



www.keithley.com

Калибраторы-измерители напряжения и силы тока Keithley 2651A

КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ
2651A-900-01/R, январь 2012



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 эксплуатации используются 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 подключения 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 категории I и категории II в соответствии со стандартом МЭК 60664. Большинство цепей измерения, управления или ввода/вывода данных относятся к категории I и не могут быть напрямую подключены к источнику сетевого напряжения или к источникам напряжения с высокими переходными перенапряжениями. Подключения категории II требуют наличия защиты от высоких переходных перенапряжений, часто имеющих место при подключении к местной сети переменного питания. Считается, что все цепи измерения, управления и ввода/вывода данных должны подключаться к источникам категории I, если не имеется соответствующей маркировки или иное не указано в эксплуатационной документации.

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.

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. НИКОГДА не подключайте 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, переключателей 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 переключателей, установкой или снятием коммутационных плат или выполнением внутренних изменений, например, установкой или снятием переключателей.

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 предваряет описание опасностей, которые могут привести к травме или смерти. Всегда внимательно изучайте подобную информацию перед выполнением соответствующей процедуры.

Заголовок **ОСТОРОЖНО** в эксплуатационной документации предваряет 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.

Раздел 1

Введение

Содержание раздела:

Приветствие	1-1
Расширенная гарантия	1-1
Введение к руководству	1-1
Информация на компакт-дисках	1-2
Назначение модели 2651A	1-2

Приветствие

Компания Keithley Instruments благодарит вас за выбор её продукта. Калибраторы-измерители напряжения и силы тока 2651A разработаны для использования производителями электронных компонентов и полупроводниковых устройств в качестве высокомощного прибора, сочетающего 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. Модель 2651A – 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 с приборами серии 2600A.

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.

Введение к руководству

Данное руководство представляет собой подробное учебное пособие, призванное помочь пользователю успешно освоить работу с моделью 2651A производства Keithley Instruments. Помимо этого руководство содержит основные сведения о двух простейших интерфейсах - передней панели и веб-интерфейсе. Рекомендуется выполнить все примеры, относящиеся к области задач, которые вы планируете решать с помощью данного прибора.

В некоторых из примеров могут использоваться неизвестные вам команды и понятия. Подробнее см. в справочном руководстве Reference Manual (шифр 2651A-901-01) на компакт-диске Product Information, входящем в комплект поставки вашего прибора.

Информация на компакт-дисках

В комплект поставки модели 2651A входит два компакт-диска. На компакт-диске Model 2651A Product Information записаны Quick Start Guide (Руководство по быстрому старту) и Reference Manual (Справочное руководство) в формате PDF.

- **Quick Start Guide (Руководство по быстрому старту):** 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.
- **Руководство пользователя:** Содержит разнообразные примеры использования для решения различных задач.
- **Reference Manual (Справочное руководство):** В «Справочном руководстве» рассматриваются дальнейшие вопросы эксплуатации и обслуживания прибора, включая справочные данные о командах и более подробное 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,

Назначение модели 2651A

Помимо использования в качестве автономного прибора калибратор-измеритель напряжения и силы тока 2651A может подключаться к другим приборам и устройствам. В данном руководстве приводятся примеры типовых схем с подключением нескольких приборов. Эти варианты использования представлены после общей информации о приборе и включают следующие:

- **Базовые измерения при управлении с передней панели** (стр. 4-1): В разделе демонстрируется работа основной функции измерения с использованием одного прибора 2651A и двухклеммного тестируемого устройства.
- **Захват импульсов высокой мощности** (стр. 5-1): Демонстрация использования прибора 2651A с подключением к управляющему компьютеру. В примере показывается модель запуска прибора для выполнения высокоскоростных измерений светодиода.

Раздел 2 Органы управления на передней панели

Содержание раздела:

Введение.....	Ошибка! Закладка не определена.1
Передняя панель.....	2-1
Отображение серийного номера и версии программного обеспечения ..	2-3

Введение

Перед изучением данного раздела рекомендуется выполнить действия, описанные в «Руководстве по быстрому старту модели 2651A». После этого можно приступать к изучению данного раздела, в котором приводится информация о работе с передней панелью модели 2651A в объеме, достаточном для выполнения примеров, приведенных в данном руководстве.

На передней панели модели 2651A расположены следующие элементы:

- (1) Клавиша POWER
- (2) Экран
- (3) Колесо управления
- (4) Кнопка включения/отключения вывода OUTPUT ON/OFF
- (5) Клавиши для выполнения настроек и управления работой прибора

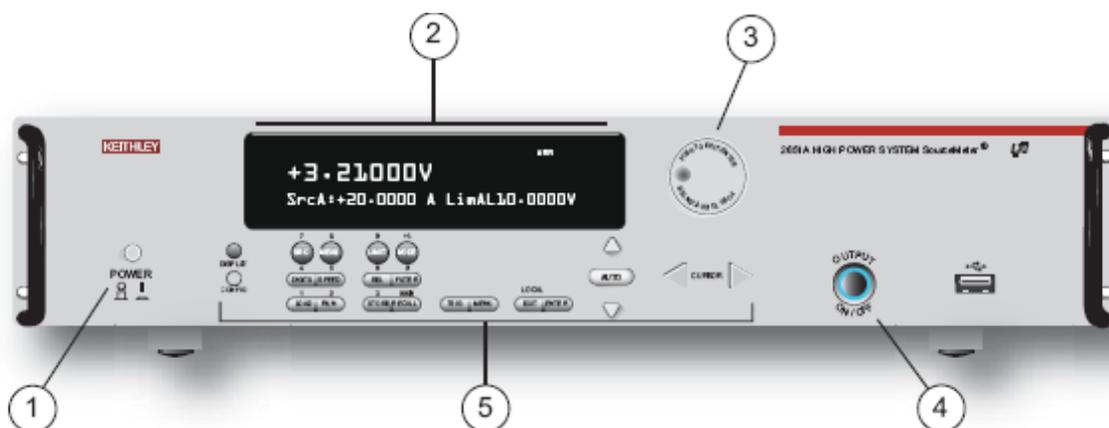
Указанные клавиши, экран и колесо управления могут использоваться для открытия, просмотра и изменения позиций меню, а также для установки значений.

Подробнее о передней панели см. в «Справочном руководстве по работе с моделью 2651A».

Передняя панель

Изображение передней панели модели 2651A приведено ниже.

