*Для канала А замените на «А» (а именно, CHANA-BUF); для канала В замените на «В» (а именно, CHANB-BUF).

💡 ПОДСКАЗКА

Для возврата в предыдущее меню нажмите клавишу **EXIT**.

Таблица ниже содержит описание позиций меню конфигурирования, а также перекрестные ссылки на разделы с более подробной информацией. Для выбора меню в одноканальных приборах нажмите клавишу **CONFIG**, а затем клавишу на передней панели, соответствующую необходимому меню (см. столбец с описанием в таблице ниже). В двухканальных приборах нажмите клавишу **CONFIG**, выберите необходимый канал (CHANNEL-A, CHANNEL-B), а затем нажмите клавишу на передней панели, соответствующую запрашиваемому меню. Для вызова меню запуска TRIG и сохранения STORE в двухканальных приборах нажмите клавишу **CONFIG** и вместо выбора канала выберите позицию COMMON.




Для доступа нажмите клавишу CONFIG , а затем клавишу:	Описание
SRC	источник напряжения, низкий диапазон; источник тока, низкий диапазон; высокоемкостной режим
MEAS	измерение напряжения и тока; автоматическая подстройка нуля
LIMIT	Ограничения допустимых значений воспроизводимого напряжения и тока
SPEED	Скорость измерения (число циклов сети питания)
REL	Установка относительных значений
FILTER	Управление цифровым фильтром
OUTPUT ON/OFF	Установка состояния выхода, управление цифровым вводом/выводом
TRIG	Установка параметров запуска, счета, интервала и задержки
STORE	Настройка параметров сохранения в буфер

Установка значений

Установка значения

Ввод и редактирование значения осуществляется двумя способами: с помощью **колеса управления** или **ввода с цифровой клавиатуры**.

Использование колеса управления:



1. С помощью клавиш со стрелками **CURSOR** (или колеса управления ) переместите курсор на значение, которое необходимо отредактировать.
2. Нажмите колесо управления  или клавишу **ENTER**, чтобы войти в режим редактирования. На экране появляется индикатор EDIT.
3. Поверните колесо управления  для установки необходимого значения.
4. Нажмите клавишу **ENTER**, чтобы выбрать значение, или нажмите клавишу **EXIT (LOCAL)** для отказа от сделанного изменения.
5. Для возврата в главное меню нажмите **EXIT (LOCAL)**.

Ввод с помощью цифровой клавиатуры:**ПРИМЕЧАНИЕ**

Данный способ можно использовать только при включенной цифровой клавиатуре.

💡 ПОДСКАЗКА

Чтобы установить значение на ноль, нажмите клавишу **0000**. Для переключения полярности значения нажмите клавишу **+/-**.

1. Если клавиатура отключена, нажмите клавишу **MENU**, затем выберите **DISPLAY > NUMPAD > ENABLE**.
2. С помощью клавиш со стрелками **CURSOR** (или колеса управления ) переместите курсор на значение, которое необходимо отредактировать.
3. Нажмите колесо управления  или клавишу **ENTER**, чтобы войти в режим редактирования. На экране появляется индикатор EDIT.
4. Нажмите необходимую цифровую клавишу (0-9, +/-, 0000) (см. п. 2. Настройка, управление работой, специальные задачи, ввод числовых данных (стр. 2-3)). Курсор перемещается на следующее значение справа.
5. Повторите вышеуказанные действия, чтобы установить необходимые значения.
6. Нажмите клавишу **ENTER**, чтобы выбрать значение, или нажмите клавишу **EXIT (LOCAL)** для отмены.
7. Для возврата в главное меню нажмите **EXIT (LOCAL)**.



Настройка значений воспроизводимого сигнала и допустимых значений

При нахождении прибора серии 2600В в режиме редактирования (индикатор EDIT включен) органы управления параметрами редактирования используются для настройки значений воспроизводимого сигнала и допустимых значений. Обратите внимание, что при редактировании значения воспроизводимого сигнала автоматический режим установки диапазона воспроизводимого сигнала отключается и остается отключенным до его повторного включения пользователем.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для выхода из режима редактирования воспроизводимого сигнала нажмите клавишу **EXIT (LOCAL)**.

Изменение значения воспроизводимого сигнала:



1. Нажмите клавишу **SRC**. Курсор моргает в поле значения воспроизводимого сигнала.
2. С помощью клавиш **CURSOR** (или колеса управления ) переместите курсор на требуемый символ.
3. Нажмите колесо управления  или клавишу **ENTER**, чтобы изменить значение воспроизводимого сигнала. На экране загорается индикатор EDIT.
4. Измените значение воспроизводимого сигнала (см. стр. 2-21).

ПРИМЕЧАНИЕ

Клавиша **+/-** служит для переключения полярности. Клавиша **0000** устанавливает значение на 0.

5. После отображения желаемого значения, нажмите клавишу **ENTER** (индикатор EDIT погаснет).

Изменение допустимых значений:


1. Нажмите клавишу **LIMIT**.
2. С помощью клавиш **CURSOR** (или колеса управления ) переместите курсор на требуемый символ.
3. Нажмите колесо управления  или клавишу **ENTER**, чтобы включить режим редактирования. На экране загорается индикатор EDIT.
4. Измените допустимое значение (см. стр. 2-21)
5. После отображения желаемого значения, нажмите клавишу **ENTER** (индикатор EDIT погаснет).

ПРИМЕЧАНИЕ

Клавиши расширения и сужения диапазона изменяют формат значения ограничения.

Звуковой сигнал

Включение данной функции обеспечивает выдачу звукового сигнала в качестве подтверждения одного из следующих действий:

- Короткий звуковой сигнал, имитирующий щелчок клавиши, выдается каждый раз при нажатии любой клавиши на передней панели.
- Короткий звуковой сигнал также выдается при нажатии или повороте колеса управления .
- Более длинный звуковой сигнал выдается при изменении состояния вывода источника (включение или выключение вывода).

Включение/выключение звукового сигнала с передней панели:

1. Нажмите клавишу **MENU**, а затем выберите **BEEPER**.
2. Выберите один из следующих пунктов:
 - **ENABLE** (включить)
 - **DISABLE** (выключить)

Включение/выключение звукового сигнала через интерфейс TSP:

Установите атрибут `beeper.enable`. Ниже приводится пример включения звукового сигнала:

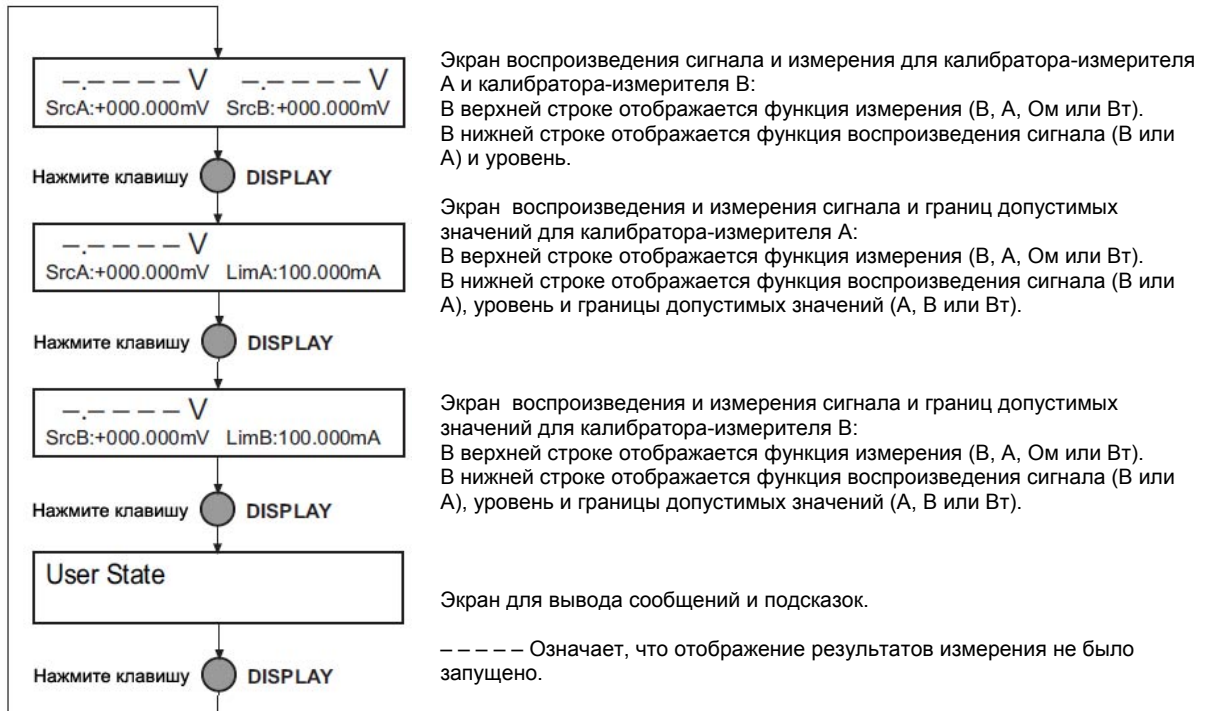
```
beeper.enable = 1
```

Режим отображения (Display)

Клавиша **DISPLAY** позволяет пролистать названия различных режимов отображения, показанных на рисунке ниже.

Только для моделей 2602В, 2604В, 2612В, 2614В, 2634В и 2636В: для просмотра режимов отображения в одноканальном и двухканальном варианте нажмите клавишу **DISPLAY** несколько раз. Это относится к CHANNEL A (калибратор-измеритель A) и CHANNEL B (калибратор-измеритель B). Модели 2601В, 2611В и 2635В являются одноканальными (калибратор-измеритель A).

Рис. 9: Обзор режимов отображения



Основы работы

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

На выходных и защитных клеммах моделей 2611В, 2612В, 2614В, 2634В, 2635В и 2636В могут присутствовать опасные напряжения. Во избежание поражения электрическим током, которое может привести к травме или смерти, ЗАПРЕЩАЕТСЯ выполнять подключения или отключения при включенном питании прибора. Отключите питание оборудования с помощью органов управления на передней панели или отсоедините шнур сетевого питания от разъема на задней панели прибора перед работой с кабелями, подключенными к выходам. Перевод прибора в состояние ожидания не гарантирует отсутствие мощности на выходах в случае аппаратной или программной неисправности.

Обзор работы

ПОДСКАЗКА

Перед началом выполнения каких-либо операций с использованием передней панели убедитесь, что вы вышли из структуры меню. Для этого нажмите клавишу **EXIT (LOCAL)** нужное количество раз.

Возможности воспроизведения и измерения сигнала

С помощью органов управления на передней панели можно настроить прибор на выполнение следующих операций по воспроизведению и измерению сигнала:

- **Воспроизведение напряжения:** Измерение и отображение величины тока, напряжения, сопротивления или мощности
- **Воспроизведение тока:** Измерение и отображение величины напряжения, тока, сопротивления или мощности
- **Измерение сопротивления:** Отображение сопротивления, вычисленного с использованием данных о напряжении и токе, полученных при измерении (опционально можно указать значение воспроизводимого напряжения или тока)
- **Измерение мощности:** Отображение мощности, вычисленной с использованием данных о напряжении и токе, полученных при измерении (опционально можно указать значение воспроизводимого напряжения или тока)
- **Только измерение (напряжение или ток):** Отображение результатов измерения напряжения или тока

Напряжение и ток

В таблице ниже указываются ограничения по воспроизведению и измерению сигнала для режимов напряжения и тока.

Возможности воспроизведения и измерения сигнала

Модель 2601В/2602В/2604В			Модель 2611В/2612В/2614В			Модель 2635В/2636В		
Диапазон	Воспроиз- ведение	Измерение	Диапазон	Воспроиз- ведение	Измерение	Диапазон	Воспроиз- ведение	Измерение
100 мВ	±101 мВ	±102 мВ	200 мВ	±202 мВ	±204 мВ	200 мВ	±202 мВ	±204 мВ
1 В	±1,01 В	±1,02 В	2 В	±2,02 В	±2,04 В	2 В	±2,02 В	±2,04 В
6 В	±6,06 В	±6,12 В	20 В	±20,2 В	±20,4 В	20 В	±20,2 В	±20,4 В
40 В	±40,4 В	±40,8 В	200 В ¹	±202 В	±204 В	200 В ³	±202 В	±204 В
100 нА	±101 нА	±102 нА	100 нА	±101 нА	±102 нА	100 пА	недоступно	±102 пА
1 мкА	±1,01 мкА	±1,02 мкА	1 мкА	±1,01 мкА	±1,02 мкА	1 нА	±1,01 нА	±1,02 нА
10 мкА	±10,1 мкА	±10,2 мкА	10 мкА	±10,1 мкА	±10,2 мкА	10 нА	±10,1 нА	±10,2 нА
100 мкА	±101 мкА	±102 мкА	100 мкА	±101 мкА	±102 мкА	100 нА	±101 нА	±102 нА
1 мА	±1,01 мА	±1,02 мА	1 мА	±1,01 мА	±1,02 мА	1 мкА	±1,01 мкА	±1,02 мкА
10 мА	±10,1 мА	±10,2 мА	10 мА	±10,1 мА	±10,2 мА	10 мкА	±10,1 мкА	±10,2 мкА
100 мА	±101 мА	±102 мА	100 мА	±101 мА	±102 мА	100 мкА	±101 мкА	±102 мкА
1 А	±1,01 А	±1,02 А	1 А	±1,01 А	±1,02 А	1 мА	±1,01 мА	±1,02 мА
3 А	±3,03 А	±3,06 А	1,5 А	±1,515 А	±1,53 А	10 мА	±10,1 мА	±10,2 мА
			10 А ²	±10,1 А	±10,2 А	100 мА	±101 мА	±102 мА
						1 А	±1,01 А	±1,02 А
						1,5 А	±1,515 А	±1,53 А
Макс. мощность = 40.4 Вт на канал			Макс. мощность = 30.603 Вт на канал 1. Диапазон вывода 200 В доступен только при включенной блокировке. 2. Диапазон 10 А доступен только в импульсном режиме.			Макс. Мощность = 30.603 Вт на канал 3. Диапазон вывода 200 В доступен только при включенной блокировке.		

Границы допустимых значений

В режиме воспроизведения напряжения прибор серии 2600В может быть настроен на ограничение тока или мощности. И, наоборот, в режиме воспроизведения тока прибор серии 2600В можно настроить на ограничение напряжения или мощности. Таким образом, в стабильном состоянии выводимый сигнал не будет выходить за границы допустимых значений. Максимальный диапазон допустимых значений совпадает с максимальными значениями, перечисленными в следующей таблице.

Обратите внимание, что значение границ будет ограничивать вывод сигнала в любой полярности независимо от полярности источника или значения ограничения. Точность ограничения, противоположного по полярности воспроизводимому сигналу, уменьшается, если только прибор не находится в режиме потребления. Максимальный диапазон допустимых значений рассчитан на основе диапазона воспроизводимого сигнала.

Функционирование установленных границ допустимых значений изменяется в зависимости от режима воспроизведения (ток или напряжения), нагрузки и установленных ограничений (ток, напряжение и мощность). Важно отличать ограничения тока и напряжения от ограничения мощности. Как следует из названия, ограничение тока ограничивает ток для воспроизводимого напряжения, а ограничение напряжения ограничивает напряжение для воспроизводимого тока. Ограничение мощности же ограничивает мощность посредством понижения действующего в данный момент ограничения допустимых значений (режим напряжения или тока) в объеме, который необходим, чтобы прибор не смог превысить указанное ограничение мощности.

ПРИМЕЧАНИЕ

Единственным исключением из правила не превышения границ допустимых значений является VLIMIT при работе в режиме ISOURCE. Чтобы избежать появления чрезмерных (и потенциально опасных) токов, VLIMIT будет выводить или поглощать до 102 мА для диапазонов ISOURCE 100 мА и ниже. Для диапазонов 1 А и выше максимальный разрешенный ток соответствует установленному значению тока вывода.




Максимальный диапазон допустимых значений

Модель 2601В/2602В/2604В		Модель 2611В/2612В/2614В		Модель 2634В/2635В/2636В	
Диапазон источника	Макс. значение соответствия	Диапазон источника	Макс. значение соответствия	Диапазон источника	Макс. значение соответствия
100 мВ	3 А	200 мВ	1,5 А	200 мВ	1,5 А
1 В	3 А	2 В	1,5 А	2 В	1,5 А
6 В	3 А	20 В	1,5 А	20 В	1,5 А
40 В	1 А	200 В	100 мА	200 В	100 мА
100 нА	40 В	100 нА	200 В	1 нА	200 В
1 мкА	40 В	1 мкА	200 В	10 нА	200 В
10 мкА	40 В	10 мкА	200 В	100 нА	200 В
100 мкА	40 В	100 мкА	200 В	1 мкА	200 В
1 мА	40 В	1 мА	200 В	10 мкА	200 В
10 мА	40 В	10 мА	200 В	100 мкА	200 В
100 мА	40 В	100 мА	200 В	1 мА	200 В
1 А	40 В	1 А	20 В	10 мА	200 В
3 А	6 В	1,5 А	20 В	100 мА	200 В
				1 А	20 В
				1,5 А	20 В

Настройка границ допустимых значений

Настройка границ допустимых значений с передней панели

Для установки границ допустимых значений с передней панели выполните следующие шаги:

1. На моделях 2601В/2611В/2635В или в одноканальном режиме моделей 2602В/2604В/2612В/2614В/2634В/2636В нажмите клавишу **LIMIT** для входа в режим редактирования допустимых значений. Нажатие клавиши **LIMIT** при нахождении в режиме редактирования ограничения позволяет переключать экран между дополнительной функций ограничения и ограничением мощности.
2. Для моделей 2602В/2604В/2612В/2614В/2634В/2636В, находящихся в двухканальном режиме, нажмите клавишу **LIMIT**, а затем выберите требуемую позицию из следующих: **CURRENT** (ток), **VOLTAGE** (напряжение) или **POWER** (мощность). Нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления .
3. Нажмите колесо управления , установите границы допустимых значений на желаемое значение.
4. Нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления  для завершения редактирования.
5. Нажмите клавишу **EXIT (LOCAL)** для возврата в нормальный режим отображения.

Настройка ограничения соответствия в дистанционном режиме

Таблица ниже содержит информацию по основным командам, необходимым для настройки границ допустимых значений.

Команды для установки допустимых значений

Команда*	Описание
<code>smuX.source.limiti = limit</code>	Установка ограничения соответствия для тока
<code>smuX.source.limitv = limit</code>	Установка ограничения соответствия для напряжения
<code>smuX.source.limitp = limit</code>	Установка ограничения соответствия для мощности
<code>compliance = smuX.source.compliance</code>	Проверка соответствия (истинное = в соответствии; ложно = не в соответствии).

*smuX : Для моделей 2601В, 2611В и 2635В данное значение - smua (канал А); для моделей 2602В, 2604В, 2612В, 2614В, 2634В и 2636В данное значение может быть smua (для канала А) или smub (для канала В).

Для настройки границ допустимых значений просто отправьте команду с использованием желаемого параметра. В примере ниже демонстрируется процедура установки допустимых значений тока и напряжения на 50 мА, 4В и 1 Вт, соответственно:

```
smua.source.limiti = 50e-3
smua.source.limitv = 4
smua.source.limitp = 1
```

В примере ниже показывается, как распечатать состояние допустимых значений:

```
print(smua.source.compliance)
```

Возвращение значения, равного *истинное*, может означать одну из указанных ситуаций:

- Если прибор был настроен на воспроизведение тока, то ограничение по напряжению было достигнуто
- Если прибор был настроен на воспроизведение напряжения, то ограничение по току было достигнуто

Работа в режиме нагрузки



ОСТОРОЖНО

При подключении прибора серии 2600В к устройству, которое может быть источником энергии (например, другие источники напряжения, аккумуляторы, конденсаторы, солнечные батареи или другие приборы серии 2600В), необходимо соблюдать рекомендации относительно настройки выключения вывода, настроек воспроизведения сигнала и границ допустимых значений. Выполните рекомендуемые настройки прибора до подключения к устройству. Игнорирование рекомендаций относительно отключения вывода, настроек воспроизведения сигнала и границ допустимых значений могут привести к повреждению устройства или тестируемого элемента.

При работе в режиме нагрузки (напряжение и ток имеют противоположные полярности) прибор рассеивает мощность, а не формирует её. Внешний источник (например, аккумулятор) или устройство накопления энергии (например, конденсатор) могут стать причиной перехода прибора в режим нагрузки.

ПРИМЕЧАНИЕ

Точность ограничения, противоположного по полярности источнику, снижается, если только прибор не находится в режиме нагрузки.

Например, если аккумулятор на 12 В подключен к источнику напряжения (Вход/выход высокого уровня к высокому уровню аккумулятора), установленному на +10 В, переход в режим нагрузки произойдет во втором квадранте (воспроизведение положительного напряжения и измерение отрицательного тока).



ОСТОРОЖНО

При использовании источника тока в качестве нагрузки ВСЕГДА устанавливайте допустимые значения напряжения на уровень, выше уровня внешнего напряжения. Невыполнение данной рекомендации может привести к подаче чрезмерного тока к прибору серии 2600В и некорректным измерениям. Подробнее см. в разделе «Границы допустимых значений» на стр. 2-27).



ОСТОРОЖНО

Единственным исключением из правила непревышения границ допустимых значений является VLIMIT при работе в режиме ISOURCE. Чтобы избежать появления чрезмерных (и потенциально опасных) токов, VLIMIT будет выводить или поглощать до 102 мА для диапазонов ISOURCE 100 мА и ниже. Для диапазонов 1 А и выше максимальный разрешенный ток соответствует установленному значению тока вывода.

Режим нагрузки

При работе в режиме нагрузки появляются погрешности ограничений. Включение режима нагрузки сокращает погрешность ограничения, наблюдаемую при работе в квадрантах II и IV (в квадрантах I и III данная погрешность ограничения воспроизведения будет видна).

Настройка режима нагрузки с помощью органов управления на передней панели

Процедура включения/выключения режима нагрузки с передней панели:

1. Нажмите клавишу **CONFIG**, а затем клавишу **SRC**.
2. Выберите **V-SOURCE**.
3. Выберите **SINK-MODE**.
4. Выберите **ENABLE** (включить) или **DISABLE** (выключить).
5. Нажмите клавишу **ENTER**. Выполняется включение или выключение режима нагрузки.
6. Для возврата к главному экрану дважды нажмите клавишу **EXIT (LOCAL)**.

Настройка режима нагрузки в дистанционном режиме

Процедура включения/выключения режима нагрузки в дистанционном режиме:

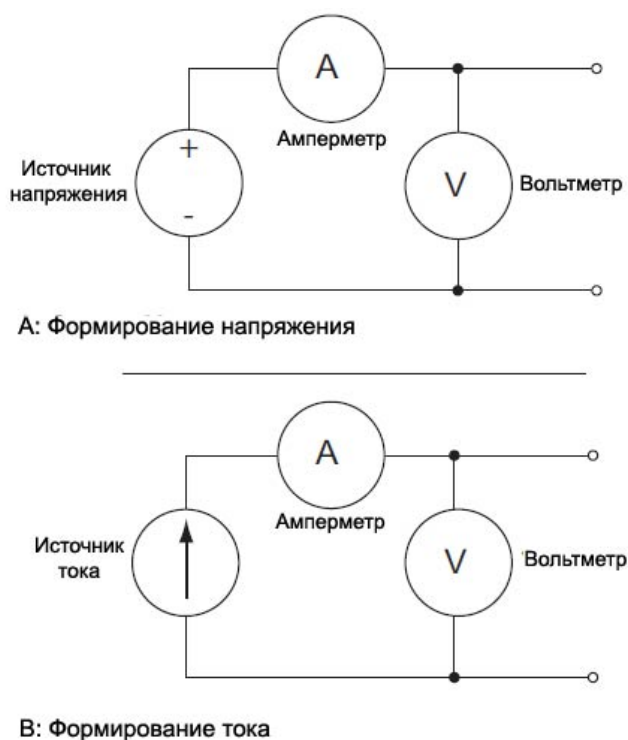
В примере ниже демонстрируется включение режима потребления (для выключения установите атрибут на `smua.DISABLE`):

```
smua.source.sink = smua.ENABLE
```

Основные конфигурации

Основные конфигурации схем воспроизведения и измерения сигнала для приборов серии 2600B показаны на рисунке ниже. При воспроизведении напряжения пользователь может измерять ток или напряжение (конфигурация A). При воспроизведении тока пользователь может измерять напряжение или ток (конфигурация B).

Рис. 10: Основные конфигурации схем воспроизведения и измерения



Некоторые аспекты эксплуатации

В разделе ниже обсуждаются функции автоматической подстройки нуля и кэширования числа циклов сети питания.

Автоматическая подстройка нуля

АЦП прибора серии 2600В использует радиометрический способ преобразования аналогового сигнала в цифровой. Для обеспечения точности показаний прибор должен периодически получать свежие результаты измерения своего внутреннего заземления и опорного напряжения. Для каждой апертуры используются отдельные измерения опорной величины и автоматической подстройки нуля.

Функция автоматической подстройки нуля имеет три различные настройки, как показано в таблице ниже. По умолчанию прибор автоматически проверяет пригодность опорных данных каждый раз при измерении сигнала (режим AUTO). Если срок действия опорных данных истек, перед отображением результата измерения прибор автоматически выполнит два дополнительных аналого-цифровых преобразования, одно из которых будет использовано для опорного значения, а второе для автоматической подстройки нуля. Таким образом, иногда измерение занимает больше времени, чем обычно.

Подобные задержки могут негативно сказаться во время разверток и других тестовых последовательностей, в которых время измерения имеет большое значение. Чтобы прибор не выполнял дополнительные измерения в подобных случаях, автоматическое измерение опорных значений можно отключить (позиция OFF). Обратите внимание, что при отключенной функции автоматического измерения опорных значений точность прибора будет постепенно отклоняться от заявленной в спецификации.





Чтобы минимизировать подобное отклонение, перед выполнением важной тестовой последовательности рекомендуется провести измерение для получения опорной величины и автоматической подстройки нуля. Настройка ONCE может использоваться для принудительного обновления опорных значений и автоматической подстройки нуля, используемых для текущей настройки апертуры.

Установки автоматической подстройки нуля

Установка автоматической подстройки нуля	Описание
OFF	Отключение автоматического измерения опорных значений
ONCE	Отключение автоматического измерения опорных значений после однократного выполнения одного измерения опорного значения и одного измерения для автоматической подстройки нуля.
AUTO	Автоматическое выполнение нового измерения каждый раз, когда процессор определит, что данные устарели

Установка автоматической подстройки нуля с передней панели

Для установки автоматической подстройки нуля с передней панели выполните следующие шаги:

1. Нажмите клавишу **CONFIG**, затем клавишу **MEAS**.
2. Поверните колесо управления  и выберите **AUTO-ZERO**, затем нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления .
3. Поворотом колеса управления  выберите необходимый режим (**OFF (выключено)**, **ONCE (однократно)** или **AUTO (автоматически)**), после этого нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления .
4. Нажмите клавишу **EXIT (LOCAL)** для возврата в нормальный режим.

Установка автоматической подстройки нуля в дистанционном режиме

Используйте команду автоматической подстройки нуля с соответствующим дополнением, как показано в таблице ниже. Например, для разрешения измерений опорного значения в автоматическом режиме для канала А выполните следующую команду:

```
smua.measure.autozero = smua.AUTOZERO_AUTO
```

Команда автоматической подстройки нуля с дополнениями

Команда**	Описание
smuX.measure.autozero = smuX.AUTOZERO_OFF	Отключение автоматической подстройки нуля*
smuX.measure.autozero = smuX.AUTOZERO_ONCE	Принудительное выполнение одного измерения
smuX.measure.autozero = smuX.AUTOZERO_AUTO	Включение автоматического режима измерения при необходимости

* В случае отключения автоматического измерения будут использоваться старые сохраненные данные о числе циклов сети питания (см. раздел «Кэширование данных о числе циклов сети питания» на стр. 2-32).

**smuX : Для моделей 2601В, 2611В и 2635В данное значение - smua (канал А); для моделей 2602В, 2604В, 2612В, 2614В, 2634В и 2636А данное значение может быть smua (для канала А) или smub (для канала В).

Кэширование данных о числе циклов сети питания

Кэширование данных о числе циклов сети питания позволяет повысить скорость работы прибора, благодаря сохранению опорного значения А/Ц преобразования и автоматической подстройки нуля для 10 последних настроек апертуры измерений. Обращение к кэш-памяти выполняется каждый раз при изменении скорости объединения с помощью клавиши SPEED или после вызова настройки пользователя. Если скорость объединения уже сохранена в кэш-памяти, то сохраненные опорные данные и данные автоподстройки вызываются и используются. Если скорость объединения не сохранена в кэш-памяти, то прибор получает эти данные и сохраняет их в кэш-памяти. При наличии 10 сохраненных значений числа циклов сети питания самое старое перезаписывается на новое. Если автоподстройка нуля отключена, то значения числа циклов сети питания, сохраненные в кэш-памяти, будут использоваться независимо от того, насколько они устарели.

Основные процедуры воспроизведения/измерения

Процедуры воспроизведения/измерения, выполняемые с передней панели

Процедуры, приведенные ниже, позволяют выполнить основные операции по воспроизведению/измерению с помощью прибора серии 2600В. Процедура ниже предполагает, что прибор серии 2600В уже подключен к тестируемому устройству, как описано в разделе «Подключение тестируемого устройства» (стр. 2-48).



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

На выходных и защитных клеммах могут присутствовать опасные напряжения. Во избежание поражения электрическим током, которое может привести к травме или смерти, ЗАПРЕЩАЕТСЯ выполнять подключения или отключения при включенном питании прибора. Отключите питание оборудования с помощью органов управления на передней панели или отсоедините шнур сетевого питания от разъема на задней панели прибора перед работой с кабелями, подключенными к выходам. Перевод прибора в состояние ожидания не гарантирует отсутствие мощности на выходах в случае аппаратной или программной неисправности.



Шаг 1: Выбор и настройка уровня воспроизводимого сигнала

Процедура выбора типа воспроизводимого сигнала и редактирования его значения:

1. Нажмите клавишу **SRC** и выберите режим напряжения (**V-Source**) или режим тока (**I-Source**) в соответствии с единицей в поле воспроизведения на экране. Моргающий символ (курсор) указывает на значение, доступное в данный момент для редактирования.
2. Переместите курсор на символ, который требуется изменить, затем войдите в режим редактирования посредством нажатия колеса управления . На экране прибора отобразится индикатор EDIT.
3. С помощью клавиш настройки диапазона **RANGE** выберите диапазон, включающий значение, которое планируется установить. Для получения максимально точных результатов рекомендуется использовать минимально возможный диапазон источника.
4. Введите желаемое значение воспроизводимого сигнала.
5. Нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления  для завершения редактирования.

Шаг 2: Настройка границ допустимых значений

Процедура изменения границ допустимых значений:

1. Если прибор имеет два канала (модели 2602В, 2604В, 2612В, 2614В, 2634В и 2636В) и находится в двухканальном режиме отображения, то выполните следующие действия (шаги а, б и в). В противном случае переходите к следующему шагу.
 - а) Нажмите клавишу **CONFIG**.
 - б) Нажмите клавишу **LIMIT** и выберите CURRENT (ток) или VOLTAGE (напряжение).
 - в) Нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления .
2. Если прибор имеет только один канал (модели 2601В, 2611В и 2635В) или два канала, но находится в одноканальном режиме отображения, нажмите клавишу **LIMIT**.
3. Переместите курсор на цифру, которую нужно изменить, затем нажмите колесо управления  для входа в режим редактирования. На экране загорится индикатор EDIT.
4. Введите желаемое значение ограничения, затем нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления для завершения редактирования.

Шаг 3: Выбор функции и диапазона измерения

Процедура выбора функции и диапазона измерения:

1. Если прибор имеет два канала (модели 2602В, 2604В, 2612В, 2614В, 2634В и 2636В), переведите его в одноканальный режим отображения (если это еще не сделано) посредством нажатия клавишу **DISPLAY**. В противном случае переходите к следующему шагу.
2. Выберите желаемую функцию измерения нажатием клавиши **MEAS**.
3. Установите желаемый диапазон измерения с помощью клавиш **RANGE** или включите автоматический режим настройки диапазона **AUTO RANGE**, помня при этом о следующем:
 - При измерении источника (например, при воспроизведении напряжения и измерении напряжения) невозможно выбрать диапазон измерения с помощью клавиш **RANGE**. Выбранный диапазон воспроизведения сигнала определяет диапазон измерения.
 - Если измерение источника не выполняется (например, когда идет воспроизведение напряжения, но измерение тока), выбор диапазона измерения может проводиться в ручном или автоматическом режиме. При использовании ручного режима настройки диапазона для обеспечения максимальной точности рекомендуется использовать минимально возможный диапазон. После включения автоматического режима установки диапазона прибор серии 2600В для выполнения измерения автоматически переходит на наиболее чувствительный диапазон.

Шаг 4: Включение вывода сигнала

Запустите вывод нажатием кнопки **OUTPUT ON/OFF**. На экране появляется индикатор OUTPUT.

Шаг 5: Снимите показания с экрана.

Снимите показания с экрана. Нажмите клавишу **TRIG**, если необходимо запустить прибор для выполнения измерения. Показания отображаются в верхней строчке, а значения воспроизводимого сигнала и ограничения – в нижней.

Шаг 6: Выключение вывода

После окончания измерения отключите вывод нажатием **OUTPUT ON/OFF**. Индикатор OUTPUT на экране погаснет.

Процедуры воспроизведения/измерения в дистанционном режиме

Основные процедуры воспроизведения/измерения могут также выполняться в дистанционном режиме. Для этого необходимо послать в прибор соответствующие команды. В таблице ниже сведены основные команды процедур воспроизведения/измерения.

Команда*	Описание
<code>smuX.measure.autorangei = smuX.AUTORANGE_ON</code>	Включение автоматического диапазона измерения тока
<code>smuX.measure.autorangev = smuX.AUTORANGE_ON</code>	Включение автоматического диапазона измерения напряжения
<code>smuX.measure.autorangei = smuX.AUTORANGE_OFF</code>	Отключение автоматического диапазона измерения тока.
<code>smuX.measure.autorangev = smuX.AUTORANGE_OFF</code>	Отключение автоматического измерения напряжения
<code>smuX.measure.rangei = rangeval</code>	Установка диапазона измерения тока
<code>smuX.measure.rangev = rangeval</code>	Установка диапазона измерения напряжения
<code>reading = smuX.measure.i()</code>	Запрос показания тока
<code>reading = smuX.measure.v()</code>	Запрос показания напряжения
<code>iReading, vReading = smuX.measure.iv()</code>	Запрос показания тока и напряжения
<code>reading = smuX.measure.r()</code>	Запрос показания сопротивления
<code>reading = smuX.measure.p()</code>	Запрос показания мощности
<code>smuX.source.autorangei = smuX.AUTORANGE_ON</code>	Включение автоматического диапазона вывода тока
<code>smuX.source.autorangev = smuX.AUTORANGE_ON</code>	Включение автоматического диапазона вывода напряжения.
<code>smuX.source.autorangei = smuX.AUTORANGE_OFF</code>	Выключение автоматического диапазона вывода тока
<code>smuX.source.autorangev = smuX.AUTORANGE_OFF</code>	Выключение автоматического диапазона вывода напряжения.
<code>smuX.source.func = smuX.OUTPUT_DCVOLTS</code>	Выбор функции вывода напряжения.
<code>smuX.source.func = smuX.OUTPUT_DCAMPS</code>	Выбор функции вывода тока.
<code>smuX.source.leveli = sourceval</code>	Установка значения вывода тока
<code>smuX.source.levelv = sourceval</code>	Установка значения вывода напряжения
<code>smuX.source.limiti = level</code>	Установка ограничения по току
<code>smuX.source.limitv = level</code>	Установка ограничения по напряжению
<code>smuX.source.limitp = level</code>	Установка ограничения по мощности
<code>smuX.source.output = smuX.OUTPUT_ON</code>	Включение вывода.
<code>smuX.source.output = smuX.OUTPUT_OFF</code>	Выключение вывода.
<code>smuX.source.rangei = rangeval</code>	Установка диапазона воспроизведения тока.
<code>smuX.source.rangev = rangeval</code>	Установка диапазона воспроизведения напряжения.
<code>smuX.sense = smuX.SENSE_LOCAL</code>	Измерение в локальном режиме (2 провода).
<code>smuX.sense = smuX.SENSE_REMOTE</code>	Измерение в дистанционном режиме (4 провода).

*smuX : Для моделей 2601B, 2611B и 2635B данное значение smua (Канал A); для моделей 2602B, 2604B, 2612B, 2614B, 2634B и 2636B данное значение может быть smua (для канала A) или smub (для канала B).

Запрос показаний

Запрос показаний осуществляется включением соответствующей команды измерения в качестве аргумента для команды `print()`. Ниже показан пример запроса показания тока по каналу A:

```
print(smua.measure.i())
```

Пример программы для выполнения процедуры воспроизведения/измерения

Пример ниже демонстрирует настройку и последовательность команд для выполнения базовой процедуры воспроизведения/измерения со следующими параметрами:

- Функция воспроизведения и диапазон: напряжение, автоматический
- Уровень вывода воспроизводимого сигнала: 5 В
- Ограничение допустимых значений по току: 10 мА
- Функция измерения и диапазон: ток, 10 мА

```
-- Восстановление значений по умолчанию прибора серии 2600В.  
smua.reset()  
-- Выбор функции воспроизведения напряжения.  
smua.source.func = smua.OUTPUT_DCVOLTS  
-- Установка диапазона воспроизводимого сигнала на авто.  
smua.source.autorangev = smua.AUTORANGE_ON  
-- Установка воспроизведения напряжения на 5 В.  
smua.source.levelv = 5  
-- Установка ограничения по току на 10 мА.  
smua.source.limiti = 10e-3  
-- Установка диапазона по току на 10 мА.  
smua.measure.rangei = 10e-3  
-- Включение вывода.  
smua.source.output = smua.OUTPUT_ON  
-- Распечатка и помещение результатов в буфер.  
print(smua.measure.i(smua.nvbuffer1))  
-- Выключение вывода  
smua.source.output = smua.OUTPUT_OFF
```

Запуск в локальном режиме

Выполнение основных процедур воспроизведения сигнала и измерения, описываемых в данном разделе, не требует изменения каких-либо настроек запуска.

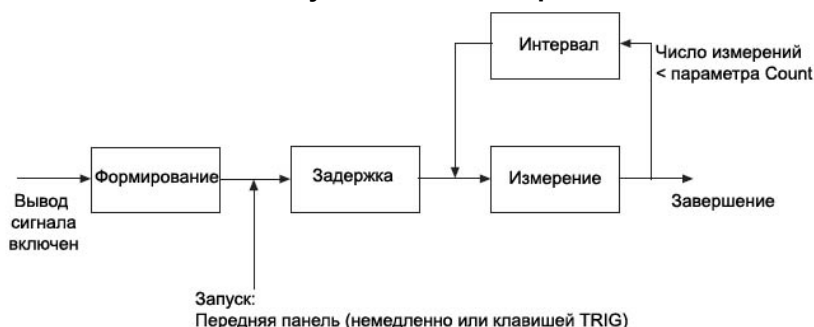
ПОДСКАЗКА

Для сброса прибора на заводские настройки по умолчанию нажмите клавишу **MENU**, а затем выберите **SETUP>RECALL>INTERNAL>FACTORY**.

На рисунке ниже показана общая последовательность запуска измерения:

- После включения вывода установленное значение воспроизводимого сигнала немедленно подается на тестируемое устройство (DUT).
- (только для передней панели) Если выбран режим немедленного запуска, измерение будет запущено сразу же. Однако если выбран режим ручного запуска, то для запуска измерения потребуется нажать клавишу TRIG на передней панели.
- Прибор находится в режиме ожидания в течение установленного времени задержки (если имеется).
- Прибор выполняет одно измерение.
- Если число измерений меньше установленного числа запусков, то прибор выполняет еще одно измерение (измерительный цикл будет повторяться бесконечно, если число запусков установлено на неопределенное значение).
- В случае выполнения нескольких измерений прибор находится в режиме ожидания в течение установленного периода (если таковой был установлен) перед выполнением следующего измерения.

Рис. 11. Запуск в локальном режиме



Настройка параметров запуска в локальном режиме

На передней панели нажмите клавишу **CONFIG**, а затем выберите **TRIG**. На экране отобразятся следующие позиции меню:

TRIGGER-IN: Выбор типа запуска:

- **IMMEDIATE** (немедленный): Запуск выполняется сразу же, и прибор начинает работу сразу же, как только он готов выполнять измерения (например, после включения вывода).
- **MANUAL** (ручной): Для запуска прибора требуется нажать клавишу на передней панели TRIG.

COUNT: Настройка числа запусков (числа измерений):

- **FINITE:** Прибор выполнит установленное число измерительных циклов (от 1 до 99999).
- **INFINITE:** Прибор будет выполнять измерения до тех пор, пока он не будет принудительно остановлен.

INTERVAL: Настройка временного интервала между измерениями (от 0 с до 999.999 с) при числе запусков более 1.




DELAY: Настройка времени задержки между запуском и началом измерения (от 0 с до 999.999 с).

Пример запуска с передней панели

В примере ниже показывается процедура настройки параметров запуска для следующих требований:

- Запуск в ручном режиме (клавиша TRIG)
- Бесконечное повторение циклов измерения
- Интервал (время между измерениями): 1 с
- Задержка (время между запуском и началом измерения): 2 с


Настройка параметров запуска

1. Нажмите клавишу **CONFIG**, а затем клавишу **TRIG**.
2. Выберите **TRIGGER-IN**, а затем нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления .
3. Выберите **MANUAL**, а затем нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления .
4. Выберите **COUNT**, выберите **INFINITE**, а затем нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления.
5. Выберите **INTERVAL**, установите интервал на 1 с, а затем нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления .
6. Выберите **DELAY**, установите время задержки на 2 с, а затем нажмите клавишу **ENTER**.
7. Нажмите клавишу **EXIT (LOCAL)** для возврата в нормальный режим отображения.
8. Нажмите **OUTPUT ON/OFF** для включения вывода.
9. Нажмите клавишу **TRIG**. Перед первым измерением прибор ждет в течение 2 секунд. Затем прибор начинает выполнять измерительные циклы бесконечно с интервалом в 1 секунду между измерениями.
10. Нажмите **OUTPUT ON/OFF** еще раз, чтобы остановить измерения.

Настройка прибора на выполнение только измерений с помощью клавиши MODE

Помимо использования в качестве традиционного измерителя-калибратора прибор серии 2600В также может использоваться в качестве измерителя тока, напряжения, сопротивления или мощности.

Настройка прибора для работы в режиме измерителя напряжения, тока, сопротивления или мощности:

1. Нажмите клавишу **MODE**.
2. Поворотом колеса управления  выберите в меню желаемый режим измерения (**I-METER**, **V-METER**, **OHM-METER** или **WATT-METER**)
3. Нажмите клавишу **ENTER** для завершения настройки прибора на выбранный режим измерения.

Для выполнения настроек вручную см. следующие разделы:

- Измерения напряжения и тока (стр. 2-38)
- Измерения сопротивления (стр. 2-38)
- Измерения мощности (стр. 2-42)

Измерения напряжения и тока

Процедура измерения напряжения и тока без использования клавиши MODE (например, при настройке параметров только измерения в дистанционном режиме):

Измерение напряжения или тока:

1. Выберите необходимую функцию:
V-meter (Вольтметр): Нажмите клавишу **SRC** и выберите режим воспроизведения тока, затем нажмите клавишу **MEAS** и выберите функцию измерения напряжения.
I-meter (Амперметр): Нажмите клавишу **SRC** и выберите режим воспроизведения напряжения, затем нажмите клавишу **MEAS** и выберите функцию измерения тока.
2. Установите уровни воспроизведения сигнала и границы допустимых значений. Для изменения уровня воспроизведения и допустимых значений выполните п.1 и 2 процедуры воспроизведения/измерения с помощью передней панели (стр. 2-33).
 - a. Выберите самый низкий диапазон воспроизведения и установите уровень воспроизводимого сигнала на ноль.
 - b. Установите уровень допустимых значений выше, чем ожидается во время измерения.



ОСТОРОЖНО

При использовании прибора серии 2600В в качестве вольтметра допустимое напряжение должно быть установлено выше измеряемого напряжения. В противном случае возможна подача чрезмерного тока в прибор серии 2600В и получение некорректных результатов измерения.

4. С помощью клавиш **RANGE** выберите фиксированный диапазон измерения, в который будет входить ожидаемое значение. Для получения максимально точных показаний используйте минимально возможный диапазон. Также можно выбрать автоматический режим настройки диапазона, при котором прибор серии 2600В автоматически установит максимально подходящий диапазон.
5. Подключите к прибору серии 2600В тестируемое устройство для измерения напряжения или тока, используя двухпроводную методику (см. раздел «Подключение тестируемого устройства» на стр. 2-48).
6. Нажмите **OUTPUT ON/OFF** для включения вывода.
7. После завершения измерения нажмите **OUTPUT ON/OFF**, чтобы отключить вывод.

Измерение сопротивления

Вычисление значения сопротивления

Значение сопротивления вычисляется на основе полученных результатов измерения тока и напряжения в соответствии со следующей формулой:

$$R = V/I$$

где:

R - вычисленное сопротивление

V – измеренное напряжение

I – измеренный ток

Ранжировка значений сопротивления

Функция измерения сопротивления с помощью органов управления на передней панели не использует ранжировку. Прибор преобразует результат вычисления так, чтобы он наилучшим образом помещался на экране. Если значение сопротивления очень мало (<1 МОм), то на экране могут отображаться начальные нули.