Рис. 1. Передняя панель



- (1) Клавиша **POWER**. Выключатель питания. Перевод выключателя в положение I включает прибор; перевод выключателя в положение O выключает прибор.
- (2) Экран. Во время работы на экран выводятся результаты измерения, а также информация о выбранном типе измерения и конфигурации. Также на экране отображается информация об активном режиме управления (локальный или дистанционный). Индикатор REM обозначает работу прибора в дистанционном режиме (GPIB, LAN или USB). Отсутствие индикатора REM говорит о том, что прибор управляется с помощью элементов на передней панели.
Во время настройки на экране отображаются разнообразные меню, которые позволяют создать нужную конфигурацию.

Ниже перечислены возможные индикаторы на экране и их значение.

Индикатор	Значение
EDIT:	Прибор находится в режиме редактирования значения источника
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 формируемого сигнала или измерения
*(звездочка):	Идет процесс сохранения показаний в буфер

- (3) Колесо управления . Поворот колеса управления  позволяет просматривать пункты меню или изменять выбранное значение.
Нажатие колеса управления  открывает меню или выбирает позицию меню или значение. В большинстве случаев нажатие колеса управления  эквивалентно нажатию клавиши **ENTER**.
- (4) Кнопка OUTPUT ON/OFF. Нажатие данной кнопки позволяет включить или отключить вывод сигнала прибором 2651A. При включенном выводе горит соответствующий индикатор.
- (5) Клавиши настройки и управления используются для управления прибором и конфигурирования с передней панели. На рисунке ниже демонстрируется расположение данных клавиш, а в таблице, следующей за рисунком, приводится описание каждой клавиши.

Рис. 2: Клавиши настройки и управления



Описание клавиш	
Клавиша	Описание
DISPLAY	Переключение между различными экранами измерителя-калибратора и пользовательским режимом сообщений.
CONFIG	Используется для конфигурирования функции или операции.
SRC	Выбор функции воспроизведения («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	Непосредственное управление режимом.
DIGITS	Поочередное отображение возможных настроек разрешения (4-1/2, 5-1/2 или 6-1/2 разрядов)
SPEED	Выбор типа АЦП: быстрый или интегрирующий. В режиме интегрирующего АЦП данная клавиша также позволяет устанавливать скорость измерения и точность посредством управления апертурой измерения.
REL	Управление относительными измерениями, что позволяет вычлнить из полученного результата измерения опорное значение.
FILTER	Включение/выключение цифрового фильтра. Фильтр может использоваться для снижения шума считывания.
LOAD	Загрузка теста для его выполнения.
RUN	Выполнение последних выбранных заводских или пользовательских тестов.
STORE	Обращение к буферам показаний и снятие показаний.
RECALL	Вызов информации (DATA (данные) или STATISTICS (статистика)), сохраненной в буфере 1 (CHANA-BUFF1) или 2 (CHANA-BUFF2).
TRIG	Запуск процесса снятия показаний.
MENU	Вход в главное меню. Главное меню позволяет сделать настройки многих аспектов функционирования прибора.
EXIT (LOCAL)	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. В большинстве случаев нажатие клавиши ENTER эквивалентно нажатию колеса управления  .
Числовые клавиши	Во включенном состоянии в режиме редактирования (EDIT) числовые клавиши (0-9, +/-, 0000) могут использоваться для непосредственного ввода числового значения. Для входа в режим редактирования нажмите колесо управления  . Подробнее см. в разделе «Изменение значений с помощью числовой клавиатуры» (на стр. 2-4).

Процедура изменения значений с помощью колеса управления::

1. Поверните колесо управления , чтобы перейти к символу, который необходимо изменить (выбранный символ мигает).
2. Нажмите колесо управления , чтобы отредактировать данный символ.
3. Поверните колесо управления  для изменения значения.
4. Нажмите колесо управления  для ввода изменения.
5. Повторите пункты выше, чтобы внести все необходимые изменения.
6. Нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления после выполнения всех изменений.

Процедура изменения значения с помощью цифровой клавиатуры:

ПРИМЕЧАНИЕ

Данный способ можно использовать только при включенной цифровой клавиатуре.

1. Если клавиатура отключена, нажмите клавишу **MENU**, затем выберите **DISPLAY > NUMPAD > ENABLE**.
2. С помощью клавиш со стрелками **CURSOR** переместите курсор на значение, которое необходимо отредактировать.
3. Нажмите необходимую цифровую клавишу (0-9, +/-, 0000). Курсор перемещается на следующее значение справа.
4. Повторите вышеуказанные действия, чтобы установить необходимые значения.
5. Нажмите клавишу **ENTER**, чтобы выбрать значение, или нажмите клавишу **EXIT (LOCAL)** для отмены.
6. (При необходимости) Нажмите **EXIT (LOCAL)** для возврата в главное меню.

Отображение серийного номера и версии программного обеспечения

1. Если прибор серии 2600A находится в дистанционном режиме управления, нажмите клавишу **EXIT (LOCAL)** для перевода прибора в локальный режим.
2. Нажмите клавишу **MENU**.
3. С помощью колеса управления  прокрутите меню.
4. В меню SYSTEM-INFO выберите позицию **SERIAL#**.
6. Нажмите клавишу **ENTER**. На экране отобразится серийный номер прибора серии 2600A.
7. Нажмите клавишу **EXIT** для выхода в меню SYSTEM-INFO и выберите позицию **FIRMWARE**.
8. Нажмите клавишу **ENTER**. На экране отобразится номер версии программного обеспечения: FIRMWARE VERSION 1.0.0 (номер версии на момент издания настоящего руководства).

Раздел 3 Веб-интерфейс

Содержание раздела:

Введение	Ошибка! Закладка не определена.
Подключение к веб-интерфейсу прибора	Ошибка! Закладка не определена.
Домашняя страница веб-интерфейса.....	Ошибка! Закладка не определена.
Закладка для конфигурации IP.....	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение TSB Embedded	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение Reading Buffers.....	Ошибка! Закладка не определена.
TSP Express.....	Ошибка! Закладка не определена.

Введение

Веб-интерфейс модели 2651A позволяет просматривать состояние прибора, управлять прибором и выполнять обновление по локальной сети.

Веб-страница прибора находится во встроенном программном обеспечении прибора. Изменения, вносимые через веб-интерфейс, немедленно реализуются в приборе.

Многие примеры в данном руководстве и в «Справочном руководстве по работе с моделью 2651A» могут быть выполнены с помощью страницы TSB Embedded веб-интерфейса прибора.