Основная процедура измерения сопротивления

При использовании клавиши MODE для выбора режима измерения сопротивления прибор серии 2600В автоматически устанавливается на режим воспроизведения тока с уровнем 1 мА. При необходимости изменить функцию, величину воспроизведения сигнала или границы допустимых значений (другими словами, если необходимо изменить стандартные настройки, устанавливаемые при нажатии клавиши MODE) необходимо выполнить процедуру ниже. Предполагается, что прибор серии 2600В уже подключен к тестируемому устройству, как описано в разделе «Подключение к тестируемому устройству» (стр. 2-48).

Измерение сопротивления:

Для выполнения данной процедуры двухканальные приборы (модели 2602В, 2604В, 2612В, 2614В, 2634В и 2636В) должны быть переведены в одноканальный режим отображения. На этих моделях нажмите клавишу **DISPLAY** и выберите одноканальный режим отображения. См. раздел «Режим отображения» (стр. 2-24).

1. Нажмите клавишу **SRC** и выберите нужную функцию воспроизведения
2. Установите параметры вывода (тока или напряжения в зависимости от выбранной функции) на желаемое значение на основании ожидаемого сопротивления. См. п. 1: Выбор и настройка уровня источника сигнала (стр. 2-33)
3. Нажмите клавишу **LIMIT** и измените значение ограничения напряжения или тока. При установке ограничения напряжения установите ограничение выше максимального ожидаемого напряжения на тестируемом резисторе. При установке ограничения тока установите ограничение тока на максимальное значение ожидаемого тока, протекающего через тестируемый резистор, или выше. См. п. 2. Установка границ допустимых значений (стр. 2-33).
4. Нажмите клавишу **MEAS** для отображения напряжения или тока.
5. Проверьте, что автоматический диапазон измерения включен (в случае необходимости нажмите клавишу **AUTO**).
6. Нажмите **MEAS** нужное число раз, прибор отобразит значение сопротивления.
7. Включите вывод сигнала посредством нажатия **OUTPUT ON/OFF**.
8. Снимите показания с экрана (при необходимости нажмите клавишу **TRIG**). После снятия всех необходимых показаний отключите вывод сигнала посредством нажатия **OUTPUT ON/OFF**.

Команды для измерения сопротивления в дистанционном режиме

Для получения данных о сопротивлении используйте функцию `smuX.measure.r()`. Пример ниже показывает, как получить данные о сопротивлении на приборе А:

```
reading = smua.measure.r()
```

Подробнее о командах, необходимых для настройки функций воспроизведения и измерения, см. в разделе «Процедура воспроизведения/измерения в дистанционном режиме» (стр. 2-34).

Пример настройки измерения сопротивления в дистанционном режиме

В примере ниже показана процедура настройки и последовательность команд типового измерения сопротивления со следующими параметрами:

- Функция воспроизведения: ток, диапазон 10 мА, выход 10 мА
- Диапазон измерения напряжения: авто
- Допустимые значения напряжения: 10 В
- Режим измерения: четырехпроводный

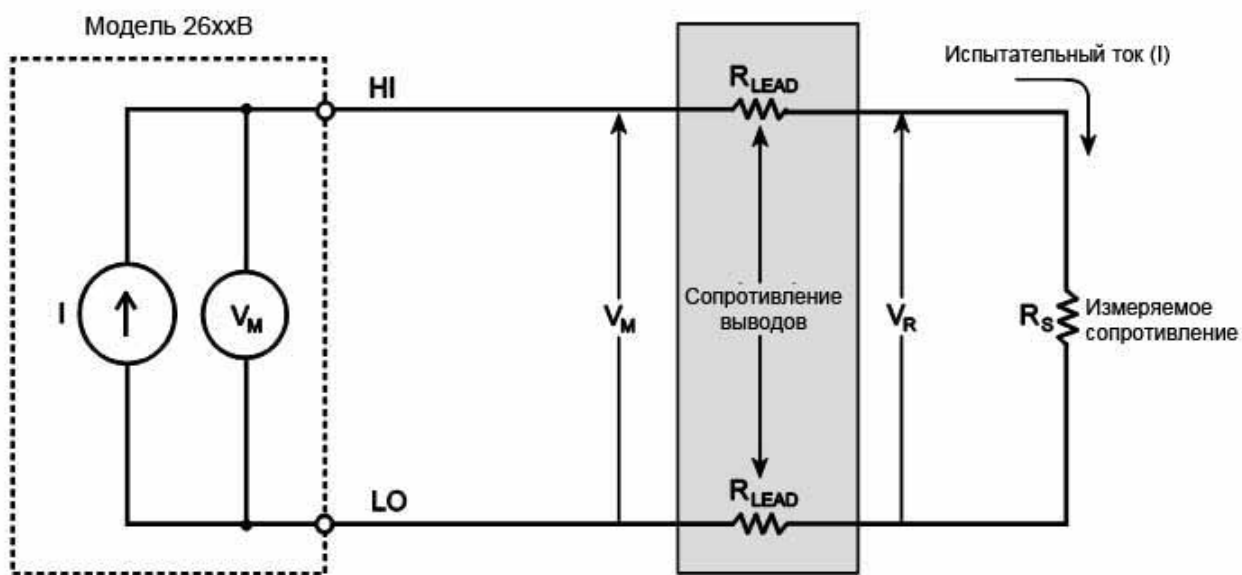
```
-- Восстановление настроек по умолчанию на приборе серии 2600В.  
smua.reset()  
-- Выбор функции воспроизведения тока.  
smua.source.func = smua.OUTPUT_DCAMPS  
-- Установка диапазона воспроизведения на 10 мА.  
smua.source.rangei = 10e-3  
-- Установка значения воспроизведения тока на 10 мА.  
smua.source.leveli = 10e-3  
-- Установка ограничения по напряжению на 10 В.  
smua.source.limitv = 10  
-- Включение четырехпроводного режима измерения сопротивления.  
smua.sense = smua.SENSE_REMOTE  
-- Установка автоматического определения диапазона напряжения.  
smua.measure.autorangev = smua.AUTORANGE_ON  
-- Включение вывода.  
smua.source.output = smua.OUTPUT_ON  
-- Получение данных о сопротивлении.  
print(smua.measure.r())  
-- Отключение вывода.  
smua.source.output = smua.OUTPUT_OFF
```

Методы измерения сопротивления

Сопротивление можно измерить с помощью двухпроводного или четырехпроводного подключения. Подробнее о способах подключения и методах измерения см. в разделе «Подключение тестируемого устройства» (стр. 2-48).

Преимущество двухпроводного метода состоит в том, что для измерения требуется только два тестовых вывода. Однако в случае с двухпроводной схемой сопротивление тестовых выводов может существенно повлиять на точность измерения, особенно при более низких сопротивлениях.

Рис. 12: Измерение сопротивления двухпроводным методом



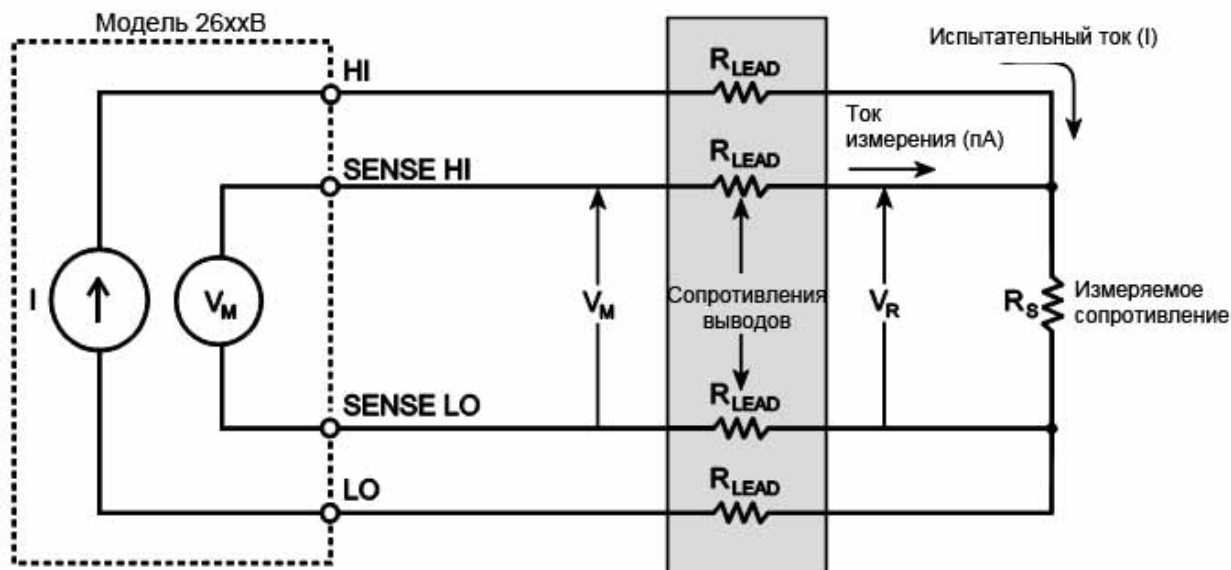
I = Воспроизводимый ток
 V_M = Измеренное напряжение
 V_R = Напряжение на резисторе

$$\text{Измеренное сопротивление} = \frac{V_M}{I} = R_s + (2 \times R_{LEAD})$$

$$\text{Фактическое сопротивление} = \frac{V_R}{I} = R_s$$

Четырехпроводный метод позволяет минимизировать или полностью устранить погрешность, вносимую сопротивлением тестовых выводов, благодаря измерению напряжения на тестируемом резисторе с помощью второго комплекта тестовых выводов. В связи с высоким входным импедансом вольтметра ток, проходящий через измерительные выводы, незначителен, а измеряемое напряжение практически такое же, как напряжение на тестируемом резисторе.

Рис. 13: Измерение сопротивления четырехпроводным методом



I = ток, подаваемый прибором 26xxB

V_M = напряжение, измеренное прибором 26xxB

V_R = напряжение на резисторе

Поскольку ток измерения можно не принимать в расчет, то $V_M = V_R$,

$$\text{а измеренное сопротивление} = \frac{V_M}{I} = \frac{V_R}{I} = R_S$$

Измерение мощности

Вычисление мощности

Значение мощности вычисляется на основании данных о токе и напряжении в соответствии со следующей формулой:

$$P = V \times I$$

где:

P - результат вычисления мощности

V - воспроизведенное или измеренное напряжение

I – воспроизведенный или измеренный ток

Основные процедуры измерения мощности

При необходимости изменения стандартных настроек, устанавливаемых с помощью клавиши MODE, выполните процедуру, описанную ниже. Предполагается, что прибор серии 2600В уже подключен к тестируемому устройству, как описано в разделе «Подключение к тестируемому устройству» (стр. 2-48).



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

На выходных и защитных клеммах могут присутствовать опасные напряжения. Во избежание поражения электрическим током, которое может привести к травме или смерти, ЗАПРЕЩАЕТСЯ выполнять подключения или отключения при включенном питании прибора серии 2600В. Отключите питание оборудования с помощью органов управления на передней панели или отсоедините шнур сетевого питания от разъема на задней панели прибора серии 2600В перед работой с кабелями, подключенными к выходам. Перевод прибора в состояние ожидания не гарантирует отсутствие мощности на выходах в случае аппаратной или программной неисправности.

Процедура измерения мощности:

Для выполнения данной процедуры двухканальные приборы (модели 2602В, 2604В, 2612В, 2614В, 2634В и 2636В) должны быть переведены в одноканальный режим отображения. Для этих моделей нажмите клавишу **DISPLAY** и выберите одноканальный режим отображения. См. раздел «Режим отображения» (стр. 2-24).

1. Нажмите клавишу **SRC** и выберите нужную функцию воспроизведения (воспроизведение тока или напряжения).
2. Установите параметры вывода (тока или напряжения в зависимости от выбранной функции) на желаемое значение. См. п. 1: **Выбор и настройка уровня источника сигнала** (стр. 2-32).
3. Нажмите клавишу **LIMIT** и установите ограничение по току или напряжению выше максимального ожидаемого напряжения на тестируемом устройстве. См. п. 2. Процедура воспроизведения/измерения с помощью передней панели (стр. 2-32).
4. Нажмите клавишу **MEAS** необходимое число раз для отображения мощности.
5. Включите вывод сигнала посредством нажатия **OUTPUT ON/OFF**.
6. Снимите показания с экрана (при необходимости нажмите клавишу **TRIG**).
7. После снятия всех необходимых показаний отключите вывод сигнала посредством нажатия **OUTPUT ON/OFF**.

Настройка измерения мощности в дистанционном режиме

Ниже приводится список основных команд, необходимых для настройки измерения мощности, а также пример типового измерения мощности.

Команды для измерения мощности в дистанционном режиме

Пример ниже показывает, как получить данные о мощности на приборе А:

```
reading = smua.measure.p()
```

Подробнее о командах, необходимых для настройки функций воспроизведения и измерения, см. в разделе «Процедура воспроизведения/измерения в дистанционном режиме» (стр. 2-34).

Пример настройки измерения мощности в дистанционном режиме

В примере ниже показана процедура настройки и последовательность команд типового измерения мощности со следующими параметрами:

- Функция воспроизведения: напряжение, автодиапазон, вывод 5 В
- Функция измерения тока и диапазон: ток, авто
- Допустимые значения тока: 50 мА

```
-- Восстановление настроек по умолчанию на приборе серии 2600В.  
smua.reset()  
-- Выбор функции воспроизведения напряжения.  
smua.source.func = smua.OUTPUT_DCVOLTS  
-- Настройка воспроизведения  
smua.source.autorangev = smua.AUTORANGE_ON  
-- Установка воспроизводимого напряжения на 5 В.  
smua.source.levelv = 5  
-- Установка ограничения тока на 50 мА.  
smua.source.limiti = 50e-3  
-- Установка диапазона тока на автоматический режим.  
smua.measure.autorangei = smua.AUTORANGE_ON  
-- Включение выхода.  
smua.source.output = smua.OUTPUT_ON  
-- Получение данных о мощности.  
print(smua.measure.p())  
-- Отключение выхода.  
smua.source.output = smua.OUTPUT_OFF
```

Проверка контактов

ПРИМЕЧАНИЕ

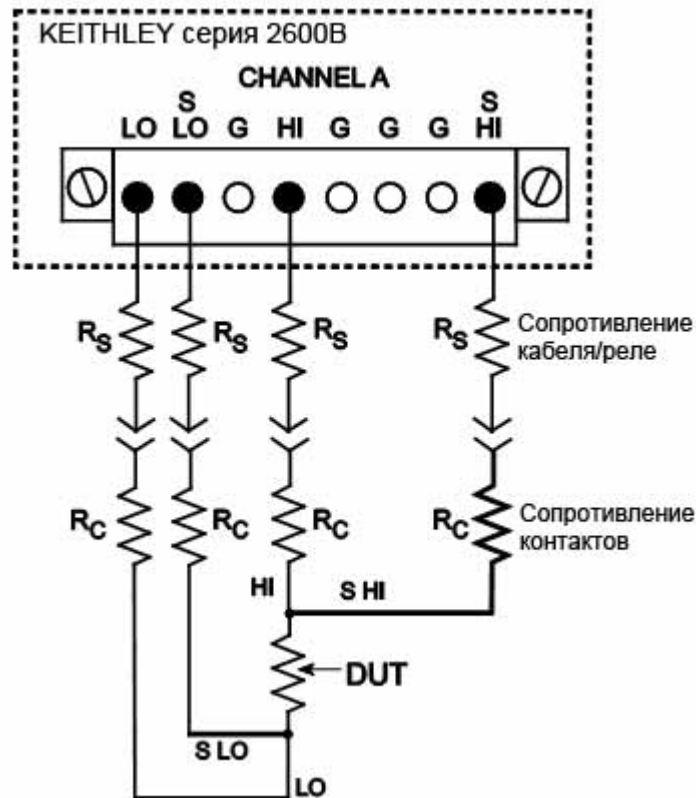
Для моделей 2604В, 2614В и 2634В проверка контактов не выполняется.

Обзор

Функция проверки контактов позволяет не допустить выполнение измерений, которые могут быть ошибочными вследствие чрезмерного сопротивления в силовых или измерительных выводах при проведении измерений с длинными потенциальными проводами (схема Кельвина). В число возможных источников подобного сопротивления входят некачественные соединения на тестируемом устройстве, неисправные контакты реле на коммутационной плате, а также слишком длинные или тонкие провода. Чтобы воспользоваться функцией проверки контактов, ограничение по току должно быть не менее 1 мА (что обеспечит протекание тока достаточной силы при выполнении теста), а калибратор-измеритель не должен находиться в высокоимпедансном режиме отключенного вывода.

Функция проверки контактов также позволяет обнаружить размыкание цепи, которое может случиться при неправильном подключении или смещении четырехточечного зонда. Данное отношение показано схематично в командах проверки контактов, где R_c – это сопротивление механического контакта на тестируемом устройстве, а R_s – это последовательное сопротивление реле и кабелей.

Рис. 14: Схема подключения для проверки контактов



Команды для проверки контактов

В таблице ниже сведены основные команды для проверки контактов.

Основные команды для проверки контактов

Команда*	Описание
<code>flag = smuX.contact.check()</code>	Определение, находится ли сопротивление контактов ниже порога.
<code>rhi, rlo = smuX.contact.r()</code>	Измерение сопротивления контактов.
<code>smuX.contact.speed = speed_opt</code>	Настройка скорости <code>speed_opt</code> на одно из следующих значение: 0 или <code>smuX.CONTACT_FAST</code> (быстрая) 1 или <code>smuX.CONTACT_MEDIUM</code> (средняя) 2 или <code>smuX.CONTACT_SLOW</code> (медленная)
<code>smuX.contact.threshold = rvalue</code>	Порог сопротивления для функции проверки контактов

**smuX : Для моделей 2601B, 2611B и 2635B данное значение smua (Канал A); для моделей 2602B, 2604B, 2612B, 2614B, 2634B, и 2636B данное значение может быть smua (для канала A) или smub (для канала B).

Пример программы для проверки контактов

В примере ниже показана настройка и последовательность команд типового измерения для проверки контактов. Данные команды устанавливают скорость проверки контактов на быстрый режим, а порог на 100 Ом. После этого выполняется измерение для проверки контактов, и результат сравнивается с пороговым значением. Если успешного выполнения теста не происходит, то прибор проводит более тщательное измерение и прекращает выполнение теста. В ином случае включается вывод сигнала, и выполнение теста продолжается.

```
-- Восстановление значений по умолчанию.  
smua.reset()  
-- Установка скорости на режим «быстро».  
smua.contact.speed = smua.CONTACT_FAST  
-- Установка порогового значения на 100 Ом.  
smua.contact.threshold = 100  
-- Проверка контактов на соответствие установленному пороговому значению.  
if not smua.contact.check() then  
    -- Установка скорости на режим «медленно».  
    smua.contact.speed = smua.CONTACT_SLOW  
    -- Получение данных о сопротивлении.  
    rhi, rlo = smua.contact.r()  
    -- Передача данных о сопротивлении в главное устройство.  
    print(rhi, rlo)  
    -- Завершение выполнения.  
    exit()  
end  
-- Включение выхода и продолжение теста.  
smua.source.output = smua.OUTPUT_ON
```

Пользовательские настройки

Прибор серии 2600B может быть настроен на одну из шести конфигураций, сохраненных в энергонезависимой памяти (5 пользовательских конфигураций и одна заводская по умолчанию), или на любую конфигурацию, сохраненную на внешнем USB-устройстве для хранения данных. При отправке с завода-изготовителя прибор серии 2600B после включения загружает оригинальные настройки по умолчанию, перезапись которых невозможна. Настройки по умолчанию также содержатся в пяти ячейках памяти для хранения пользовательских настроек, но они могут быть перезаписаны.

Конфигурация, используемая прибором при включении, также может быть изменена.


Сохранение пользовательских настроек

Текущая настройка прибора серии 2600B может быть сохранена во внутреннюю энергонезависимую память или на внешнее USB-устройство для хранения данных.

Процедура сохранения пользовательской настройки в энергонезависимую память:

1. Выполните настройки, которые необходимо сохранить.
2. Нажмите клавишу **MENU**.
3. Выберите **SETUP**, а затем нажмите клавишу **ENTER**.
4. Выберите пункт меню **SAVE**, а затем нажмите клавишу **ENTER**.
5. Выберите пункт меню **INTERNAL**, а затем нажмите клавишу **ENTER**.
6. Выберите номер пользовательской настройки (от 1 до 5) и нажмите клавишу **ENTER**.

Процедура сохранения пользовательской настройки на внешнее USB-устройство хранения данных

1. Выполните настройки, которые необходимо сохранить.
2. Вставьте внешнее USB-устройство хранения данных в порт USB на передней панели прибора серии 2600B.
3. Нажмите клавишу **MENU**.
4. Выберите **SETUP** и нажмите клавишу **ENTER**.
5. Выберите пункт меню **SAVE**, а затем нажмите клавишу **ENTER**.
6. Выберите пункт меню **USB1**. На экране отобразится `setup000.set`.
7. Поворотом колеса управления  измените последние три цифры в названии файла и нажмите клавишу **ENTER**.

Вызов сохраненной настройки

Сохраненные во внутренней энергонезависимой памяти или на USB-устройстве хранения данных настройки можно вызвать в любой момент. Для этого:

1. Нажмите клавишу **MENU** для входа в главное меню.
2. Выберите **SETUP** и нажмите клавишу **ENTER**.
3. Выберите позицию меню **RECALL** и нажмите клавишу **ENTER**.
4. Выберите нужную позицию из следующих вариантов:
 - INTERNAL (внутренняя память)
 - USB1 (USB-устройство хранения данных)

Только для вызова из внутренней памяти (INTERNAL) выполните одно из следующих действий:

- Выберите **FACTORY** для восстановления заводских настроек по умолчанию и нажмите клавишу **ENTER**.
- Выберите номер пользовательской ячейки (от 1 до 5) и нажмите клавишу **ENTER**.

Только для USB1: Выберите соответствующий файл и нажмите клавишу **ENTER**.

Начальная конфигурация

Органы управления на передней панели позволяют выполнить настройки конфигурации, которая будет использоваться при запуске прибора серии 2600В. Для этого необходимо указать, какую из ранее сохраненных настроек (вызванную из внутренней энергонезависимой памяти) следует использовать в качестве начальной конфигурации. Для этого выполните следующие шаги:

1. Нажмите клавишу **MENU** для входа в главное меню.
2. Выберите **SETUP** и нажмите клавишу **ENTER**.
3. Выберите **POWERON** и нажмите клавишу **ENTER**.
4. Выберите требуемую конфигурацию.
5. Нажмите клавишу **ENTER**.
6. Нажмите клавишу **EXIT (LOCAL)** для возврата в главное меню.