Подключение к веб-интерфейсу прибора

ПРИМЕЧАНИЕ

Для работы веб-интерфейса прибора требуется наличие плагина Java™ SE Runtime Environment версии 6 или выше. Текущая версия плагина доступна для скачивания по ссылке <http://www.java.com/en/download/manual.jsp>. Инсталляционные файлы также имеются на компакт-диске с информацией об изделии Model 2651A Product Information, входящем в комплект поставки вашего прибора.

Веб-интерфейс прибора использует Java-приложения, поэтому в зависимости от настроек безопасности вашего браузера может потребоваться разрешение на их загрузку и установку.

Для подключения к веб-интерфейсу прибора требуется подключение по локальной сети от компьютера до прибора. Подробнее о настройке модели 2651A для работы в локальной сети, подключению модели 2651A к локальной сети и установка соединения с прибором см. в разделе «Понятия и настройки локальной сети» в «Справочном руководстве по работе с моделью 2651A»

После правильной настройки модели 2651A и подключения к локальной сети вы можете воспользоваться браузером LXI® Discovery для определения IP-адресов приборов, сертифицированных на соответствие требованиям LXI, которые настроены на автоматический выбор IP-адресов. После определения, двойным щелчком по IP-адресу в браузере LXI

Discovery можно открыть веб-интерфейс прибора. Браузер LXI Discovery доступен для скачивания на сайте компании [Keithley Instruments](http://www.keithley.com) (<http://www.keithley.com>).

Поиск браузера LXI Discovery на веб-сайте Keithley:

1. Выберите закладку **Support**.
2. В окне номера модели впишите **2651A**.
3. В списке выберите **Software**, а затем щелкните по значку поиска. На экране отобразится список приложений для модели 2651A.
4. Подробнее о каждом из приложений см. в соответствующем файле readme.

Подробнее о LXI Consortium см. на веб-сайте LXI Consortium (<http://www.lxistandard.org/>)

Или воспользуйтесь указаниями ниже для подключения к веб-интерфейсу прибора:

1. Убедитесь, что индикатор LAN на приборе горит. Индикатор LAN расположен на задней панели и является составной частью разъема LAN RJ-45.
2. Откройте Интернет-браузер, например, Microsoft® Windows® Internet Explorer® (только версии 6 или выше).
3. Если IP-адрес неизвестен, нажмите клавишу **MENU** на передней панели прибора, а затем выберите **LAN > STATUS > IP-ADDRESS**.
4. В адресном окне Интернет-браузера введите IP-адрес прибора и нажмите **Enter**.

На экране отобразится домашняя страница веб-интерфейса прибора.

Домашняя страница веб-интерфейса

На стартовой странице веб-интерфейса размещена основная информация о приборе, в т.ч.:

- Модель и серийный номер прибора, версия встроенного ПО, дата калибровки и информация LXI
- Кнопка идентификации (ID) для помощи в обнаружении прибора
- Ссылки на веб-приложения для работы с прибором, включая TSB Embedded, Reading Buffers, Flash Upgrade и TSP® Express.

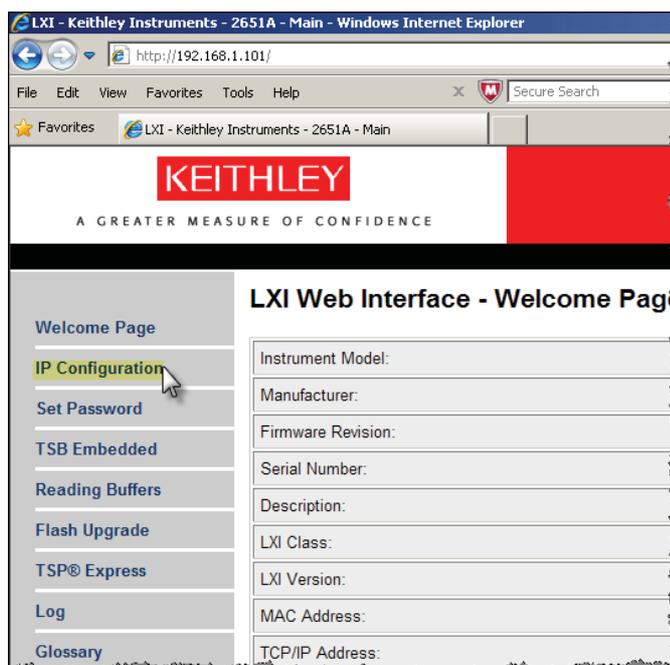
Закладка для конфигурации IP

Закладка IP Configuration открывает доступ к настройкам локальной сети для модели 2651A. Подробнее о конфигурации IP см. в «Справочном руководстве по работе с моделью 2651A».

ПРИМЕЧАНИЕ

При изменении шлюза или маски подсети на странице Modify IP страницу необходимо перезагрузить. В случае изменения IP-адреса необходимо впечатать новый IP-адрес в адресную строку перед продолжением работы с веб-интерфейсом.

Рис. 3: Выбор конфигурации IP



Приложение TSB Embedded

TSB Embedded – это веб-приложение, имеющее интерфейс командной строки, который можно использовать для выдачи команд и взаимодействия с прибором. Помимо этого TSB Embedded – это удобный инструмент для создания и управления пользовательскими сценариями. Приложение TSB Embedded находится в приборе. Его можно использовать для выполнения некоторых примеров из других разделов данного руководства. Если домашняя страница веб-интерфейса загружается, а использовать TSB Embedded (или TSP Express) невозможно, следует убедиться, что Java™ SE Runtime Environment (JRE) версии 6 или выше установлено на вашем компьютере.

Создание сценария с помощью TSB Embedded

ПРИМЕЧАНИЕ

Использование для создания сценариев приложения TSB Embedded отменяет необходимость в командах `loadscript` или `loadandrunscript` и `endscript`

Упражнение: Создание и запуск сценария с помощью TSB Embedded

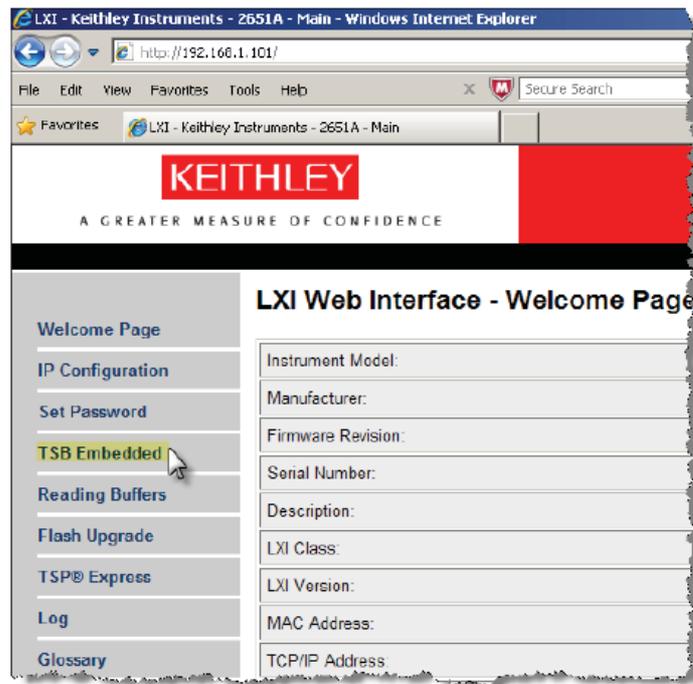
В примере ниже демонстрируется настройка и последовательность команд основной процедуры воспроизведения/измерения сигнала со следующими параметрами:

- Функция воспроизведения и диапазон: вольты, автоматический
- Уровень выводимого сигнала: 5 В
- Допустимые значения по току: 10 мА
- Функция измерения и диапазон: ток, 10 мА

Процедура создания и запуска сценария с помощью TSB Embedded:

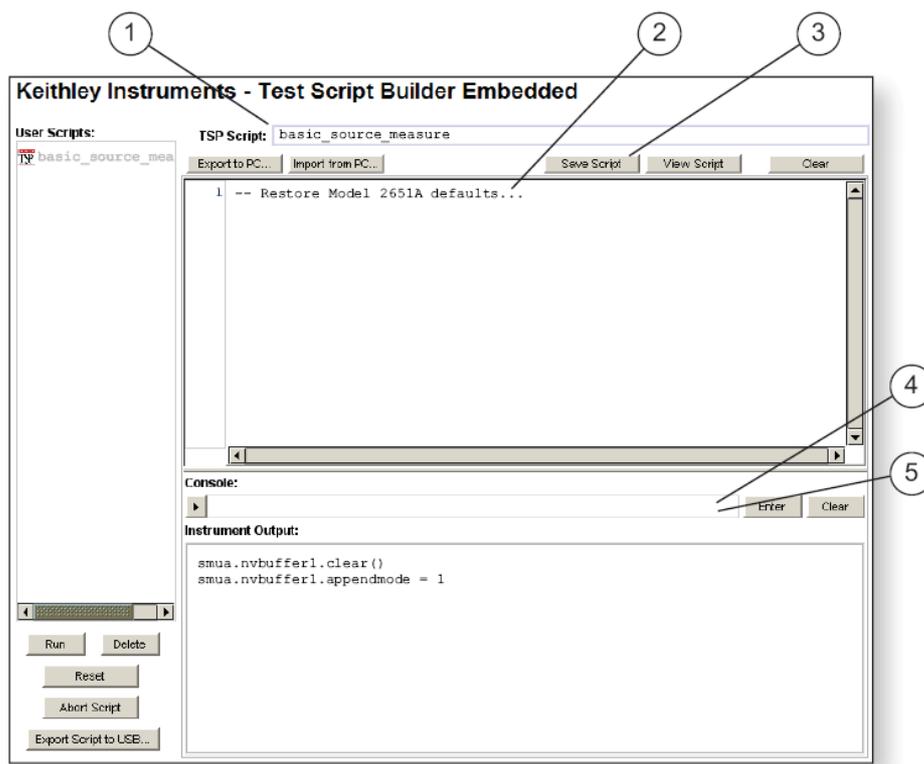
1. В окне навигации в левой части веб-интерфейса выберите TSB Embedded. На экране отобразится страница TSB Embedded.

Рис. 4: Выбор TSB Embedded



2. Для создания примера сценария введите название сценария: `basic_source_measure` в месте, отмеченном цифрой 1 на рисунке ниже.

Рис. 5: Страница TSB Embedded



3. В окне сценария (2) введите код.

```
-- Восстановление настроек по умолчанию модели 2651A.
smua.reset()
-- Выбор функции воспроизведения напряжения.
smua.source.func = smua.OUTPUT_DCVOLTS
-- Установка диапазона воспроизведения на автоматический режим.
smua.source.autorangev = smua.AUTORANGE_ON
-- Установка значения воспроизводимого напряжения на 5 В.
smua.source.levelv = 5
-- Установка ограничения по току на 10 мА.
smua.source.limiti = 10e-3
-- Установка диапазона тока на 10 мА.
smua.measure.rangei = 10e-3
-- Включение выхода.
smua.source.output = smua.OUTPUT_ON
-- Распечатка и помещение текущих значений в буфер.
print(smua.measure.i(smua.nvbuffer1))
-- Отключение выхода.
smua.source.output = smua.OUTPUT_OFF
-- Звуковой сигнал.
beeper.enable = beeper.ON
beeper.beep(1, 1200)
beeper.enable = beeper.OFF
```

ПРИМЕЧАНИЕ

Команды и параметры должны вводиться в прибор 2651A с учетом регистра. Важно вводить команды в точности, как они показаны, чтобы избежать синтаксических и операционных ошибок.

4. Щелкните по **Save Script** (3). Сценарий добавлен в список пользовательских сценариев User Scripts слева.

ПОДСКАЗКА

В приложении TSB Embedded можно пользоваться стандартными функциями редактирования, такими как копирование, вырезание и вставка

5. Выполните очистку буфера (4).

- В пульте управления введите следующую команду и нажмите **Enter**
`smua.nvbuffer1.clear()`
- Если команда введена правильно, она отобразится в окне вывода прибора Instrument Output.

6. Настройте буфер на добавление показаний (4):

- В пульте управления введите следующую команду и нажмите **Enter**
`smua.nvbuffer1.appendmode = 1`
- Если команда введена правильно, она отобразится в окне вывода прибора Instrument Output.

7. Настройте буфер на сбор меток времени (4):

- В пульте управления введите следующую команду и нажмите **Enter**
`smua.nvbuffer1.collecttimestamps = 1`
- Если команда введена правильно, она отобразится в окне вывода прибора Instrument Output.

8. Запустите выполнение сценария:

- Выберите сценарий в списке User Scripts.
- Щелкните по кнопке **Run**.

9. В окне Instrument Output отображаются любые сообщения об ошибках и результаты выполнения сценария.

10. Если ошибок не появляется, а показания снимаются, щелкните по кнопке **Run** несколько раз, чтобы заполнить буфер. Каждый раз при выполнении сценария в окне Instrument Output появляются показания, которые также помещаются в буфер.