Сохранение пользовательских настроек в дистанционном режиме

Сохранение и вызов пользовательских настроек

Для сохранения и вызова пользовательских настроек используйте функции `setup.save()` и `setup.recall()`.

В примере ниже показывается, как сохранить текущую настройку в качестве настройки 1, а затем вызвать настройку 1:

```
-- Сохранение текущей настройки в энергонезависимую память.  
setup.save(1)  
-- Вызов сохраненной пользовательской настройки из энергонезависимой памяти.  
setup.recall(1)
```

Восстановление заводских настроек по умолчанию

Для возврата прибора серии 2600В на оригинальные заводские настройки по умолчанию можно воспользоваться одной из функций сброса:

Восстановление всех заводских настроек по умолчанию на всех узлах сети TSP-Link®:

```
reset()
```

Восстановление всех заводских настроек по умолчанию (обратите внимание, что `*rst` не используется в сценариях):

```
*rst
```

Восстановление всех заводских настроек по умолчанию:

```
setup.recall(0)
```

Восстановление настроек по умолчанию для канала А:

```
smua.reset()
```

Сброс только локального узла TSP-Link:

```
localnode.reset()
```

Начальная конфигурация

Пользователь может указать, какую конфигурацию прибор должен использовать в качестве начальной. Для выбора группы настроек, к которой прибор должен вернуться в момент включения, используйте атрибут `setup.poweron`. Для этого выполните следующие действия:

```
setup.poweron = n -- Выбор начальной настройки
```

где:

`n = 0` (*RST/reset() заводские значения по умолчанию)

`n = от 1 до 5` (пользовательские настройки 1-5)

Подключение тестируемого устройства



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

На выходных и защитных клеммах могут присутствовать опасные напряжения. Во избежание поражения электрическим током, которое может привести к травме или смерти, ЗАПРЕЩАЕТСЯ выполнять подключения или отключения при включенном питании прибора серии 2600В. Отключите питание оборудования с помощью органов управления на передней панели или отсоедините шнур сетевого питания от разъема на задней панели прибора серии 2600В перед работой с кабелями, подключенными к выходам. Перевод прибора в состояние ожидания не гарантирует отсутствие мощности на выходах в случае аппаратной или программной неисправности.

Разъемы ввода/вывода

В калибраторах-измерителях серии 2600В производства Keithley Instruments для выполнения входных и выходных подключений к тестируемым устройствам используются разъемы с винтовыми клеммами или триаксиальные разъемы, как показано на рисунке ниже. В моделях 2601В, 2602В, 2604В, 2611В, 2612В и 2614В используются разъемы с винтовыми клеммами, а в моделях 2634В, 2635В и 2636В – триаксиальные разъемы.

Разъем с винтовой клеммой можно снять с задней панели, ослабив два невыпадающих болта и вынув разъем из задней панели. С каждым винтом в сборке кабеля с клеммным разъемом (используемого с разъемом калибратора-измерителя) могут использоваться проводники с сечением от 24 AWG (0,2 мм²) до 12 AWG (2,5 мм²).

Типичная последовательность подключения:

1. Отключите вывод сигнала и снимите разъем с задней панели прибора серии 2600В. Выполните проводные подключения от разъема к тестируемому устройству.
2. Установите разъем обратно на заднюю панель.
3. При использовании разъема с винтовым креплением затяните два невыпадающих винта крепления.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

На выходных и защитных клеммах могут присутствовать опасные напряжения. Во избежание поражения электрическим током, которое может привести к травме или смерти, ЗАПРЕЩАЕТСЯ выполнять подключения или отключения при включенном питании прибора серии 2600В. Отключите питание оборудования с помощью органов управления на передней панели или отсоедините шнур сетевого питания от разъема на задней панели прибора серии 2600В перед работой с кабелями, подключенными к выходам. Перевод прибора в состояние ожидания не гарантирует отсутствие мощности на выходах в случае аппаратной или программной неисправности.

Максимальное плавающее напряжение (общий режим) для калибратора-измерителя составляет 250 В. Превышение данного уровня может повредить прибор и создать опасность получения удара электрическим током. Подробнее см. в разделе «Плавающее состояние калибратора-измерителя».

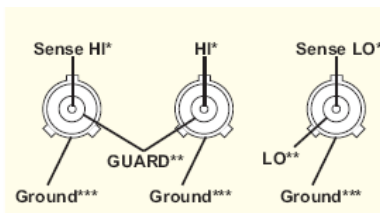
Входные/выходные разъемы калибратора-измерителя рассчитаны на подключение к сетям только установочной категории I, при этом переходные элементы не могут превышать пиковое напряжение в 1500 В. Не подключайте клеммы прибора серии 2600В к цепям категории II, III или IV. Подключение входных/выходных разъемов к цепям категории выше I могут стать причиной повреждения оборудования или подвергнуть персонал воздействию опасных напряжений.

Чтобы предотвратить удар электрическим током и/или повреждение прибора, при подключении к источнику с большей допустимой нагрузкой по току, чем у прибора серии 2600В, рекомендуется установить плавкий предохранитель с номиналом не более 20 А в цепи последовательно с разъемами ввода/вывода прибора серии 2600В.

Рис. 15: Разъемы ввода/вывода

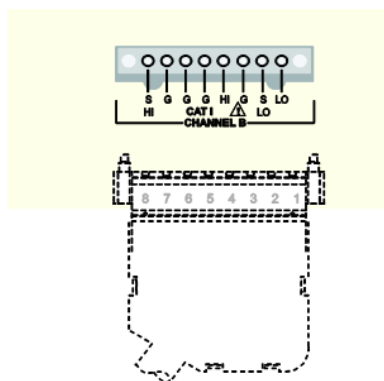
Канал В

(только модели 2634В/2636В)



Канал В

(только модели 2602В/2604В/2612В/2614В)



Проводники триаксиального кабеля

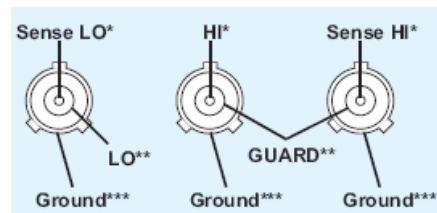
* Центральный проводник

** Внутренний экран

*** Внешний экран

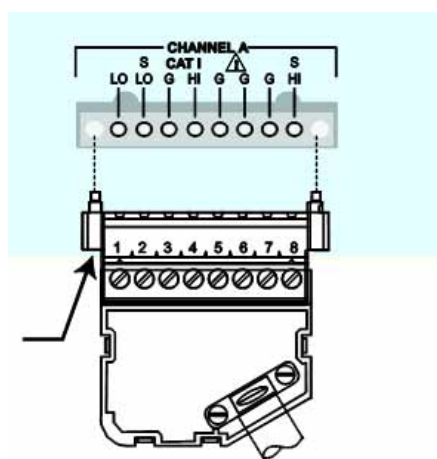
Канал А

(Модели 2634В/2635В/2636В)



Канал А

(Модели 2601В/2602В/2604В/2611В/2612А/2614В)



№ контакта	Маркировка	Разъем
1	LO	низкий
2	S LO	потенц. низкий
3	G	Защита
4	HI	высокий
5	G	Защита
6	G	Защита
7	G	Защита
8	S HI	потенц. высокий

Невыпадающие винты (по два на клеммную колодку). В каждой клеммной колодке используется по два невыпадающих винта для крепления её к задней панели.

Входные/выходные контакты с низким уровнем (LO) и заземление на массу

Как показано ниже, входные/выходные контакты с низким уровнем (LO) расположены на клеммных колодках на задней панели. Входные/выходные контакты LO не соединены между каналами и электрически изолированы от корпусного заземления («на массу»).

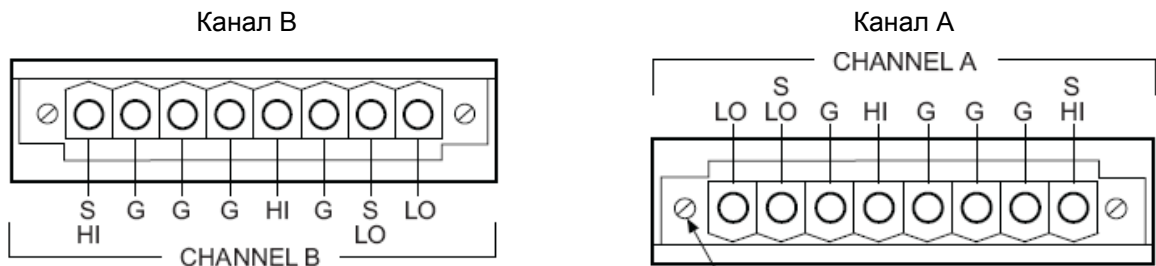
Как показано, прибор оснащен разъемом «банан» с низким уровнем шума для подключения к корпусному заземлению, который может использоваться как общая точка «подвешенной» земли для входных/выходных контактов LO. Этот разъем подключается к корпусу через резистор с изменяемой частотой.

Резистор с изменяемой частотой (см. на рисунке ниже) используется для подавления высокочастотных помех, которые могут присутствовать на корпусе прибора серии 2600В. С ростом частоты на корпусе возрастает сопротивление резистора с изменяемой частотой для понижения их воздействия.

ПРИМЕЧАНИЕ

Запрещается использовать корпус в качестве точки заземления для сигнальных разъемов. Высокие частоты, присутствующие на корпусе прибора серии 2600В, могут привести к увеличению шума. Корпус рекомендуется использовать только в качестве экрана безопасности. Для подключения к корпусу используйте специальный винт на корпусе. Для моделей 2634В, 2635В и 2636В подключение к заземлению выполняйте на модуле заземления, а не на винте на корпусе.

Рис 16: Входные/выходные контакты LO на моделях 2602В, 2604В, 2612В и 2614В и клеммы для заземления на корпус (аналогично и для моделей 2601В и 2611В)



Невыпадающие винты (по два на клеммную колодку). В каждой клеммной колодке используется по два невыпадающих винта для крепления её к задней панели.

HI = Input/Output HI (Вход/выход высокий)
 S HI = Sense HI (Потенц. высокий)
 G = Guard (Защита)
 S LO = Sense LO (Потенц. низкий)
 LO = Input/Output LO (Вход/выход низкий)

Рис. 17: Входные/выходные контакты на моделях 2634В и 2636В и клеммы для заземления на массу (аналогично для модели 2635В)

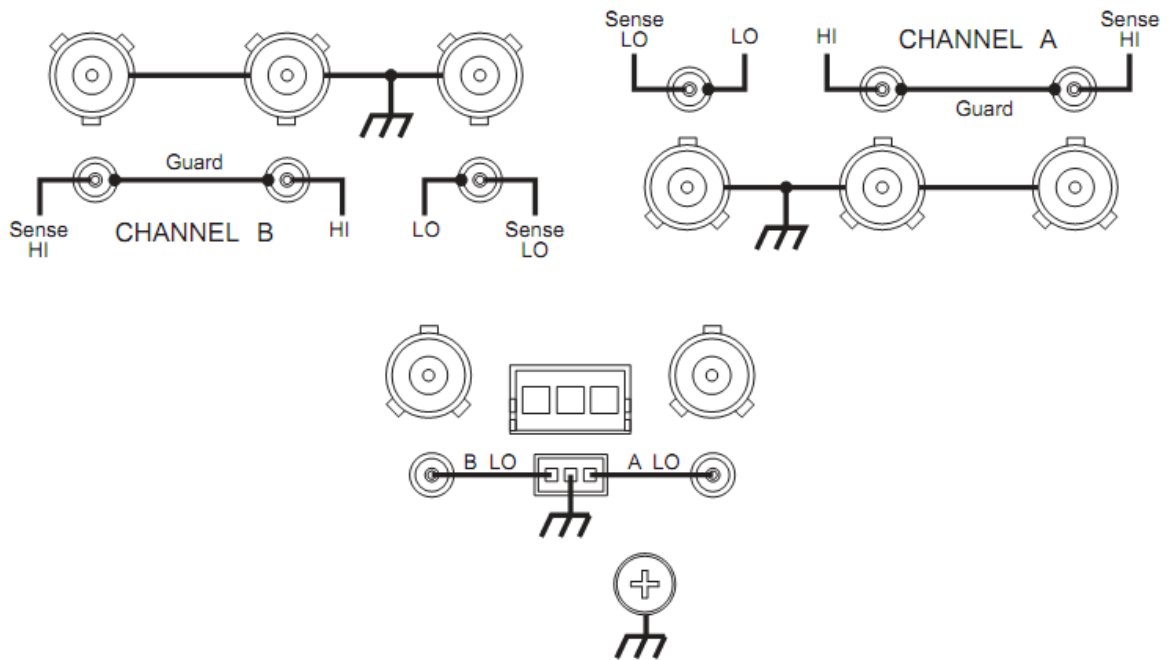
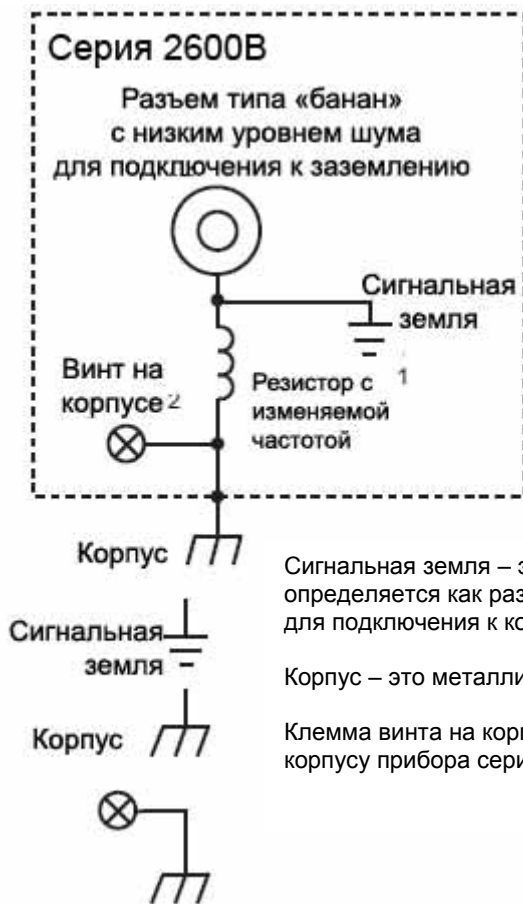


Рис. 18: Модель 2601В/2602В/2604В/2611В/2612В/2614В, разъем типа «банан» с низким уровнем шума для подключения к корпусному заземлению и винт на корпусе



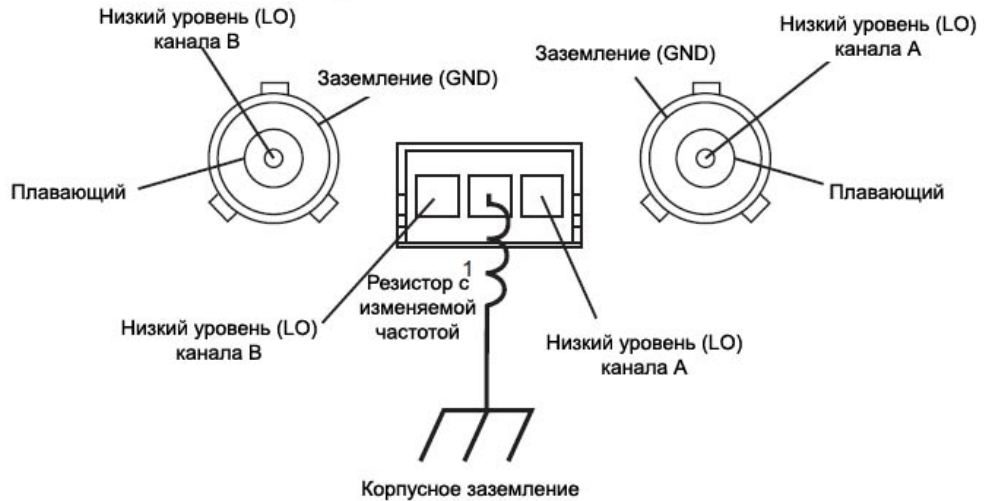
- 1) Резистор с изменяемой частотой изолирует калибратор-измеритель от высоких частот на корпусе. Для диапазона от постоянного тока до 60 Гц резистор с изменяемой частотой выступает в качестве виртуального короткозамыкателя (0 Ом).
- 2) ЗАПРЕЩАЕТСЯ использовать клемму винта на корпусе для подключения сигнальных кабелей к внешним цепям. Высокая частота (> 1 МГц) на корпусе может привести к повышению шума на выходе.

Сигнальная земля – это локальная сигнальная земля и определяется как разъем типа «банан» с низким уровнем шума для подключения к корпусному заземлению.

Корпус – это металлический корпус прибора серии 2600В.

Клемма винта на корпусе подсоединяется к металлическому корпусу прибора серии 2600В.

Рис. 19: Модель 2634В/2636В (аналогично для модели 2635В)



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

При подключении к выходам моделей 2611В, 2612В, 2614В, 2634В, 2635В и 2636В с использованием кабелей, не предназначенных для использования с напряжениями выше 42 В, например, 2600А-АЛГ-2, обязательно следует отключить вывод высокого напряжения с помощью функции блокировки INTERLOCK. Если высокое напряжение остается включенным, а внешние подключения должным образом не изолированы, то существует опасность поражения током и серьезных травм пользователя. Также рекомендуется не допускать плавающего состояния клеммы LO посредством её подключения к земле сигналов или другому известному опорному сигналу.

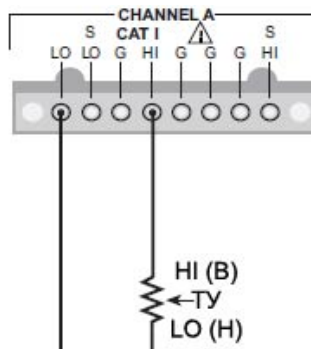
Измерение в локальном режиме с двухпроводным подключением

Измерение в локальном режиме с двухпроводным подключением (схему подключения см. на рисунке ниже) можно использовать в следующих случаях:

- Воспроизведение и измерение тока.
- Воспроизведение и измерение напряжения в высокоимпедансных тестовых цепях (более 1 кОм).

При работе в локальном режиме с двухпроводным подключением необходимо выполнить соответствующие настройки (см. стр. 2-76).

Рис. 20: Схема двухпроводного подключения для измерения сопротивления



Измерение в дистанционном режиме с четырехпроводным подключением

При воспроизведении и/или измерении напряжения в низкоимпедансной тестовой цепи возможно появление ошибок, связанных с сопротивлением тестовых выводов. Точность воспроизведения и измерения напряжения можно оптимизировать посредством использования измерений в дистанционном режиме с четырехпроводным подключением. При воспроизведении напряжения измерение в дистанционном режиме с четырехпроводным подключением гарантирует подачу установленного напряжения на тестируемое устройство. В процессе измерения напряжения измеряется только падение напряжения на тестируемом устройстве.

ПРИМЕЧАНИЕ

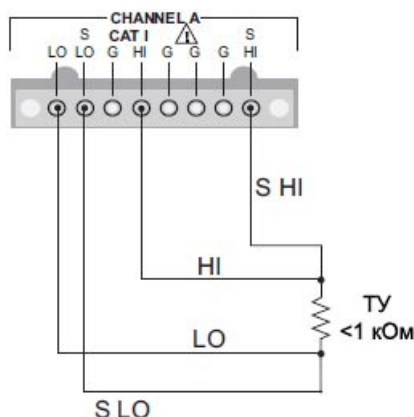
При воспроизведении напряжения в дистанционном режиме необходимо следить, чтобы тестовые выводы были подключены к тестируемому устройству. В случае отключения тестового вывода прибор серии 2600В ошибочно определит напряжение и увеличит выходное напряжение, чтобы компенсировать разницу. Для проверки надежности соединения тестовых выводов можно воспользоваться функцией проверки контактов. Подробнее см. в разделе «Проверка контактов» (стр. 2-44).

Дистанционное измерение с четырехпроводным подключением можно использовать в следующих случаях:

- Воспроизведение и/или измерение напряжения в низкоимпедансных тестовых цепях (более 1 кОм).
- Установка границ допустимых значений по напряжению непосредственно на тестируемом устройстве.

При работе в локальном режиме с четырехпроводным подключением необходимо выполнить соответствующие настройки (см. стр. 2-76).

Рис. 21: Схема четырехпроводного подключения (дистанционное измерение)



Подключение для проверки контактов

ПРИМЕЧАНИЕ

Для моделей 2604В, 2614В и 2634В проверка контактов не выполняется.

Функция проверки контактов позволяет избежать ошибок в измерениях вследствие повышенного сопротивления в силовых или измерительных выводах (подробнее см. на стр. 2-44).

Для проверки контактов требуется как подключение для воспроизведения, так и подключение для измерения. Схему подключения в четырехпроводном режиме см. на стр. 2-54.

Подключение нескольких калибраторов-измерителей



ОСТОРОЖНО

При подключении прибора серии 2600В к устройству, которое может быть источником энергии (например, другие источники напряжения, аккумуляторы, конденсаторы, солнечные батареи или другие приборы серии 2600В), необходимо соблюдать рекомендации относительно настройки отключения вывода, настроек воспроизведения сигнала и границ допустимых значений. Выполните рекомендуемые настройки прибора до подключения к устройству. Игнорирование рекомендаций относительно отключения вывода, настроек воспроизведения сигнала и границ допустимых значений могут привести к повреждению прибора или тестируемого устройства.

На рисунках ниже показана схема проверки трехклеммного устройства, например, ПТУП с N-каналом, с помощью калибраторов-измерителей двух приборов серии 2600В. Типовая схема будет следующая: ведомый прибор серии 2600В вырабатывает определенные напряжения на затворе, а ведущий прибор серии 2600В вырабатывает напряжение для питания устройства и измеряет ток на каждом значении напряжения на затворе.

Рис. 22: Два калибратора-измерителя, подключенные к трехклеммному устройству (локальное измерение)

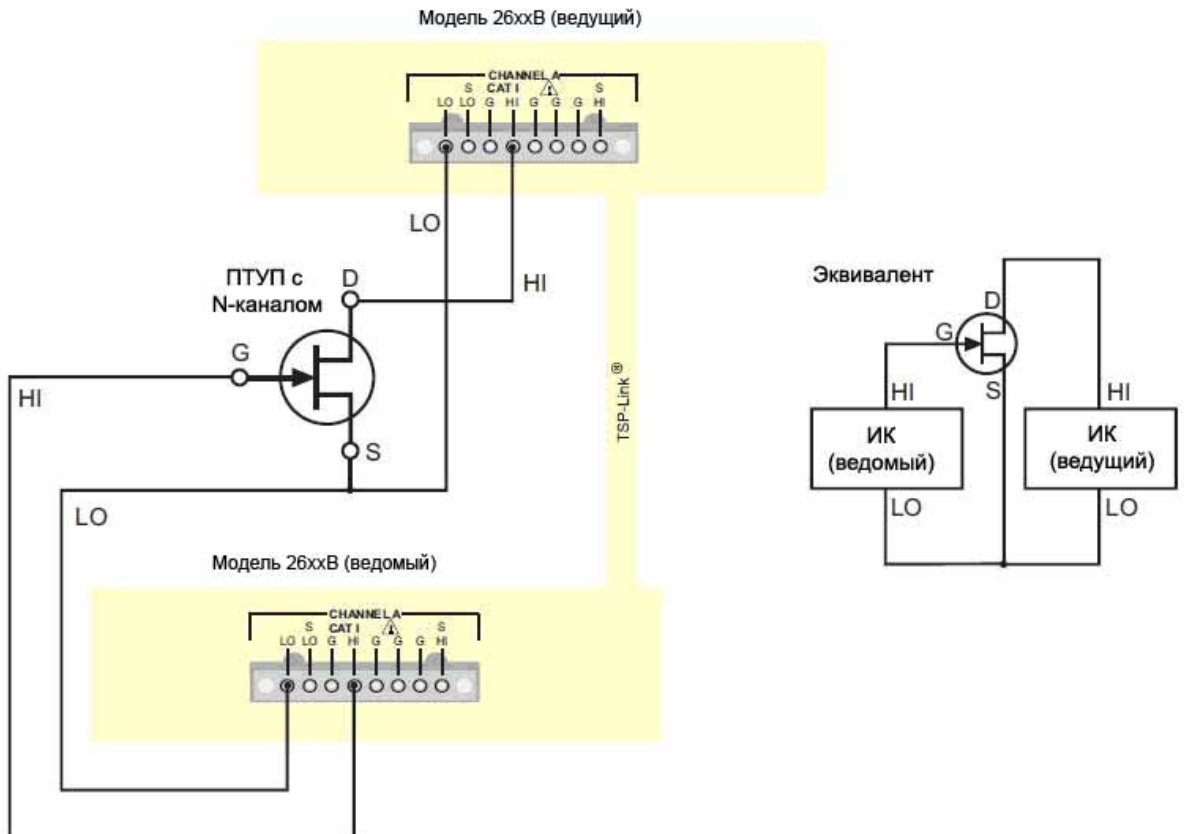
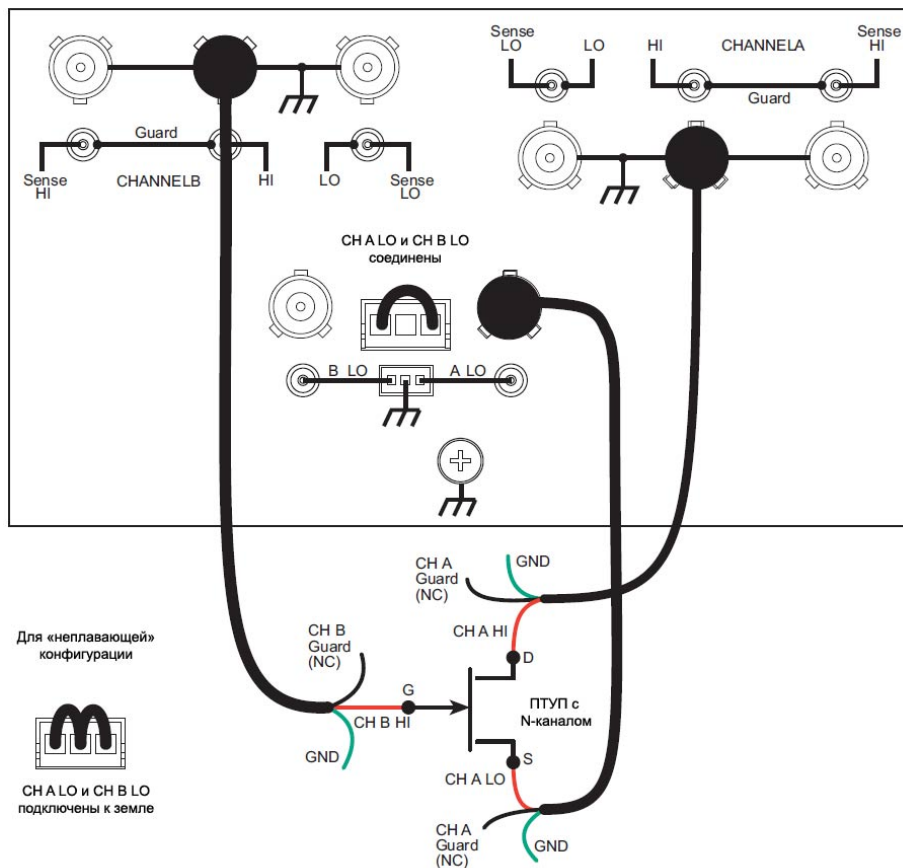


Рис. 23: Два калибратора-измерителя (модели 2634 В или 2636В), подключенные к трехклеммному устройству (локальное измерение, «плавающее» состояние)



На рисунке ниже показано тестирование того же самого трехклеммного устройства с помощью трех калибраторов-измерителей. Третий калибратор-измеритель подключается к клемме выхода (S) ПТУП, что позволяет сместить воспроизводимый уровень на клемме источника выше сигнала на контакте LO. Установка данного калибратора-измерителя на нулевой выход позволяет успешно подключить клемму выхода ПТУП к сигнальному контакту LO.

Рис. 24: Три калибратора-измерителя, подключенные к трехклеммному устройству

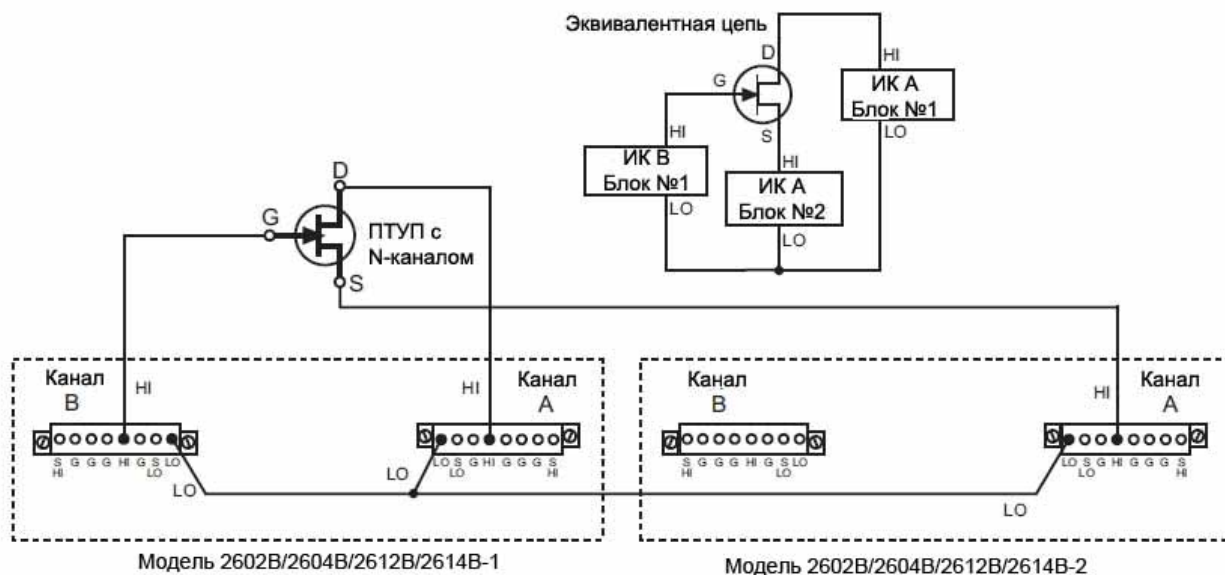
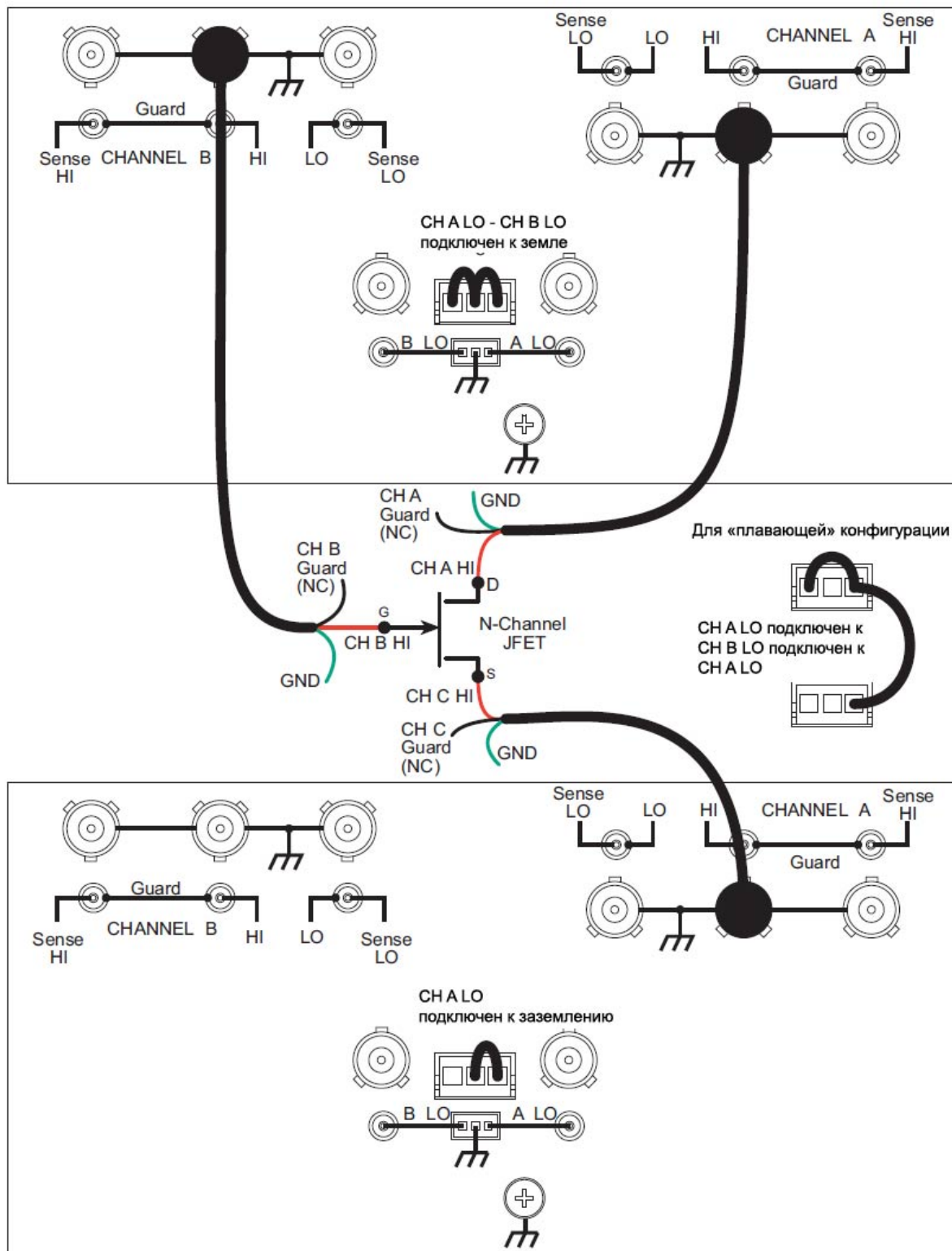


Рис. 25: Три калибратора-измерителя (модель 2634В или 2636В), подключенные к трехклеммному устройству (локальное измерение, «неплавающее» состояние)



Комбинирование каналов калибратора-измерителя

В разделах ниже содержатся предостережения и важные замечания относительно комбинирования каналов выхода калибратора-измерителя.

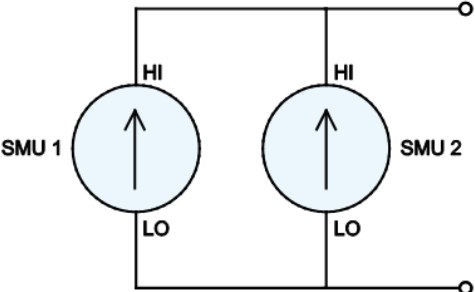
При комбинировании каналов калибратора-измерителя необходимо соблюдать осторожность. При комбинировании рекомендуется использовать приборы с идентичными диапазонами/огнивающими распределения тока и напряжения.

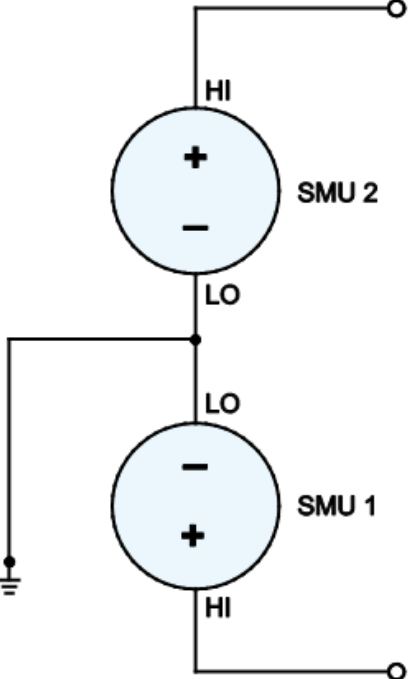


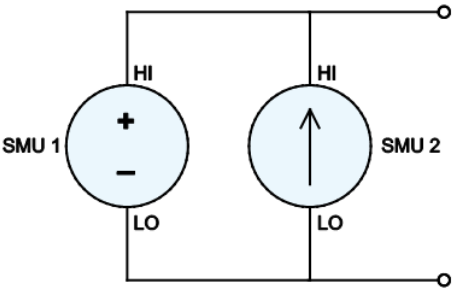
ОСТОРОЖНО

При подключении прибора серии 2600В к устройству, которое может быть источником энергии (например, другие источники напряжения, аккумуляторы, конденсаторы, солнечные батареи или другие приборы серии 2600В), необходимо соблюдать рекомендации относительно настройки отключения вывода, настроек воспроизведения сигнала и границ допустимых значений. Выполните рекомендуемые настройки прибора до подключения к устройству. Игнорирование рекомендаций относительно отключения вывода, настроек воспроизведения сигнала и границ допустимых значений могут привести к повреждению прибора или тестируемого устройства.

В таблице ниже представлены указания по конфигурированию. Дополнительную информацию, включая примеры комбинирования каналов калибратора-измерителя, можно получить на сайте компании Keithley Instruments (<http://www.keithley.com>)

Конфигурация калибратора-измерителя	Указания
<p>Воспроизведение тока с использованием параллельно подключенных калибраторов-измерителей</p> 	<p>Максимальные уровни импульсного сигнала для приборов серии 2600В: Модель 2601В/2602В/2604В: 20 А с ограничением 18 В Модель 2611В/2612В/2614В/2634В/2635В/2636В: 20 А с ограничением 4,5 В</p> <p>Конфигурация КИ 1 (SMU 1): Режим отключенного вывода: <code>smuX.source.offmode = smuX.OUTPUT_NORMAL</code> Функция отключенного вывода: <code>smuX.source.offfunc = smuX.OUTPUT_DCVOLTS</code> Ограничение по току для нормального режима отключенного вывода (это максимальный ток, протекающий между двумя КИ при отключенном выводе): <code>smuX.source.offlimiti = 1e-3</code> (по умолчанию) Соответствие по напряжению должно быть на 10% ниже соответствия по напряжению КИ 2. Таким образом, данный КИ управляет максимальным напряжением на ТУ. Ограничение соответствия по напряжению (макс.): Модель 2601В/2602В/2604В: <code>smuX.trigger.source.limitv = 18</code> Модель 2611В/2612В/2614В/2634В/2635В/2636В: <code>smuX.trigger.source.limitv = 4.5</code></p> <p>Конфигурация КИ 2 (SMU 2): Режим отключенного вывода: <code>smuX.source.offmode = smuX.OUTPUT_NORMAL</code> Функция отключенного вывода: <code>smuX.source.offfunc = smuX.OUTPUT_DCAMPS</code> Ограничение по напряжению для нормального режима отключенного вывода: <code>smuX.source.offlimitv = 20</code> (по умолчанию) Соответствие по напряжению должно быть на 10% выше соответствия по напряжению КИ 1. Ограничение соответствия по напряжению (макс.): Модель 2601В/2602В/2604В: <code>smuX.trigger.source.limitv = 20</code> Модель 2611В/2612В/2614В/2634В/2635В/2636В: <code>smuX.trigger.source.limitv = 5</code></p>

Конфигурация калибратора-измерителя	Указания
<p data-bbox="228 197 815 241">Воспроизведение напряжения при последовательном подключении калибраторов-измерителей</p> 	<p data-bbox="887 197 1422 241">Максимальные уровни импульсного сигнала для приборов серии 2600В:</p> <p data-bbox="887 250 1177 277">Модель 2601В/2602В/2604В: 80 В с ограничением 1,35 А</p> <p data-bbox="887 311 1378 338">Модель 2611В/2612В/2614В/2634В/2635В/2636В: 400 В с ограничением 900 мА</p> <p data-bbox="887 412 1187 439">Конфигурация КИ 1 (SMU 1):</p> <p data-bbox="887 448 1187 474">Режим отключенного вывода:</p> <pre data-bbox="906 479 1422 506">smuX.source.offmode = smuX.OUTPUT_NORMAL</pre> <p data-bbox="887 510 1203 537">Функция отключенного вывода:</p> <pre data-bbox="906 542 1434 568">smuX.source.offfunc = smuX.OUTPUT_DCVOLTS</pre> <p data-bbox="887 573 1501 622">Ограничение по току для нормального режима отключенного вывода:</p> <pre data-bbox="927 627 1453 654">smuX.source.offlimiti = 1e-3 (по умолчанию)</pre> <p data-bbox="887 658 1522 739">Соответствие по току должно быть на 10% выше соответствия по току для КИ2 (SMU2). Ограничение соответствия по току (макс.):</p> <p data-bbox="887 743 1177 770">Модель 2601В/2602В/2604В:</p> <pre data-bbox="927 775 1337 801">smuX.trigger.source.limiti = 1.5</pre> <p data-bbox="887 806 1378 833">Модель 2611В/2612В/2614В/2634В/2635В/2636В:</p> <pre data-bbox="906 837 1289 864">smuX.trigger.source.limiti = 1</pre> <p data-bbox="887 869 1522 1191">Полярность КИ1 (SMU1), как правило, противоположная желаемой полярности напряжения на ТУ. Для получения положительного напряжения на ТУ установите КИ1 на отрицательное напряжение. Например, для получения 80 В на устройстве установите КИ 1 на -40 В, а КИ2 на +40 В. Для получения отрицательного напряжения на устройстве установите КИ 1 на положительное напряжение, а КИ 2 на отрицательное напряжение. Изменение полярности источника занимает 100 мкс. Число 0 считается положительным значением. Для отрицательных импульсов с уровнем смещения 0 В замедления можно избежать посредством установки отрицательного значения, очень близкого к 0, например, -1e-30 В.</p> <p data-bbox="887 1227 1187 1254">Конфигурация КИ 2 (SMU 2):</p> <p data-bbox="887 1263 1187 1290">Режим отключенного вывода:</p> <pre data-bbox="906 1294 1422 1321">smuX.source.offmode = smuX.OUTPUT_NORMAL</pre> <p data-bbox="887 1326 1203 1352">Функция отключенного вывода:</p> <pre data-bbox="906 1357 1434 1384">smuX.source.offfunc = smuX.OUTPUT_DCVOLTS</pre> <p data-bbox="887 1388 1474 1438">Ограничения по току в нормальном режиме отключенного вывода (0,9 мА, что на 10% ниже параметра smuX.source.offlimiti КИ1):</p> <pre data-bbox="906 1473 1289 1500">smuX.source.offlimiti = 0.9e-3</pre> <p data-bbox="887 1505 1522 1608">Соответствие по току должно быть на 10% ниже соответствия по току КИ 1. Таким образом, данный КИ управляет максимальным током, протекающим через ТУ. Ограничение соответствия по току (макс.):</p> <p data-bbox="887 1612 1177 1639">Модель 2601В/2602В/2604В:</p> <pre data-bbox="906 1644 1331 1671">smuX.trigger.source.limiti = 1.35</pre> <p data-bbox="887 1675 1378 1702">Модель 2611В/2612В/2614В/2634В/2635В/2636В:</p> <pre data-bbox="906 1706 1315 1733">smuX.trigger.source.limiti = 0.9</pre>

Конфигурация калибратора-измерителя	Указания
<p>Воспроизведение напряжения с расширенным диапазоном тока при параллельном подключении калибраторов-измерителей</p> 	<p>Максимальные уровни импульсного сигнала для приборов серии 2600В:</p> <p>Модель 2601В/2602В/2604В: 18 В с ограничением 18 А</p> <p>Модель 2611В/2612В/2614В/2634В/2635В/2636В: 4,5 В с ограничением 18 мА</p> <p>Конфигурация КИ 1 (SMU 1): Режим отключенного вывода: <code>smuX.source.offmode = smuX.OUTPUT_NORMAL</code></p> <p>Функция отключенного вывода: <code>smuX.source.offfunc = smuX.OUTPUT_DCVOLTS</code></p> <p>Ограничение по току для нормального режима отключенного вывода: <code>smuX.source.offlimiti = 1e-3</code> (по умолчанию)</p> <p>Соответствие по току КИ 1 (V-source) должно быть на 10% выше максимального установленного тока КИ2 (I-source)</p> <p>Ограничение соответствия по току (макс.): <code>smuX.trigger.source.limiti = 10</code></p> <p>Конфигурация КИ 2 (SMU 2): Режим отключенного вывода: <code>smuX.source.offmode = smuX.OUTPUT_NORMAL</code></p> <p>Функция отключенного вывода: <code>smuX.source.offfunc = smuX.OUTPUT_DCVOLTS</code></p> <p>Ограничение по напряжению в нормальном режиме отключенного вывода: <code>smuX.source.offlimitv = 20</code></p> <p>Соответствие по напряжению КИ 2 (I-source) должно быть на 10% выше максимального установленного напряжения КИ 1 (V-source).</p> <p>Ограничение соответствия по напряжению (макс.)</p> <p>Модель 2601В/2602В/2604В: <code>smuX.trigger.source.limitv = 20</code></p> <p>Модель 2611В/2612В/2614В/2634В/2635В/2636В: <code>smuX.trigger.source.limitv = 5</code></p>
<p>Для всех конфигураций</p>	<ul style="list-style-type: none"> • При сравнимом времени подъема диапазон воспроизведения и уровень КИ 1 должны соответствовать диапазону воспроизведения и уровню КИ 2. • Устанавливаемые уровни тока и напряжения для обоих КИ должны находиться в одной области огибающей мощности. • Не рекомендуется параллельное подключение двух источников напряжения. • Не рекомендуется последовательное подключение двух источников тока. • Необходимо с вниманием относиться к выбору подходящего режима отключенного вывода (<code>smuX.source.offmode</code>) и функции отключенного вывода (<code>smuX.source.offfunc</code>) при изменении функции воспроизведения. Как вариант, можно всегда использоваться высокоимпедансный режим отключенного вывода (<code>smuX.source.offmode = smuX.OUTPUT_HIGH_Z</code>).