Возможности управления сценариями

В окне User Scripts в левой части веб-интерфейса перечислены имеющиеся сценарии. Чтобы удалить сценарий, щелкните кнопкой мыши на названии сценария, а затем на **Delete**. Сценарий удаляется из списка User Scripts и из энергонезависимой памяти прибора. Чтобы прекратить выполнение сценария, нажмите **Abort Script**.

Для экспорта выбранного сценария в компьютер нажмите **Export to PC**. Выберите директорию, в которую необходимо сохранить сценарий, и нажмите **Save**. Сценарии сохраняются в файл с расширением `tsp`. Файлы с расширением `tsp` являются «родными» для приложения Test Script Builder или TSB Embedded, но их можно открыть и отредактировать в любом текстовом редакторе.

Для импорта сценариев из компьютера нажмите **Import to PC**. Выберите директорию, в которой находится файл. Импортировать можно только файлы с расширением `tsp`.

Чтобы очистить окно с названием и окно, в котором находится сценарий, нажмите **Clear**. Название сценария можно вписать в окне **TSP Script**, а для просмотра содержимого сценария нажмите **View Script**.

Приложение Reading Buffers

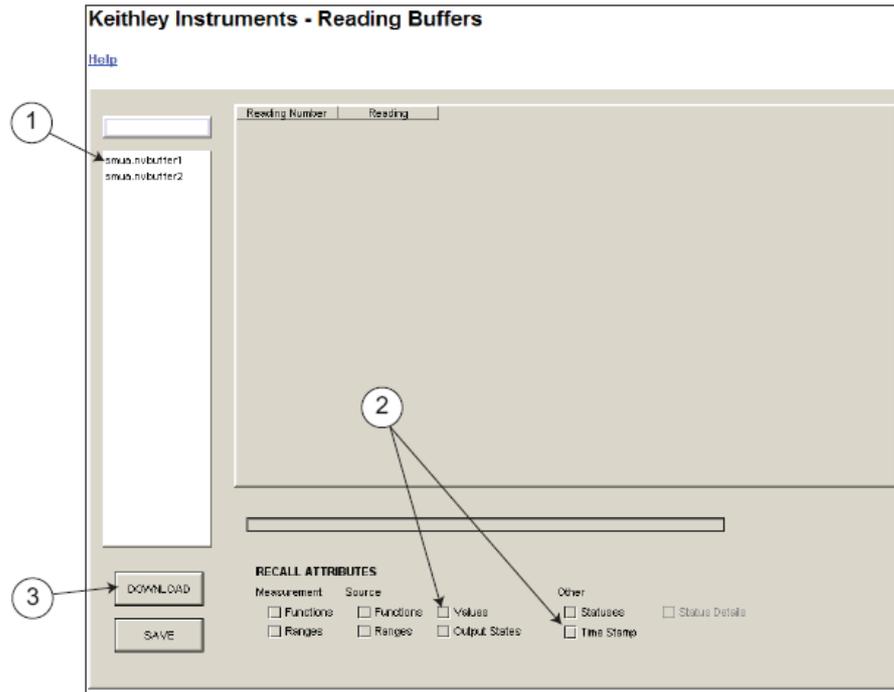
Вкладка Reading Buffers позволяет получить доступ к буферам с показаниями прибора 2651A. Данные, используемые в примере ниже, были созданы и помещены в буфер в процессе выполнения упражнения «Создание и запуск сценария с помощью TSB Embedded» (на стр. 3-4).

Упражнение: Вызов показаний из буфера

Процедура вызова показаний из заполненного буфера:

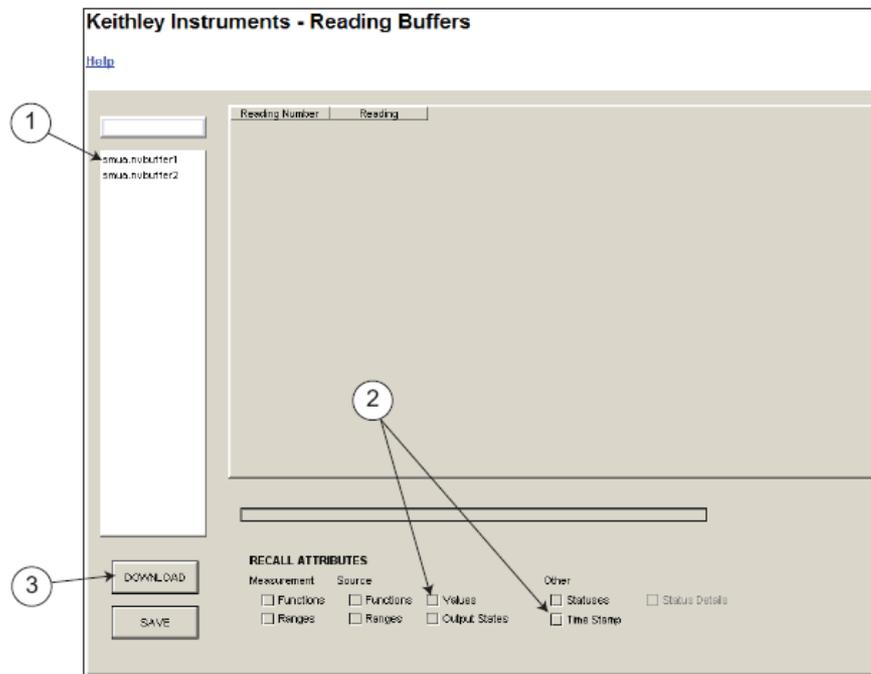
1. В навигационной области в левой части веб-интерфейса выберите **Reading Buffers**. На экране отобразится страница вызова показаний из буфера.

Рис. 6: Выбор буфера с показаниями



2. Выберите `smua.nvbuffer1` (1).
3. В области Recall Attributes (Характеристики вызова) в нижней части страницы выберите **Values** (значения) и **Time Stamp** (временная метка) (2).
4. Нажмите **Download** (загрузить) (3). В таблице отобразятся данные, имеющиеся в буфере.

Рис. 7. Загрузка буфера с показаниями



5. Обратите внимание, что колонка Source Value (значение источника) не заполнена. Для сбора значений источника перед получением показаний установите следующий атрибут с помощью TSB Embedded
`smua.nvbuffer1.collectsourcevalues = 1.`

Рис. 8: Пример загруженного буфера показаний

Reading Number	Reading	Source Value	TimeStamp
1	-1.46675043995...		0.0
2	-1.46675043995...		2.06658101081...
3	-1.10057605695...		3.89714288711...