Комбинирование каналов с последовательным соединением для увеличения напряжения на выходе



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

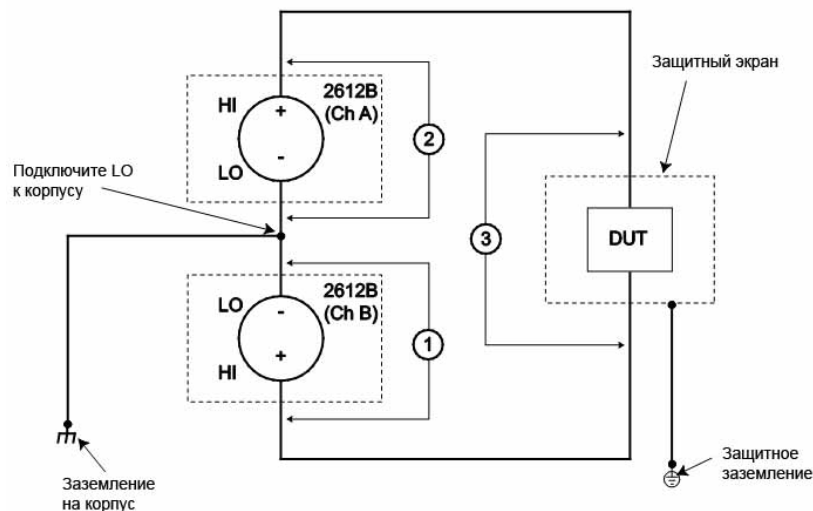
При последовательном соединении каналов возможно появление опасных напряжений (>30 В ср.квдр., 42 В пиковое) на выходных разъемах прибора серии 2600В. В случае если в цепи ожидается появление опасных напряжений, необходимо использовать защитные экраны. Для предотвращения удара электрическим током, который может привести к травме или смерти, запрещается использовать прибор серии 2600В измерительной цепи, в которой возможно появление опасных напряжений, без установленного и настроенного надлежащим образом защитного экрана.

Более высокое импульсное напряжение можно получить посредством последовательного соединения двух (и только двух) каналов приборов серии 2600В. Комбинирование двух каналов калибраторов-измерителей возможно только для калибраторов-измерителей с одинаковым номером модели.

На рисунке ниже показана конфигурация для модели 2612В с двумя каналами, подключенными последовательно, что обеспечивает получение на выходе напряжения в 400 В (по 200 В на канал).

В случае если ожидается вывод опасных напряжений (>30 В ср. квадр., 42 В пиковое) защитный экран должен полностью охватывать измерительную цепь ТУ. При использовании металлического защитного экрана он должен подключаться к известному защитному заземлению и заземлению на корпус.

Рис. 26: Комбинирование каналов для получения более высокого напряжения



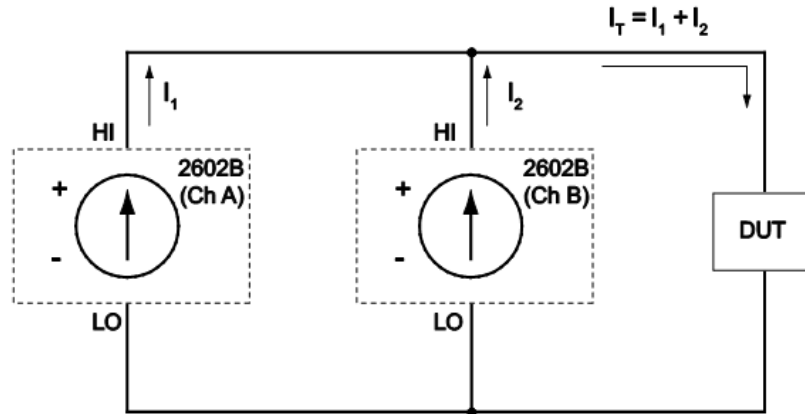
- (1) Модель 2612В Ch A: Максимальное импульсное напряжение КИ: +200 В
 - (2) Модель 2612В Ch B: Максимальное импульсное напряжение КИ: -200 В
 - (3) Максимальное импульсное напряжение подключенных последовательно КИ (как показано): 400 В
- Подробнее см. на сайте компании Keithley Instruments (<http://www.keithley.com>)

Комбинирование каналов с параллельным соединением для увеличения тока на выходе

Более высокий импульсный ток можно получить посредством параллельного соединения двух (и только двух) каналов приборов серии 2600В. Комбинирование двух каналов калибраторов-измерителей возможно только для калибраторов-измерителей с одинаковым номером модели.

На рисунке ниже показана схема параллельного соединения двух каналов модели 2602В. Два канала модели 2602В способны выводить до 20 А при 36 В (см. стр. 2-59). Ток, подаваемый на ТУ, является суммой токов, выводимых каналами КИ (IT). Комбинирование двух каналов модели серии 2600В расширяет огибающую мощности. Подробнее см. на сайте компании Keithley Instruments (<http://www.keithley.com>)

Рис. 27: Параллельное соединение каналов для увеличения тока на выходе



I_1 Максимальный импульсный ток одного КИ: 10 А

I_2 Максимальный импульсный ток одного КИ: 10 А

I_T Максимальный импульсный ток при параллельном соединении КИ (как показано): 20 А

Защита и экранирование

Характеристики прибора в отношении воспроизведения и измерения сигнала, а также безопасности, могут быть оптимизированы посредством эффективного использования защиты и экранирования (шумоизолирующий и защитный экраны).

Защитные экраны



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

В случае если в цепи ожидается появление опасных напряжений (>30 В ср.квдр., 42 В пиковое), необходимо использовать защитные экраны. Для предотвращения удара электрическим током, который может привести к травме или смерти, запрещается использовать прибор серии 2600В измерительной цепи, в которой возможно появление опасных напряжений, без установленного и настроенного надлежащим образом защитного экрана.

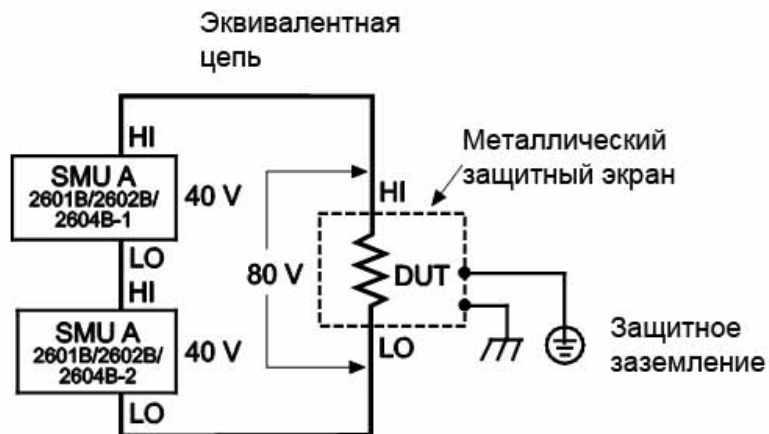
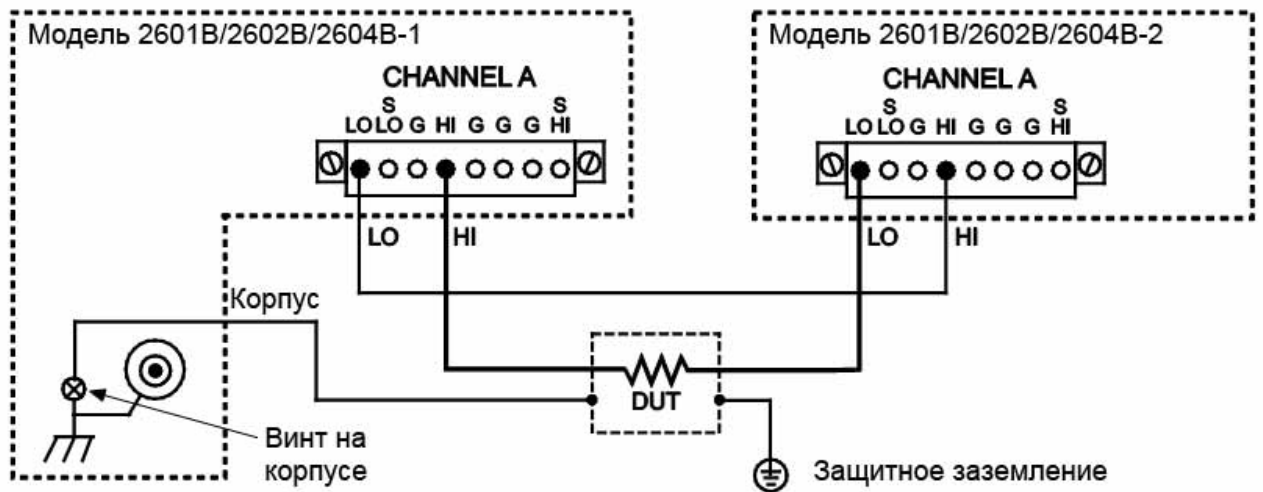
Защитный экран может быть металлическим или непроводящим и должен полностью охватывать измерительную цепь ТУ. Металлический защитный экран должен подключаться к известному защитному заземлению. Подробнее о мерах безопасности при использовании металлического или непроводящего экрана см. на стр. 2-72.

Защитные экраны и опасные напряжения

Модель 2601B/2602B/2604B: Максимальное напряжение на выходе для канала моделей 2601B/2602B/2604B составляет 40 В, что считается неопасным уровнем. Однако использование двух источников напряжения 2601B/2602B/2604B в последовательной конфигурации или «плавающей» конфигурации может привести к тому, что напряжение в измерительной цепи превысит 42 В. Например, калибраторы-измерители двух приборов модели 2601B/2602B/2604B могут быть подключены последовательно для подачи напряжения 80 В на тестируемое устройство (см. рисунок ниже).

Для подключения к защитному грунтовому и корпусному заземлению используйте провод калибра не менее #18 AWG.

Рис. 28: Экран безопасности при наличии опасных напряжений, объединяющий два канала моделей 2601B/2602B/2604B



Модель 2611В/2612В/2614В/2634В/2635В/2636В: Максимальное напряжение на выходе для канала модели 2611В/2612В/2614В/2634В/2635В/2636В составляет 220 В, что считается опасным и требует наличия экрана безопасности. На рисунке ниже приводится схема подключения для данных моделей.

Для подключения к защитному грунтовому и корпусному заземлению используйте провод калибра не менее #18 AWG.

Рис. 29: Экран безопасности для модели 2611В/2612В/2614В при наличии опасных напряжений в испытательных цепях

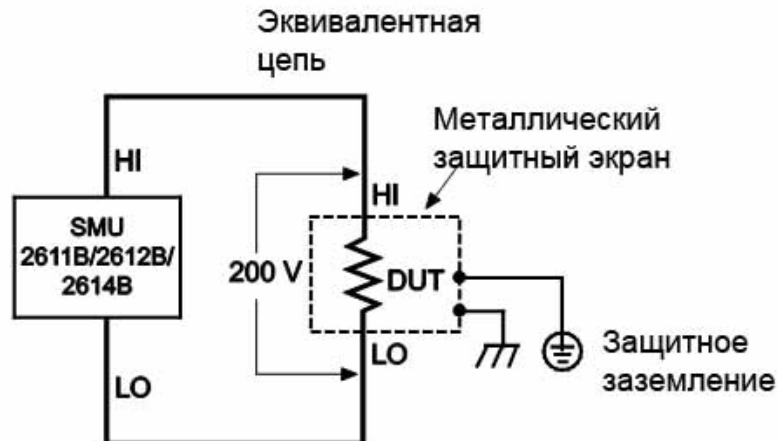
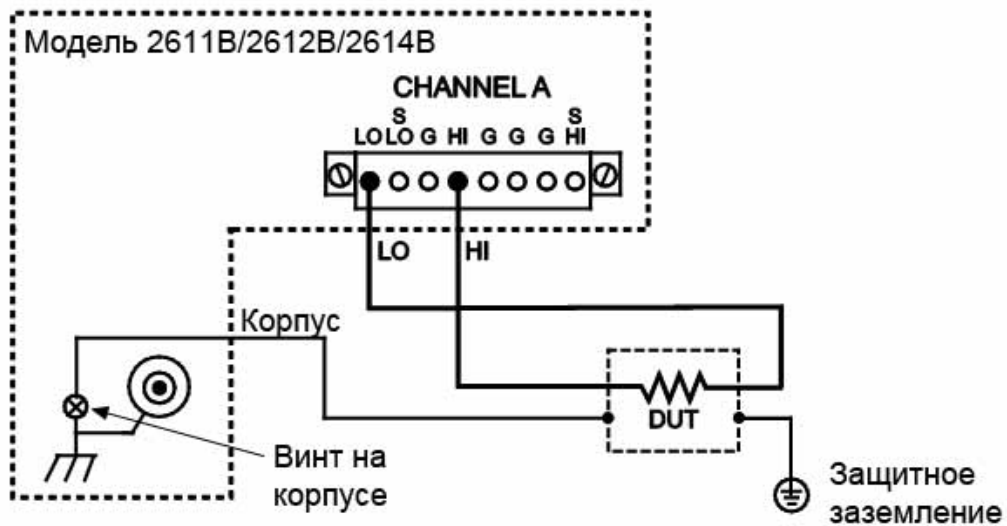
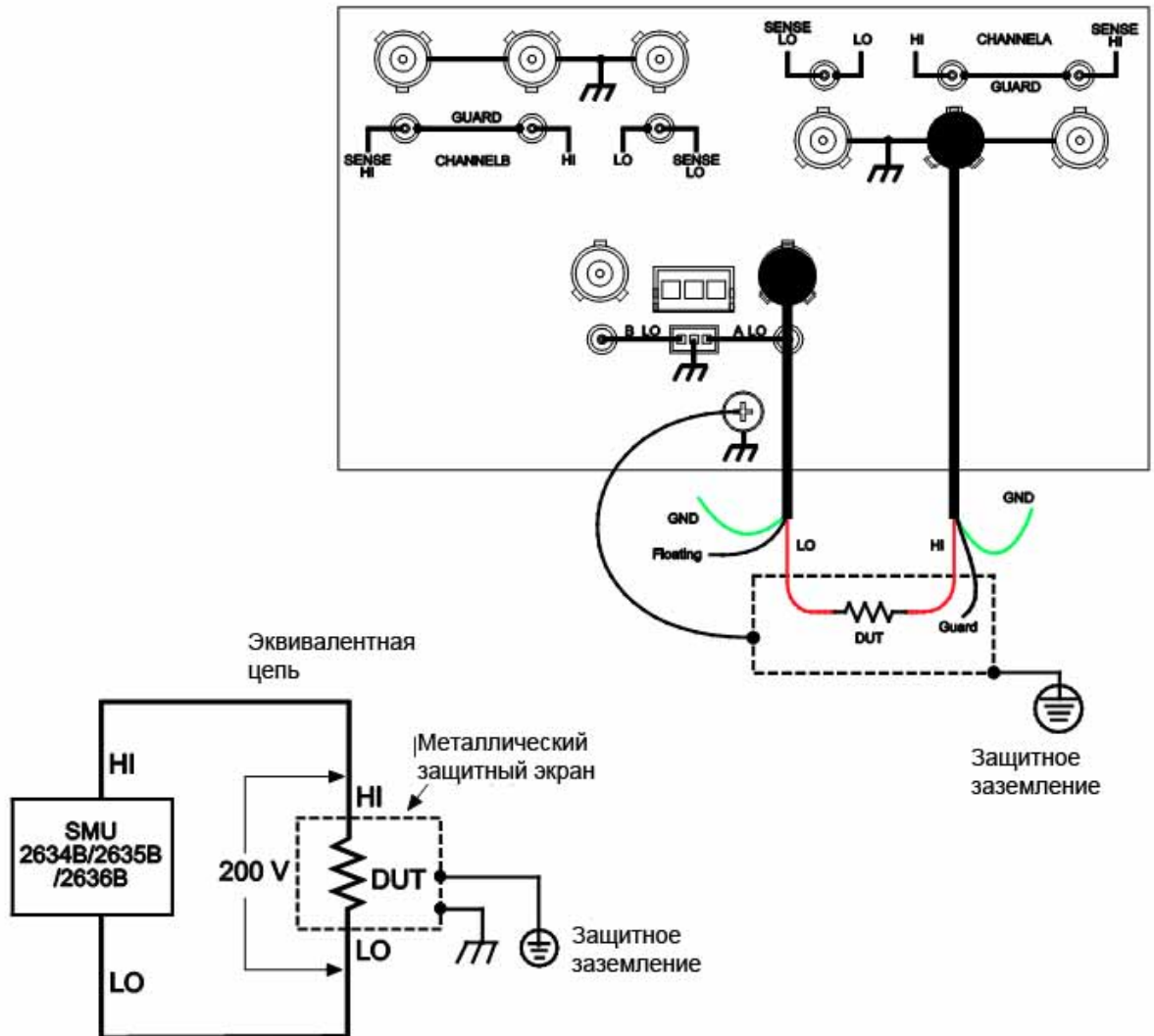


Рис. 30: Экран безопасности для модели 2634B/2635B/2636B при наличии опасных напряжений в испытательных цепях

Модель 2634B и 2636B (для 2635B аналогично)



Защита

Управляемая защита всегда находится во включенном состоянии и обеспечивает получение буферного напряжения, которое имеет тот же самый уровень, что и напряжение на входе/выходе HI. Целью защиты является сокращение эффектов утечки тока (и емкости), которая может иметь место между входными/выходными контактами HI и LO. Без защиты утечка и емкость во внешней высокоимпедансной испытательной цепи могут стать настолько высокими, что отрицательно скажутся на функционировании прибора серии 2600B.

Защиту (см. ниже) рекомендуется использовать при импедансе в испытательной цепи более 1 ГОм.

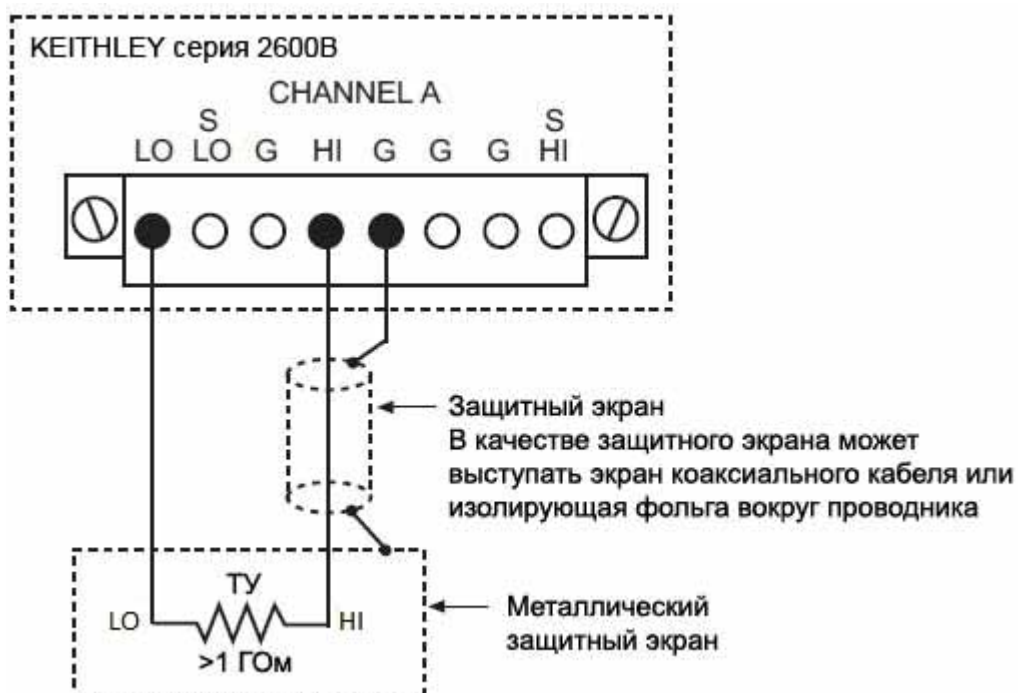
Рис. 31: Защита при наличии в цепи высокого импеданса для моделей 2602В, 2604В, 2612В и 2614В

Рис. 32: Защита при высоком импедансе для модели 2634B и 2636B («плавающее» состояние) (аналогично для модели 2635B)