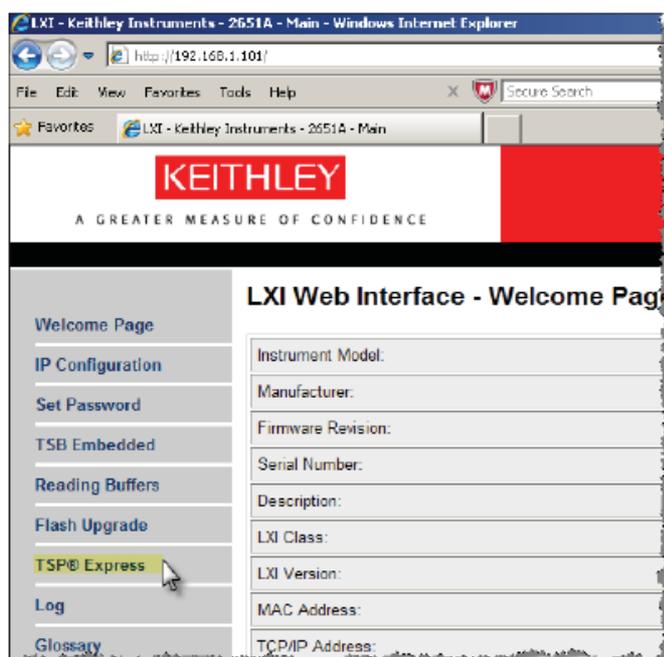
TSP Express

Вкладка TSP® Express позволяет перейти к стартовой странице TSP Express. Находясь на этой странице, щелкните по кнопке **Launch**, чтобы запустить TSP Express.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для одного и того же прибора можно запустить только один сеанс TSB Embedded или TSP Express.

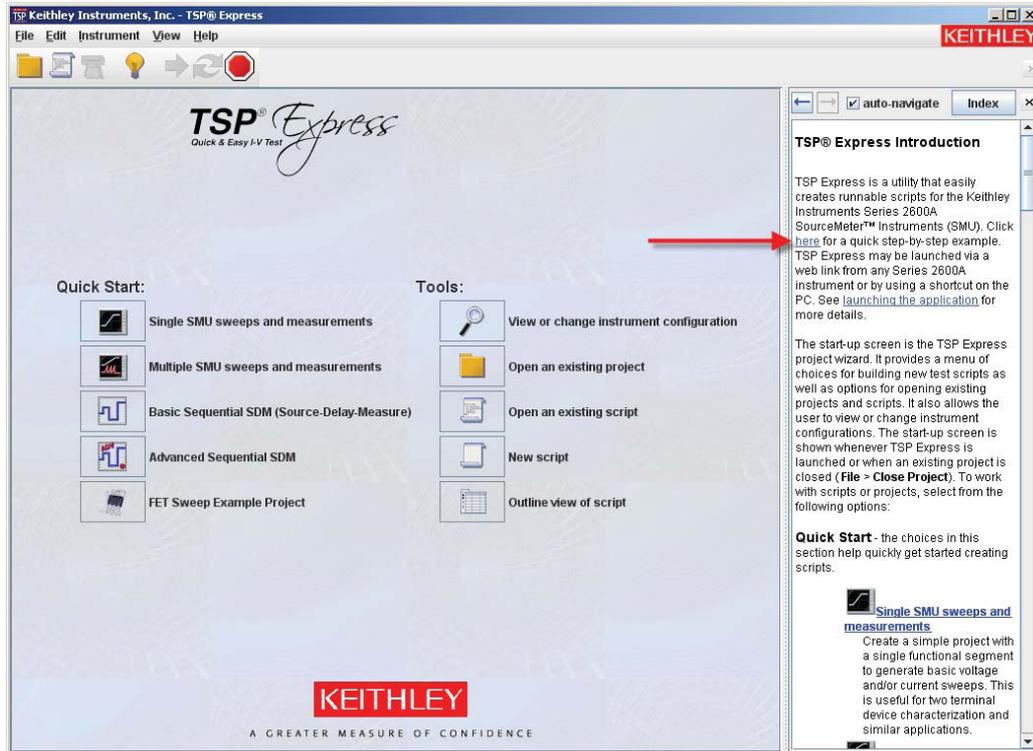
Рис. 9: Выбор TSP Express



Процедура запуска TSP Express:

1. В области навигации в левой части веб-интерфейса выберите **TSP Express**. На экране отображается страница TSP Express.
2. Щелкните по кнопке **Launch**. Откроется окно TSP Express.
3. В правой части основного окна расположена панель Справки. Ширину панели можно отрегулировать перемещением вертикальной черты. Чтобы познакомиться с функциями TSP Express, щелкните и выполните все операции в примере, ссылка на который приводится в первом абзаце вводного раздела к описанию TSP Express.

Рис. 10: TSP Express



Раздел 4

Базовые измерения с передней панели

Содержание раздела

Введение	Ошибка! Закладка не определена.
Оборудование, необходимое для выполнения примера	Ошибка!
Закладка не определена.	
Подключение устройства	Ошибка! Закладка не определена.
Измерения, выполняемые с передней панели ..	Ошибка! Закладка не определена.

Введение

Калибраторы-измерители напряжения и силы тока 2651A позволяют выполнять базовые измерения с помощью органов управления на передней панели. В примере ниже измерения выполняются с использованием резистора на 10 кОм. Аналогичные измерения можно выполнить на любом двухклеммном тестируемом устройстве при условии использования подходящих значений источника.

Оборудование, необходимое для выполнения примера

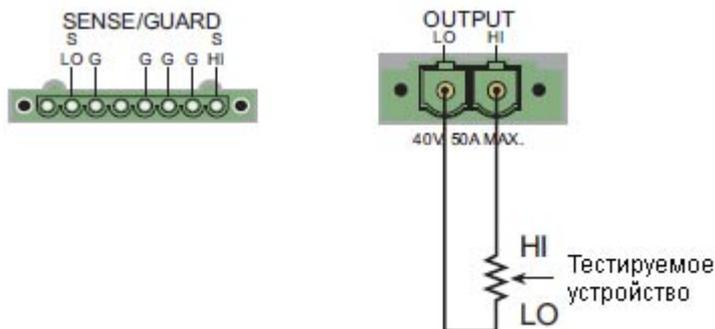
Для выполнения указанного примера потребуется следующее оборудование:

- Калибратор-измеритель напряжения и силы тока, модель 2651A
- Кабели и разъемы в сборе, необходимые для выполнения подключения к тестируемому устройству (например, комплект 2651A-KIT). Подробнее см. в разделе «Подключение устройства» (на стр. 4-1)

Подключение устройства

Подключение калибратора-измерителя напряжения и силы тока 2651A к тестируемому устройству показано на рисунке ниже. При выполнении подключений необходимо следить за качеством соединений.

Рис. 11: Подключение для измерения сопротивления по двухпроводной схеме



Измерения, выполняемые с передней панели

Процедура ниже используется для выполнения настроек прибора и измерений с помощью органов управления на передней панели.

Шаг 1: Выбор и установка уровня источника

Процедура выбора источника напряжения и установки его значения на 10 В:

1. Нажмите клавишу **SRC** и выберите режим **V-Source**, в соответствии с единицами в поле источника на экране. Моргающий символ (курсор) указывает, какое значение выбрано для редактирования.
2. Переместите курсор на символ, который требуется изменить, затем нажмите колесо управления  для входа в режим редактирования, что будет подтверждено загоревшимся индикатором EDIT.
3. С помощью клавиш **RANGE** установите диапазон 10 V. Если используется иное значение источника, рекомендуется установить минимально возможный диапазон для достижения наилучшей точности.
4. Установите значение источника на 10.0000 V, а затем нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления для завершения редактирования.

Шаг 2: Установка ограничения допустимых значений

Процедура установки ограничения допустимых значений на 10 мА:

1. Нажмите клавишу **LIMIT**.
2. Переместите курсор на символ, который требуется изменить, затем нажмите колесо управления  для входа в режим редактирования, что будет подтверждено загоревшимся индикатором EDIT.
3. Введите значение ограничения 10.000 мА.
4. Нажмите клавишу **ENTER** или колесо управления  для завершения редактирования.

Шаг 3: Выбор функции измерения и диапазона

Процедура выбора функции измерения и диапазона

1. Выберите функцию измерения тока нажатием клавиши **MEAS**.
2. Включите автоматическую настройку диапазона нажатием клавиши **AUTO** (загорается индикатор AUTO). Или установите диапазон вручную с помощью клавиш установки диапазона «вверх»/ «вниз».

Шаг 4: Включение выхода

Включите выход нажатием кнопки **OUTPUT ON/OFF**. На экране загорается индикатор OUTPUT.

Шаг 5: Снятие показаний с экрана

1. Наблюдайте за показаниями на экране. При необходимости нажмите клавишу **TRIG**, чтобы запустить процесс набора показаний. В верхней строке отображаются показания, а в нижней строке – значения источника и ограничения. Для резистора с сопротивлением 10 кОм стандартными значениями на экране будут следующие:

1.00000mA

SrcA: +10.0000 V LimA:010.0000mA

2. Нажмите клавишу **MEAS** несколько раз, чтобы отобразить результаты измерения напряжения, сопротивления, мощности и тока. Для резистора с сопротивлением 10 кОм стандартными значениями на экране будут следующие:

10.0000 V, 10.0000 kΩ, 10.0000 mW и 1.00000 mA

Шаг 6: Отключение выхода

После завершения измерения отключите выход нажатием кнопки **OUTPUT ON/OFF**. Индикатор **OUTPUT** погаснет.

Раздел 5

Захват импульсов высокой мощности

Содержание:

Введение.....	5-1
Необходимое оборудование.....	5-1
Настройка связи.....	5-1
Подключение устройства.....	5-1
Настройка модели запуска.....	5-2

Введение

Калибратор-измеритель напряжения и силы тока 2651A предлагает уникальную возможность. Помимо традиционного интегрирующего АЦП модель 2651A также имеет быстрый АЦП. Быстрый АЦП модели 2651A позволяет проводить измерения на высокой скорости, при этом возможности прибора будут аналогичны осциллографу. Это позволяет выполнять захват данных со скоростью до миллиона выборок в секунду и более 5000 показаний за один выброс. Данная функция позволяет одновременно выполнять измерения тока и напряжения, не требуя дополнительных аппаратных средств, а также обеспечивает 18-битное разрешение, что гарантирует высокую точность даже на высокой скорости. Благодаря своему быстрому АЦП, модель 2651A может использоваться для решения широкого круга задач, например, для проверки температурной нестабильности при отрицательном смещении и анализа нестационарного теплообмена.

В примере ниже демонстрируется использование быстрого АЦП модели 2651A для захвата сигналов тока и напряжения импульсов высокой мощности.

Необходимое оборудование

Для выполнения данного теста потребуется следующее оборудование:

- Калибратор-измеритель напряжения и силы тока, модель 2651A
- Кабель GPIB или Ethernet для подключения модели 2651A к компьютеру
- Дополнительные кабели и соединители в сборе, необходимые для выполнения подключений к тестируемому устройству (например, комплект 2651A-KIT); схему подключения см. на стр. 5-2 в разделе «Подключение устройств».

Настройка связи

Схема подключения для организации связи показана на рисунке ниже. В качестве примера используется GPIB, но также возможно использование любого интерфейса связи, поддерживаемого прибором.

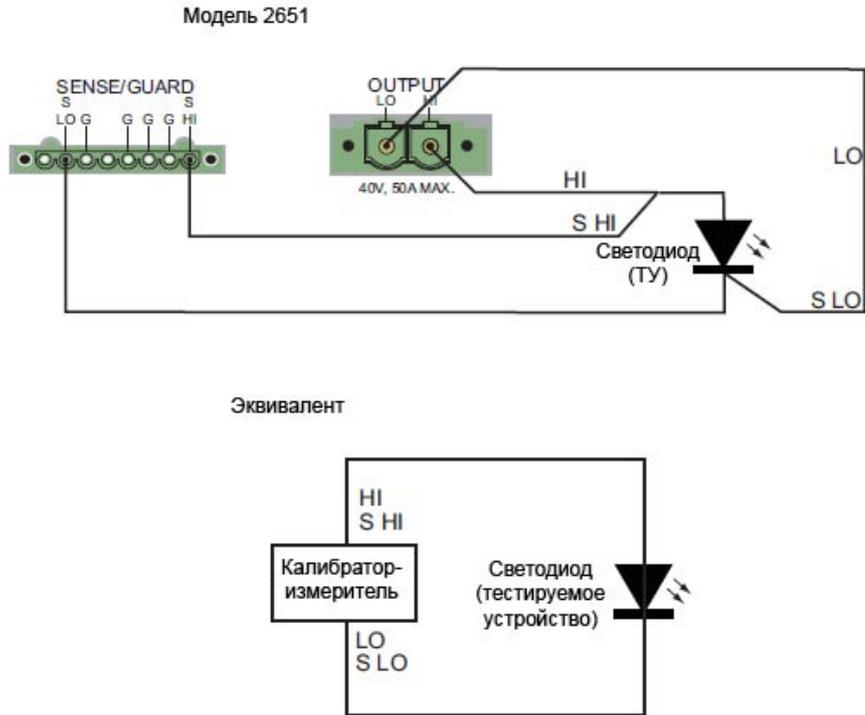
Рис. 12: Пример подключения с использованием GPIB для быстрого АЦП



Подключение устройства

Выполните подключения в соответствии с рисунком ниже, обращая внимание на качество соединений.