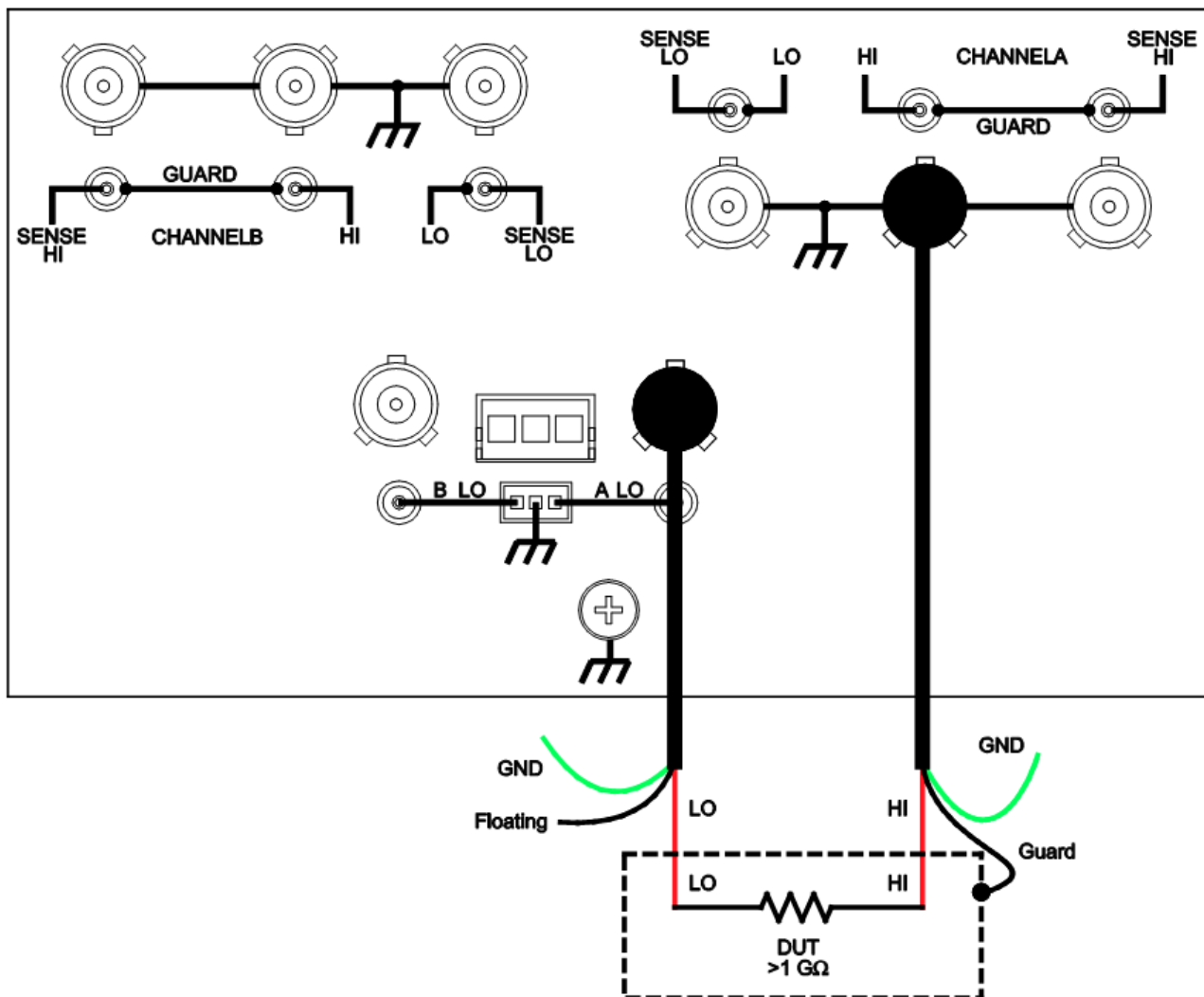
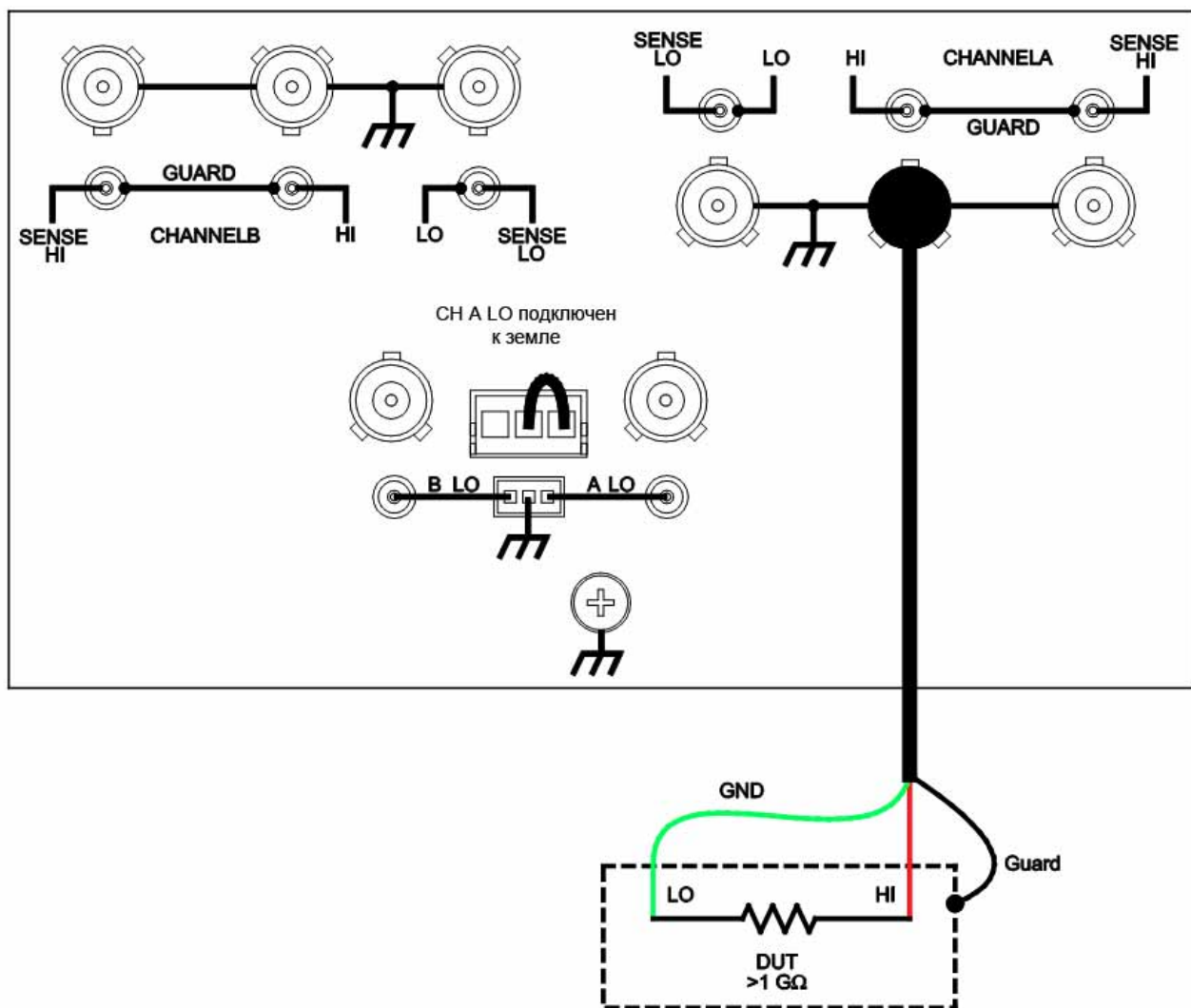


Рис. 33: Защита при высоком импедансе для модели 2634В и 2636В («неплавающее» состояние) (аналогично для модели 2635В)



Шумоизолирующий экран

Шумоизолирующий экран (см. рисунок ниже) используется для защиты измерительной цепи от проникновения нежелательных сигналов. Эффективная система экранирования может оказать положительное воздействие на низкоуровневые сигналы. Металлические шумоизолирующие экраны окружают испытательную цепь и должны быть подключены к контакту LO, как показано ниже.

Рис. 34: Шумоизолирующие экраны для моделей 2602В, 2604В, 2612В и 2614В

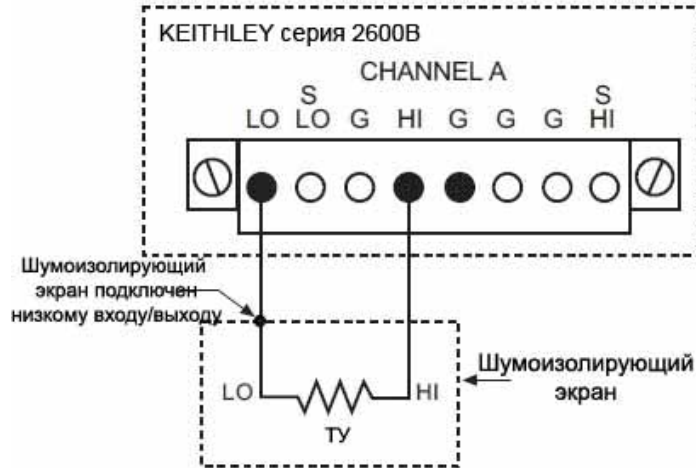


Рис. 35: Шумоизолирующий экран для модели 2634В и 2636В («плавающее» состояние) (аналогично для модели 2635В)

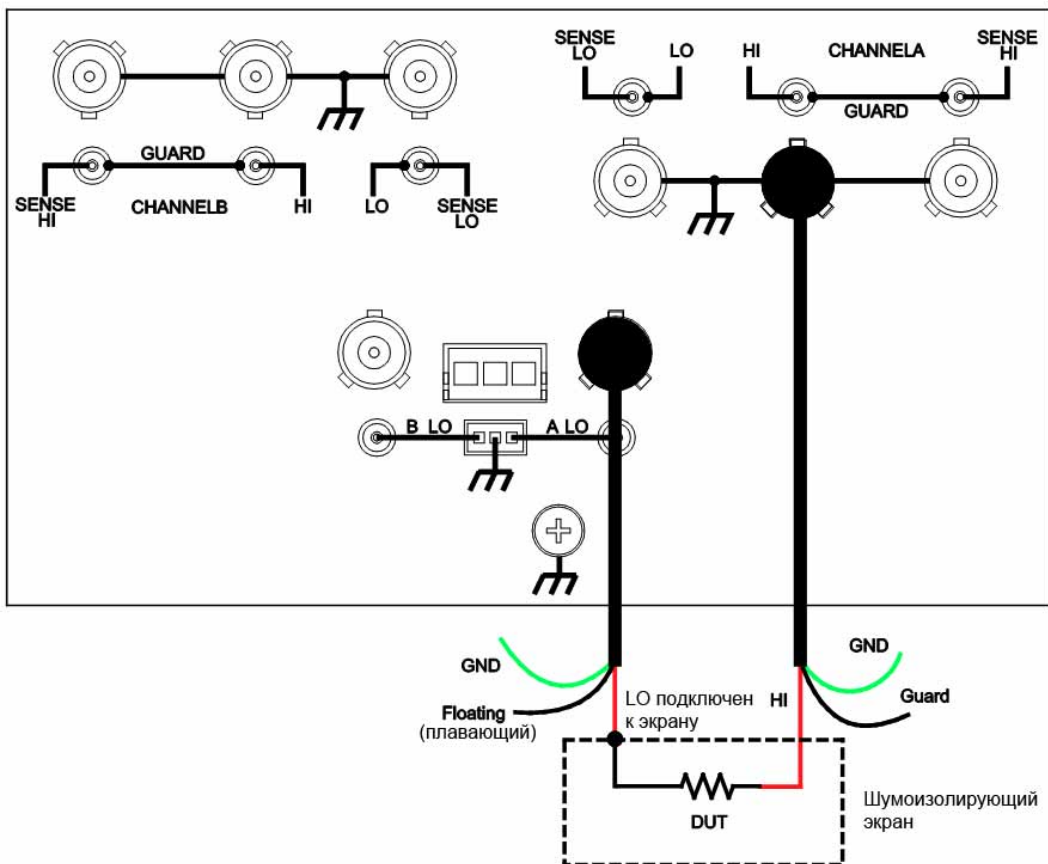
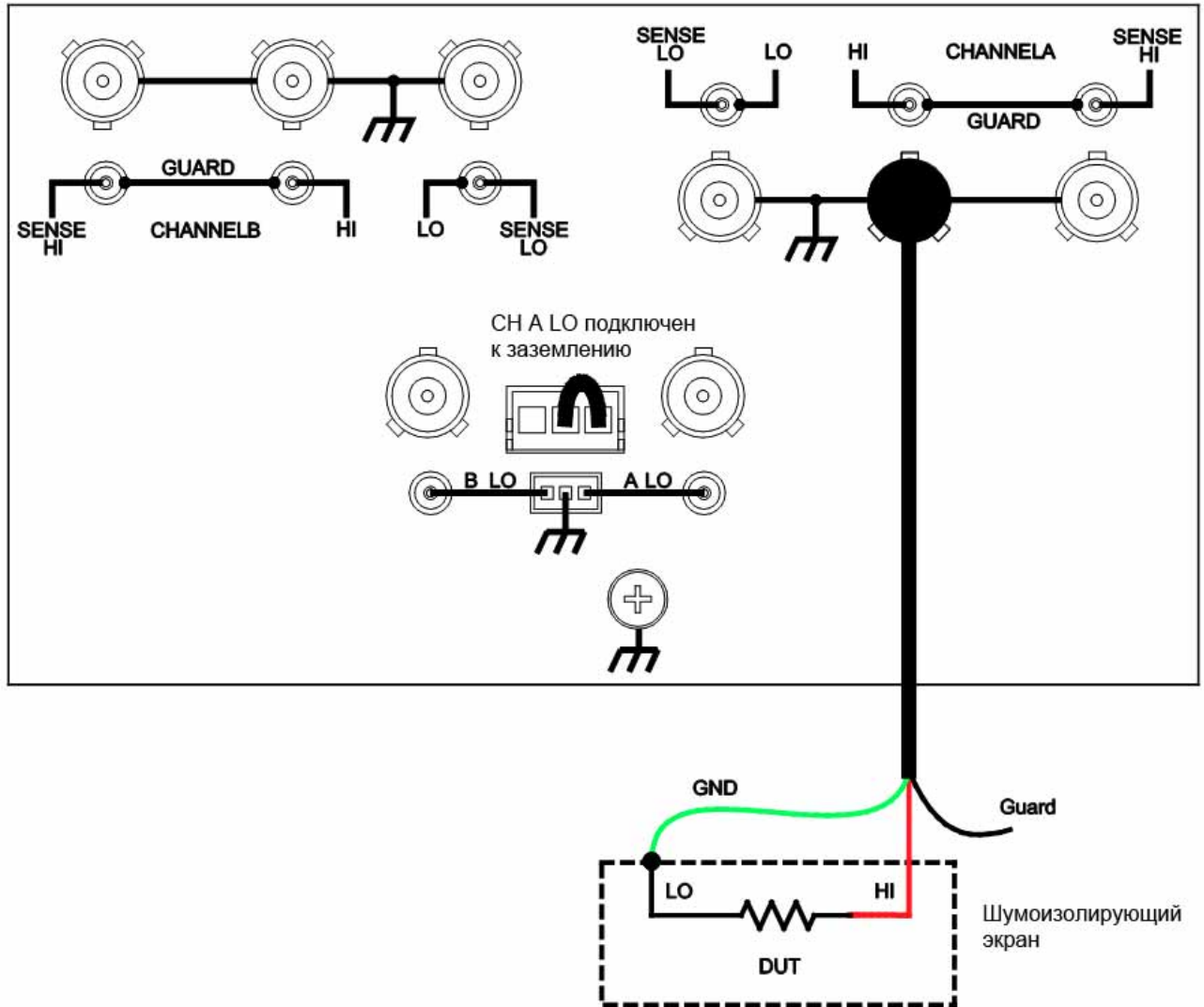


Рис. 36: Шумоизолирующий экран для модели 2634В и 2636В («неплавающее» состояние)



Совместное использование экранов и защиты

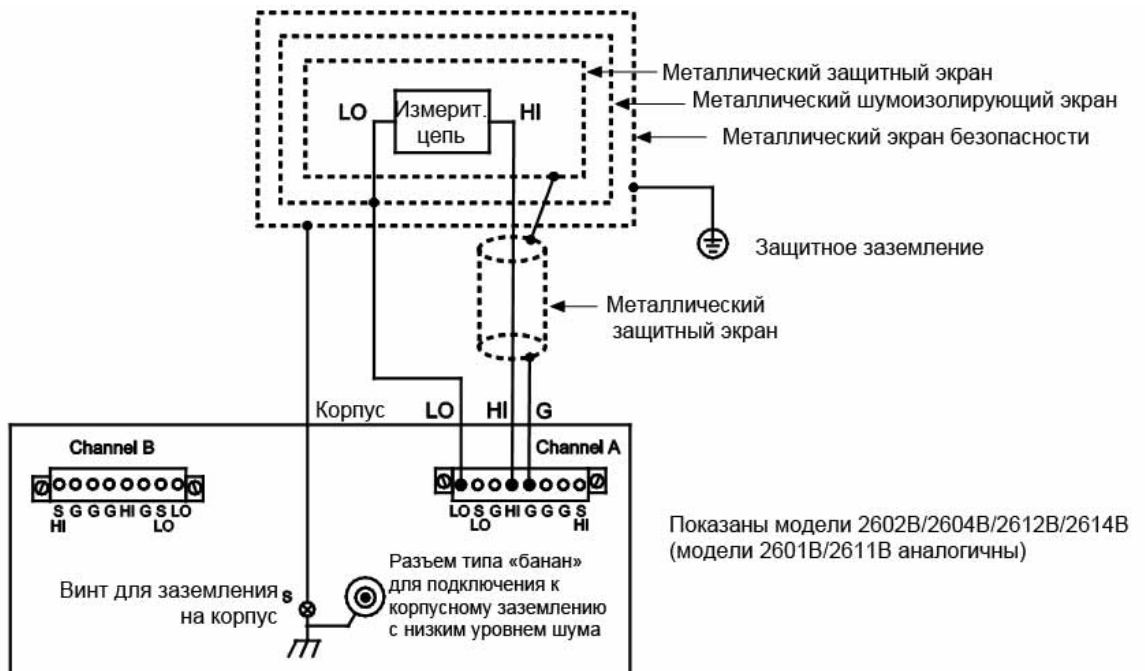
На рисунках ниже показана схема подключения для тестовой системы, использующей шумоизолирующий экран, экран безопасности и защиту. Экраны защиты подключаются к управляемому разъему защиты (G) калибратора-измерителя. Шумоизолирующий экран подключается к разъему LO калибратора-измерителя. Экран безопасности подключается к корпусу и грунтовому заземлению.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Защитный корпус всех металлических испытательных стендов должен быть подключен к защитному заземлению. Подробнее см. в документации по работе с конкретным испытательным стендом. Непроводящие испытательные стенды должны быть рассчитаны на нагрузку, в два раза превышающую максимальные характеристики измерительного оборудования в системе.

Рис. 37: Подключение шумоизолирующего экрана, экрана безопасности и защиты



Испытательный стенд

Испытательный стенд можно использовать для защиты устройства или измерительной цепи. Испытательный стенд может быть выполнен в виде металлического или непроводящего кожуха и, как правило, оборудован крышкой. При правильном использовании вывод сигнала прибором серии 2600В будет автоматически отключен в случае открытия крышки испытательного стенда. Измерительная цепь монтируется внутри испытательного стенда. В случае, если ожидается наличие опасных напряжений (>30 В среднеквадратическое, 42 В пиковое), к испытательному стенду предъявляются следующие требования в аспекте безопасности:

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Для защиты от возможного удара током рекомендуется, чтобы кожух закрывал все части, находящиеся под напряжением.

Непроводящие кожухи должны быть выполнены из материалов, отвечающих соответствующим требованиям к пожаробезопасности, а также соответствовать характеристикам испытательной цепи в аспекте напряжения и температуры. Защитный корпус всех металлических испытательных стендов должен быть подключен к защитному заземлению. Подробнее см. в документации по работе с конкретным испытательным стендом. Непроводящие испытательные стенды должны быть рассчитаны на нагрузку, в два раза превышающую максимальные характеристики измерительного оборудования в системе.

При использовании металлических кожухов корпус испытательного стенда должен быть должным образом подключен к защитному заземлению. Заземляющий провод (калибром не менее #16 AWG) должен быть надежно подключен к винтовой клемме испытательного стенда, предназначенной для защитного заземления. Другой конец заземляющего провода необходимо подключить к известному защитному (грунтовому) заземлению.

Материалы для изготовления: Металлический испытательный стенд должен быть подключен к известному защитному (грунтовому) заземлению, как описано в **ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ** выше. Непроводящие испытательные стенды должны быть изготовлены из материалов, удовлетворяющих требованиям к пожаробезопасности, напряжению и температурным условиям, которые могут быть в измерительной цепи. Требования к материалам, необходимым для изготовления непроводящих кожухов, также описаны выше.

Изоляция измерительной цепи: При закрытой крышке испытательный стенд должен полностью окружать измерительную цепь. Металлический испытательный стенд должен быть электрически изолирован от измерительной цепи. Входные/выходные разъемы, установленные на металлическом испытательном стенде, также должны быть изолированы от испытательного стенда. Внутри обычно используются тефлоновые изоляторы для отделения внутренней печатной платы или защитной платы измерительной цепи от металлического испытательного стенда.

Выключатель устройства блокировки: Испытательный стенд должен быть оборудован нормально разомкнутым выключателем блокировки. Выключатель устройства блокировки должен быть установлен таким образом, чтобы при открытии крышки испытательного стенда выключатель размыкался, а при закрытии – замыкался.

Порт ввода/вывода цифрового сигнала приборов серии 2600В обеспечивает наличие линии разрешения вывода или линии блокировки (в зависимости от номера модели). При правильном использовании вывод сигнала прибором серии 2600В будет автоматически отключен в случае открытия крышки испытательного стенда. Сигнал разрешения вывода (OE) доступен на моделях 2601В/2602В/2604В, а модели 2611В/2612В/2614В/2634В/2635В/2636В имеют сигнал блокировки.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

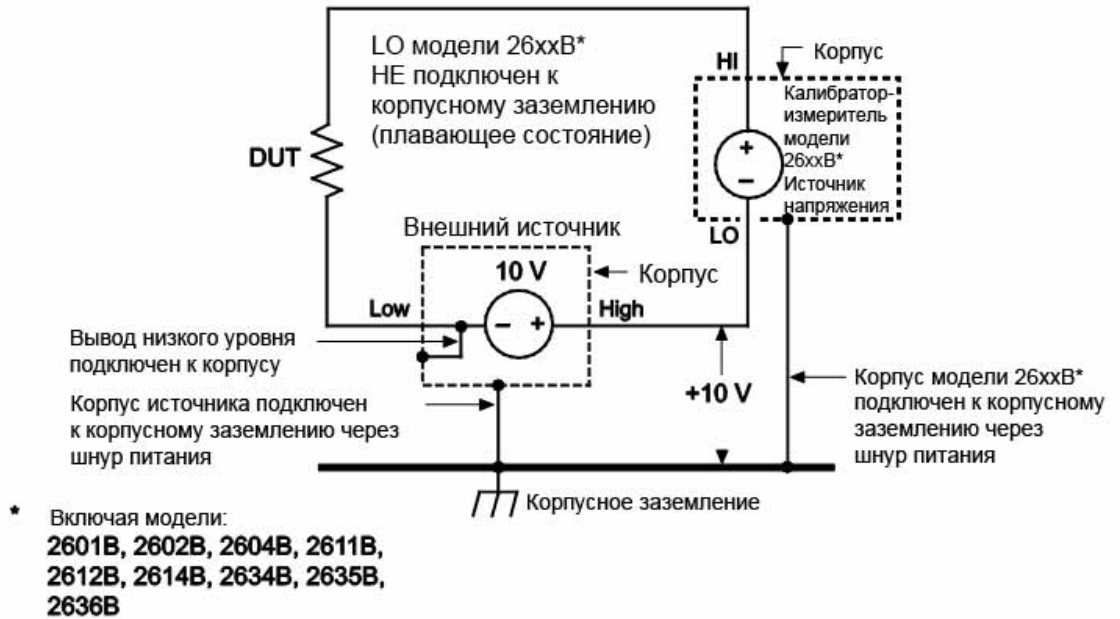
Порт ввода/вывода цифрового сигнала модели 2601В/2602В/2604В не может быть использован для управления цепями безопасности и не должен использоваться для управления защитной блокировкой. Контакт порта ввода/вывода цифрового сигнала, отвечающий за блокировку, на моделях 2611В/2612В/2614В/2634В/2635В/2636В может использоваться для управления защитной блокировкой.

Плавающее состояние калибратора-измерителя

Использование внешнего источника в испытательной системе может потребовать отрыва калибратора-измерителя серии 2600В от основного защитного заземления. Пример подобной испытательной системы с внешним источником напряжения показан ниже. Обратите внимание, что разъем источника, на который подается выходное напряжение низкого уровня, подключен к корпусному защитному заземлению.

Для работы в измерительной цепи, показанной ниже, прибор серии 2600В должен стать «плавающим» относительно корпусного защитного заземления. Как показано ниже, разъем LO калибратора-измерителя прибора серии 2600В «плавает» на +10 В выше корпусного защитного заземления. Если разъем LO калибратора-измерителя был бы заземлен на корпус, то произошло бы короткое замыкание источника напряжения через корпусное защитное заземление.