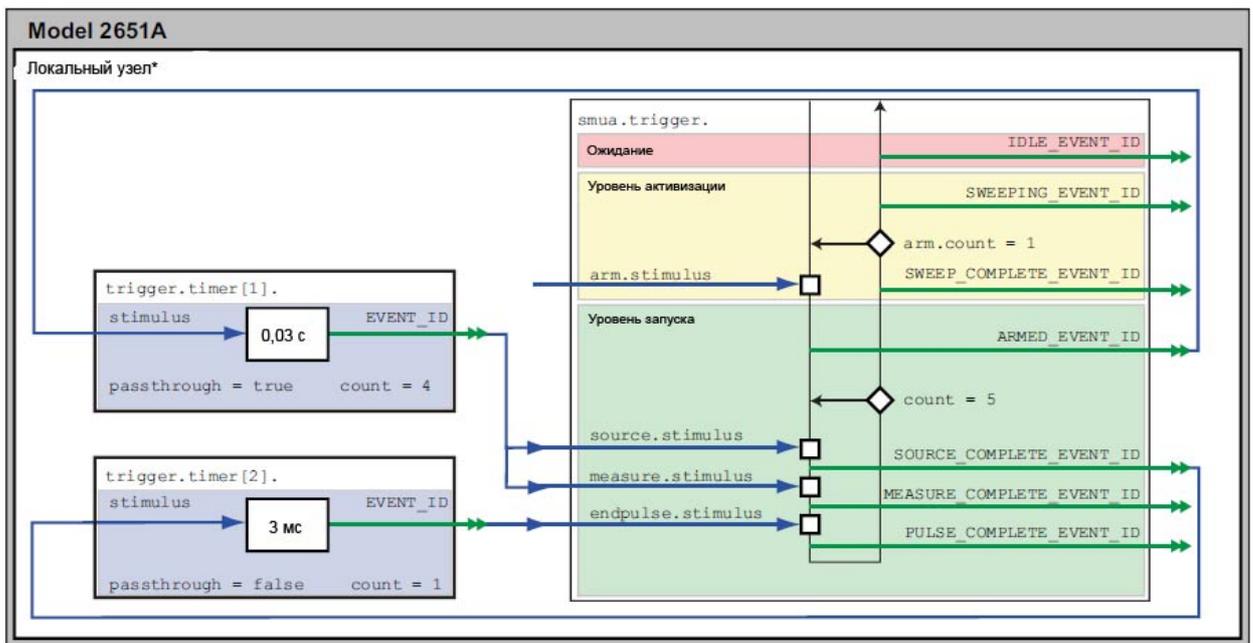
Рис. 13: Схема подключения для выполнения примера с использованием быстрого АЦП



Настройка модели запуска

Для вывода импульсов высокой мощности с точной синхронизацией и качественного захвата импульсов с помощью быстрого АЦП необходимо использовать модель запуска калибратора-измерителя 2651A. Использование модели запуска позволяет выводить импульсы до 50 А с шириной до 100 мкс и располагать измерения с микросекундным разрешением. На рисунке ниже представлена модель запуска, используемая в данном примере.

Рис 14: Схема модели запуска для примера с использованием быстрого АЦП



* Локальный узел: Поскольку в данном примере используется только один прибор, применяется локальный узел.

В данном примере таймер 1 используется для управления временем между импульсами, а таймер 2 для регулирования ширины импульса. Таймер 1 также управляет началом измерений, запуская их в тот же самый момент, что и импульс, и таким образом перекрывая измерения импульсом.

При инициализации модели запуска прибора 2651A происходит следующее:

1. Модель запуска калибратора-измерителя:

- Выходит из режима ожидания
- Проходит через уровень активизации
- Входит на уровень запуска
- Выводит активизированный запуск по событию (ARMED)
- Останавливается на событии «Источник», где ожидает запуск по событию

2. Таймер 1 получает активизированный запуск по событию (ARMED) и начинает обратный отсчет, передавая при этом сигнал запуска по событию одновременно в адрес события «Источник» и события «Измерение» калибратора-измерителя.

3. Событие «Измерение» калибратора-измерителя получает сигнал запуска по событию от таймера 1 и начинает выполнять измерения. Поскольку тип измерений был установлен на асинхронный режим, событие «Измерение» запускает выполнение до окончания события «Источник» и продолжит выполнять измерения даже после выполнения события «Конец импульса». Подробнее см. в разделе "Using the remote trigger model" («Использование модели запуска в дистанционном режиме») в справочном руководстве Reference Manual модели 2651A.

4. Событие «Источник» калибратора-измерителя получает сигнал запуска по событию от таймера 1, начинает выводить импульс, а затем ожидает в течение установленного времени задержки (если имеется) до того момента, когда необходимо будет отправить событие «SOURCE_COMPLETE» (воспроизведение завершено) таймеру 2 и позволить модели запуска калибратора-измерителя продолжить работу.

5. Таймер 2 получает от таймера 1 сигнал запуска по событию SOURCE_COMPLETE_EVENT_ID и начинает обратный отсчет.

6. Модель запуска калибратора-измерителя продолжает работу до момента получения события «Конец импульса», после этого выполняется пауза и ожидается сигнал запуска по событию от таймера 2.

7. После окончания обратного отсчета таймер 2 выводит сигнал запуска по событию для события «Конец импульса» калибратора-измерителя.

8. Событие «Конец импульса» калибратора-измерителя получает сигнал запуска по событию от таймера 2 и выводит задний фронт импульса, после этого позволяет модели запуска калибратора-измерителя продолжить свою работу.

9. Затем модель запуска калибратора-измерителя сравнивает текущее значение повторения цикла уровня запуска с числом запусков:

- Если текущее значение повторений меньше числа запусков, то уровень запуска выполняется еще раз и модель запуска калибратора-измерителя доходит до события «Источник», где ожидает еще один запуск от таймера 1. Затем модель запуска повторяется с шага 3.
- Если текущее значение повторений равно числу запусков, модель запуска калибратора-измерителя покидает уровень запуска, проходит через уровень активизации и возвращается в режим ожидания.