Рис. 38: Схема подключения с плавающей землей



На рисунке ниже показана схема подключения прибора 2600В с плавающей землей. Чтобы обеспечивать возможность «плавания» калибратора-измерителя, разъем входа/выхода LO должен быть развязан от корпусного заземления. Для этого нужно не подключать входной/выходной разъем LO к корпусному заземлению.

Рис. 39: Схема подключения для моделей 2601В/2602В/2604В/2611В/2612В/2614В

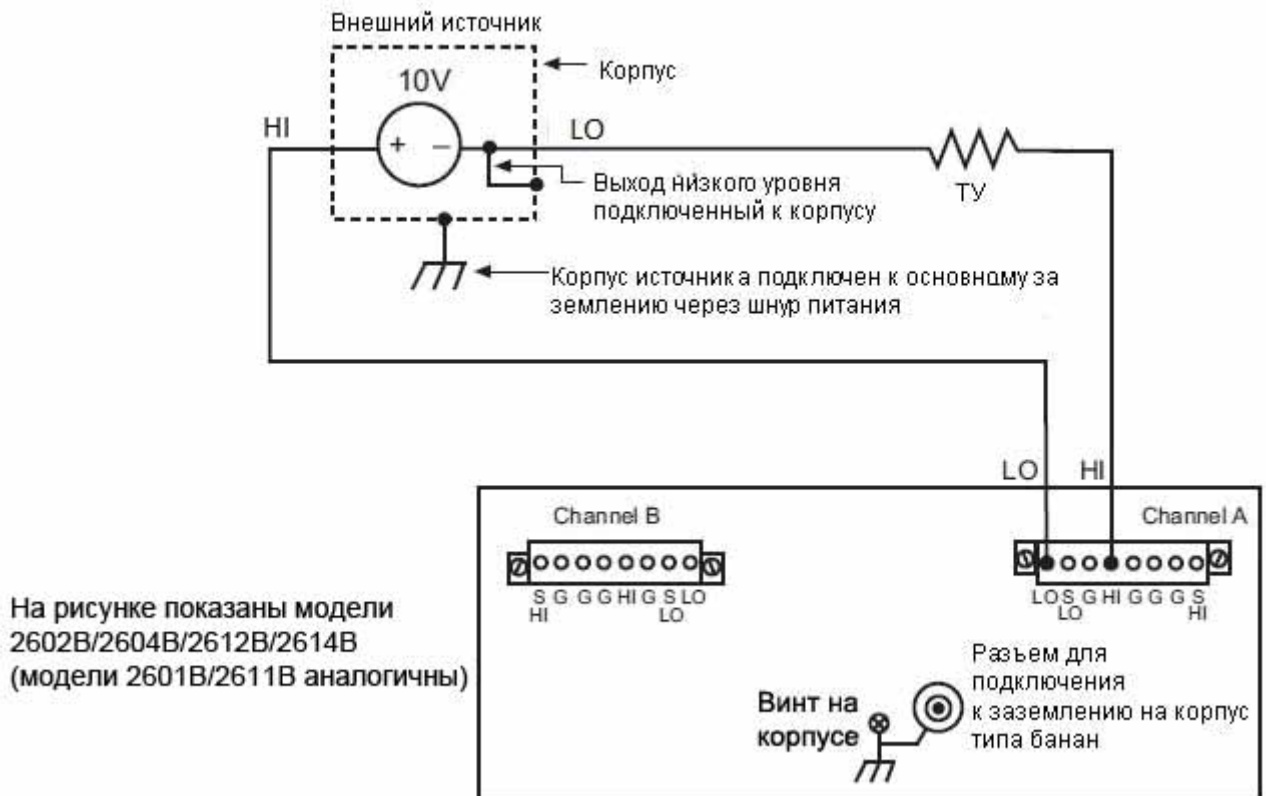
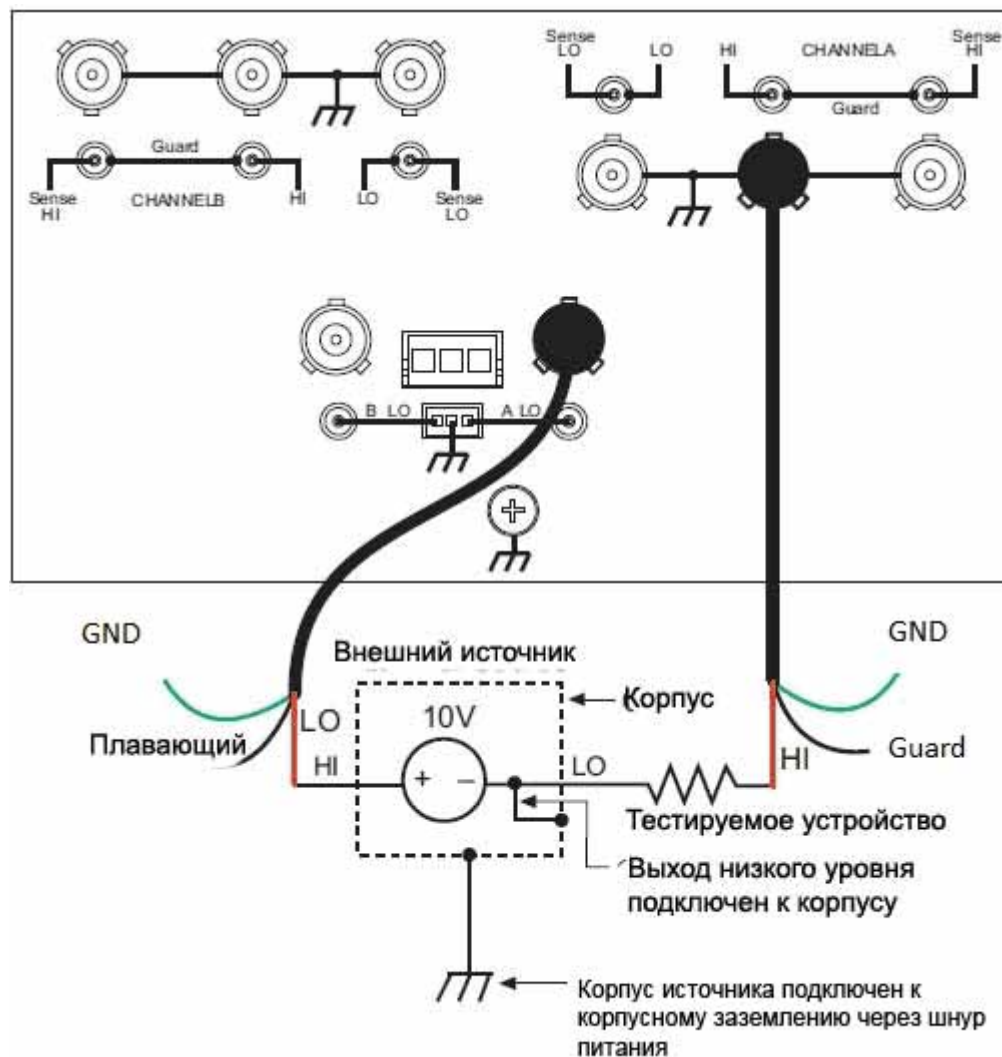


Рис. 40: Схема подключения для моделей 2634В и 2636В (аналогично для модели 2635В)



В качестве внешнего источника напряжения может выступать калибратор-измеритель второго прибора серии 2600В или другого прибора. Необходимо помнить, что если суммарное напряжение на выходах источников превышает 42 В, то для тестируемого устройства потребуется экран безопасности (см. ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ниже).

! ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Максимальное плавающее (общее) напряжение для калибратора-измерителя составляет ± 250 В. Превышение данного уровня может привести к повреждению прибора и возникновению опасности поражения током.

Использование внешнего источника для отрыва калибратора-измерителя может создать опасность поражения током в испытательной цепи. Опасность поражения током имеется при наличии в испытательной цепи напряжения выше 42 В. Для исключения доступа к частям под напряжением необходимо использовать для всех соединений кабели или изоляторы соответствующего номинала.

При наличии напряжения выше 42 В необходимо обеспечить соответствующую изоляцию испытательной цепи или размещение в металлическом экране безопасности, подключенном к известному защитному грунтовому заземлению и корпусному заземлению (см. раздел «Защитные экраны» на стр. 2-63).

Настройки подключения тестируемого устройства

Для подключения к ТУ по конкретной схеме необходимо выполнить правильные настройки режима измерения прибора серии 2600В. Соблюдайте осторожность при настройке состояния отключенного вывода, чтобы обеспечить безопасную работу измерительной схемы.

Выбор режима измерения




Пользователь может установить двухпроводной локальный режим измерения (см. стр. 2-53) или четырехпроводной дистанционный режим измерения (стр. 2-54).

ПРИМЕЧАНИЕ

По умолчанию выбран двухпроводной локальный режим.

Выбор режима измерения с передней панели

Для проверки или изменения режима измерения с помощью органов управления на передней панели выполните следующие операции:

1. Нажмите клавишу **CONFIG**.
2. Нажмите клавишу **SRC** или **MEAS**. Доступ и настройка режима измерения прибора серии 2600В возможны как из меню V-SOURCE, так и из меню V-MEAS.
3. Если была нажата клавиша SRC: выберите **V-SOURCE>SENSE-MODE**, затем нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления .
Если была нажата клавиша MEAS: выберите **V-MEAS>SENSE-MODE**, затем нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления .
4. Выберите двухпроводной (**2-WIRE**) или четырехпроводной (**4-WIRE**) режим, затем нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления .

Выбор режима измерения в дистанционном режиме

Процедура выбора дистанционного режима измерения с помощью интерфейса удаленного управления:

Установите атрибут `smuX.sense` для управления режимом измерения с помощью интерфейса удаленного управления. В примере ниже показана процедура настройки прибора серии 2600В на четырехпроводной дистанционный режим измерения:

```
smua.sense = smua.SENSE_REMOTE
```

Таблица ниже содержит информацию по основным командам, необходимым для выбора режима измерения.

Команды для выбора режима измерения

Команда*	Описание
<code>smuX.source.output = smuX.OUTPUT_OFF</code>	Отключение вывода калибратора-измерителя.
<code>smuX.sense = smuX.SENSE_LOCAL</code>	Выбор двухпроводного локального режима измерения.
<code>smuX.sense = smuX.SENSE_REMOTE</code>	Выбор четырехпроводного дистанционного режима измерения

*`smuX` : Для моделей 2601В, 2611В и 2635В данное значение - `smua` (канал А); для моделей 2602В, 2604В, 2612В, 2614В, 2634В и 2636В данное значение может быть `smua` (для канала А) или `smub` (для канала В).

Состояние отключенного вывода



ОСТОРОЖНО

При подключении прибора серии 2600В к устройству, которое может быть источником энергии (например, другие источники напряжения, аккумуляторы, конденсаторы, солнечные батареи или другие приборы серии 2600В), необходимо соблюдать рекомендации относительно настройки отключения вывода, настроек воспроизведения сигнала и границ допустимых значений. Выполните рекомендуемые настройки прибора до подключения к устройству. Игнорирование рекомендаций относительно отключения вывода, настроек воспроизведения сигнала и границ допустимых значений могут привести к повреждению устройства или тестируемого элемента.

Режимы отключенного вывода

Существует вероятность, что при выключении питания калибратора-измерителя полное отсоединение калибратора-измерителя от внешней цепи не произойдет. Режим отключенного вывода позволяет перевести прибор серии 2600В в известное, безопасное, неактивное состояние в периоды бездействия, например, во время смены устройств. Калибратор-измеритель серии 2600В может находиться в одном из трех режимов отключенного вывода: нормальный, высокоимпедансный или нулевой.

Нормальный режим отключенного вывода

Нормальный режим отключенного вывода (NORMAL) является режимом, установленным по умолчанию. Когда калибратор-измеритель находится в нормальном режиме отключенного вывода, пользователь может выбрать либо функцию прекращения подачи тока, либо функцию прекращения подачи напряжения (см. раздел «Функция отключенного вывода» на стр. 2-78), а также можно установить ограничения по отключению вывода тока и напряжения (см. раздел «Ограничения в режиме отключенного вывода» на стр. 2-79).

В состоянии отключенного вывода на выходе будет либо 0 В, либо 0 А, в зависимости от вида выбранной функции отключенного вывода. По умолчанию устанавливается режим напряжения.

Высокоимпедансный режим отключенного вывода

В высокоимпедансном режиме отключенного вывода (HI-Z) выходное реле размыкается при отключении вывода, тем самым отключая внешние цепи от входа/выхода калибратора-измерителя. Чтобы избежать преждевременного износа выходного реле, не используйте этот режим для тестов, во время которых происходит частое включение и выключение вывода.

Нулевой режим отключенного вывода

В режиме нулевого отключенного вывода (ZERO) прибор серии 2600В имеет следующие настройки:

В качестве источника воспроизводимого сигнала выбран источник напряжения (V-Source):

- Установленное значение источника напряжения сохраняется на экране.
- Внутри источник напряжения установлен на 0 В.
- Допустимые значения по току остаются такими же, как и значение при включенном выводе. Фактическое обнаружение допустимых значений остается активным.
- Измерения выполняются и результаты отображаются на экране.

В качестве источника воспроизводимого сигнала выбран источник тока (I-source):

- Установленное значение источника тока сохраняется на экране.
- Внутри источник напряжения выбран и установлен на 0 В.
- Допустимое значение по току установлено на текущее значение источника тока или на 10% от полного текущего диапазона тока в зависимости от того, какое значение больше.
- Измерения выполняются, результаты отображаются на экране.

Прибор серии 2600В может использоваться в качестве амперметра, когда он находится в нулевом режиме отключенного вывода, поскольку прибор выводит 0В, но выполняет измерение тока.

Выбор режима отключенного вывода с передней панели

1. Нажмите клавишу **CONFIG**.
2. Нажмите **OUTPUT ON/OFF**.
3. Выберите **OFF-STATE**.
4. Выберите **MODE**.
5. Выберите требуемый режим отключенного вывода: **HI-Z** (высокоимпедансный), **NORMAL** (нормальный) или **ZERO** (нулевой).

Выбор нормального режима отключенного вывода*:

```
smuX.source.offmode = smuX.OUTPUT_NORMAL
```

Выбор высокоимпедансного режима отключенного вывода:

```
smuX.source.offmode = smuX.OUTPUT_HIGH_Z
```

Выбор нулевого режима отключенного вывода:

```
smuX.source.offmode = smuX.OUTPUT_ZERO
```

*smuX : Для моделей 2601В, 2611В и 2635В данное значение - smua (канал А); для моделей 2602В, 2604В, 2612В, 2614В, 2634В и 2636В данное значение может быть smua (для канала А) или smub (для канала В).

Функция отключенного вывода

Данная настройка используется только при отключенном выводе и нахождении прибора серии 2600В в нормальном режиме отключенного вывода (`smuX.source.offmode = smuX.OUTPUT_NORMAL`).

Когда прибор серии 2600В находится в нормальном режиме отключенного вывода, то функция отключенного вывода может быть установлена на режим тока (CURRENT) или режим напряжения (VOLTAGE) в меню CONFIG, вызываемом клавишей на передней панели, или с помощью атрибута `smuX.source.offfunc` при дистанционной работе. По умолчанию функция установлена на режим напряжения (VOLTAGE).

При выключенном выводе и функции отключенного вывода, установленной на VOLTAGE (`smuX.source.offfunc = smuX.OUTPUT_DCVOLTS`), прибор имеет следующие настройки:

- Выход напряжения калибратора-измерителя составляет 0 В
- Ограничение по току устанавливается атрибутом `smuX.source.offlimiti` (по умолчанию на 1 мА).

При выключенном выводе и функции отключенного вывода, установленной на CURRENT (`smuX.source.offfunc = smuX.OUTPUT_DCAMPS`), прибор имеет следующие настройки:

- Выход напряжения калибратора-измерителя составляет 0 А
- Ограничение по напряжению устанавливается атрибутом `smuX.source.offlimitv` (по умолчанию на 40 В).

Когда функция отключенного вывода установлена либо на режим напряжения, либо на режим тока, то калибратор-измеритель может выводить или поглощать очень небольшой объем мощности. В большинстве случаев эта величина выводимой или поглощаемой мощности незначительна.

Выбор функции отключенного вывода

ПРИМЕЧАНИЕ

Данная настройка используется только при отключенном выводе и нахождении калибратора-измерителя в нормальном (NORMAL) режиме отключенного вывода.

Процедура настройки отключенного вывода с передней панели:

1. Нажмите клавишу **CONFIG**.
2. Нажмите **OUTPUT ON/OFF**.
3. Выберите **OFF-STATE**, а затем **FUNCTION**.
4. Выберите **CURRENT** (ток) или **VOLTAGE** (напряжение).
5. Нажмите **EXIT** для возврата к нормальному экрану.

Дистанционная настройка функции отключенного вывода

Установка вывода на 0 В с ограничением по току, устанавливаемым атрибутом

`smuX.source.offlimiti*`

```
smuX.source.offfunc = smuX.OUTPUT_DCVOLTS
```

Установка вывода 0 А с ограничением по напряжению, устанавливаемым атрибутом

`smuX.source.offlimitv`

```
smuX.source.offfunc = smuX.OUTPUT_DCAMPS
```

*`smuX` : Для моделей 2601В, 2611В и 2635В данное значение - `smua` (канал А); для моделей 2602В, 2604В, 2612В, 2614В, 2634В и 2636В данное значение может быть `smua` (для канала А) или `smub` (для канала В).


Ограничения в режиме отключенного вывода

Прибор позволяет установить ограничения в режиме отключенного вывода для тока и напряжения в меню **CONFIG**, включаемом с помощью клавиш на передней панели, или посредством атрибута `smuX.source.offlimitY` в дистанционном режиме управления. Данная настройка позволяет управлять только ограничениями в режиме отключенного вывода.

Установка ограничения по току (**CURRENT**) (`smua.source.offlimiti`) позволяет указать значение ограничения по току в режиме отключенного вывода; установка ограничения по напряжению (**VOLTAGE**) (`smua.source.offlimitv`) позволяет указать значение ограничения по напряжению в режиме отключенного вывода.

Настройка ограничений в режиме отключенного вывода

Процедура настройки ограничений в режиме отключенного вывода с передней панели:

1. Нажмите клавишу **CONFIG**.
2. Нажмите **OUTPUT ON/OFF**.
3. Выберите **OFF-STATE**, а затем выберите **LIMIT**.
4. Выберите **CURRENT** (ток) или **VOLTAGE** (напряжение).
5. Установите необходимое значение ограничения по току или напряжению, а затем нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления  (подробнее см. на стр. 2-21).
6. Нажмите клавишу **EXIT** для возврата на предыдущий уровень меню или к экрану по умолчанию.

Дистанционная настройка ограничения по току в нормальном режиме отключенного вывода:

```
smuX.source.offlimiti = iValue
```

Настройка ограничения по напряжению в нормальном режиме отключенного вывода:

```
smuX.source.offlimitv = vValue
```

*smuX : Для моделей 2601В, 2611В и 2635В данное значение - smua (канал А); для моделей 2602В, 2604В, 2612В, 2614В, 2634В и 2636В данное значение может быть smua (для канала А) или smub (для канала В).

Настройка состояния отключенного вывода в дистанционном режиме

В таблице ниже содержится список команд для настройки состояний отключенного вывода в дистанционном режиме.

Команды для выбора режима измерения

Команда*	Описание
smuX.source.offmode = smua.OUTPUT NORMAL	Выбор нормального режима отключенного вывода.
smuX.source.offmode = smua.OUTPUT HIGH Z	Выбор высокоимпедансного режима отключенного вывода
smuX.source.offmode = smua.OUTPUT ZERO	Выбор нулевого режима отключенного вывода.
smuX.source.offfunc = smua.OUTPUT DCVOLTS	Установка вывода на 0 В с ограничением по току, указанном с помощью атрибута smua.source.offlimiti
smuX.source.offfunc = smua.OUTPUT DCAMPS	Установка вывода на 0 А с ограничением по напряжению, указанном с помощью атрибута smua.source.offlimitv
smuX.source.offlimiti = iValue	Настройка ограничения по току в нормальном режиме отключенного вывода.
smuX.source.offlimitv = vValue	Настройка ограничения по напряжению в нормальном режиме отключенного вывода.

*smuX : Для моделей 2601В, 2611В и 2635В данное значение - smua (канал А); для моделей 2602В, 2604В, 2612В, 2614В, 2634В и 2636В данное значение может быть smua (для канала А) или smub (для канала В).

Сохранение данных на USB-устройство

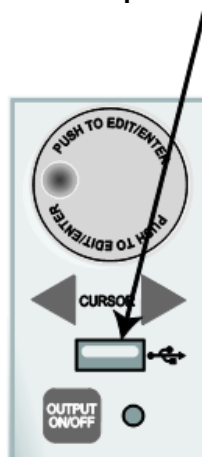
На передней панели калибратора-измерителя серии 2600В расположен порт USB. Для сохранения сценариев и передачи файлов от прибора к основному компьютеру потребуется флэш-накопитель USB. Подробнее о сохранении пользовательских настроек см. на стр. 2-46.

Подключение флэш-накопителя USB

Приборы серии 2600В поддерживают работу с флэш-накопителями, соответствующими стандарту USB 2.0 (а также стандартам USB 1.0 и 1.1). Данные можно сохранить на USB флэш-накопитель с помощью органов управления на передней панели, а также можно создать сценарий для сохранения данных на USB флэш-накопитель.

Для подключения USB флэш-накопителя установите его в порт USB, расположенный на передней панели прибора (см. рисунок ниже).

Рис. 41: Порт USB



Навигация по файловой системе

Прибор серии 2600В позволяет использовать команды из библиотеки Lua `fs` для навигации и вывода списка файлов, находящихся на флэш-накопителе USB. Команды Lua находятся в приборе в группе команд `fs`.

Команды `fs` делают файловую систему любого указанного узла доступными для всей системы TSP-Link®. Например, команда `node[5].fs.readdir(".")` используется для считывания содержимого текущей рабочей директории на узле 5.

Корневой каталог на флэш-накопителе USB имеет следующий абсолютный путь:

```
"/usb1/"
```

ПРИМЕЧАНИЕ

В качестве разделителей директорий можно использовать косую черту (/) или обратную косую черту (\). Однако обратная косая черта также используется как символ отмены, поэтому если она используется в качестве разделителя директорий, то, как правило, потребуется использовать её двойной вариант (\\) при создании сценариев или отправки команд в прибор.

Прибор поддерживает следующие команды Lua `fs`:

```
fs.chdir()
fs.cwd()
fs.is_dir()
fs.is_file()
fs.mkdir()
fs.readdir()
fs.rmdir()
```

В настоящее время следующие команды Lua `fs` не поддерживаются:

```
fs.chmod()
fs.chown()
fs.stat()
```