

# DMM6500

# Цифровой мультиметр с разрешением 6,5 разрядов

## Руководство по эксплуатации

DMM6500-900-10 Rev. A / апрель 2018 г



DMM6500-900-10A

# DMM6500

## Цифровой мультиметр с разрешением 6,5 разрядов Руководство по эксплуатации

© Keithley Instruments, LLC, 2018

Cleveland, Ohio, U.S.A. (США)

Все права защищены.

Любое несанкционированное воспроизведение, фотокопирование или использование содержащейся в данном документе информации (в полном объеме или частично) без предварительного письменного разрешения компании Keithley Instruments, LLC строго запрещено.

Это инструкция на русском языке.

TSP<sup>®</sup>, TSP-Link<sup>®</sup> и TSP-Net<sup>®</sup> — товарные знаки компании Keithley Instruments, LLC. Все названия приборов Keithley Instruments являются товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками компании Keithley Instruments, LLC. Другие названия торговых марок являются товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками соответствующих владельцев.

Программное обеспечение Lua 5.0 и связанные с ним файлы документации: © Lua.org, PUC-Rio, 1994–2015. Условия лицензии на использование программного обеспечения Lua и связанной с ним документации см. на сайте лицензирования Lua (<http://www.lua.org/license.html>).

Microsoft, Visual C++, Excel и Windows являются товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками Microsoft Corporation в США и других странах.

Номер документа: DMM6500-900-01Preliminary, апрель 2018 г.



# Правила техники безопасности

Перед использованием этого прибора и всех связанных с ним приборов изучите изложенные ниже правила техники безопасности. Несмотря на то что некоторые приборы и принадлежности обычно используются при безопасном напряжении, в некоторых ситуациях могут возникнуть опасные условия.

Этот прибор предназначен для квалифицированных сотрудников, которые понимают опасность поражения электрическим током и знают правила техники безопасности, необходимые для предотвращения несчастных случаев. Перед использованием этого прибора внимательно ознакомьтесь с информацией по его установке, эксплуатации и обслуживанию и следуйте приведенным в ней инструкциям. Полные технические характеристики прибора см. в документации для пользователей.

Если прибор используется способом, не указанным в руководстве, это может отрицательно повлиять на гарантийные обязательства, связанные с прибором.

Ниже перечислены типы пользователей прибора.

**Ответственное лицо** — это лицо либо группа лиц, ответственных за использование и техническое обслуживание оборудования, за эксплуатацию оборудования в соответствии с его техническими характеристиками и эксплуатационными ограничениями, а также за правильное обучение операторов.

**Операторы** — лица, использующие прибор по его назначению. Они должны быть обучены правилам техники безопасности при работе с электрооборудованием и правильному использованию прибора. Операторы должны быть защищены от поражения электрическим током и от прикосновения к цепям, находящимся под опасным напряжением.

**Сотрудники, ответственные за техническое обслуживание.** Выполняют плановые процедуры, необходимые для нормальной работы прибора, например настраивают напряжение сети или заменяют расходные материалы. Процедуры технического обслуживания описаны в документации для пользователей. В описаниях этих процедур явно указано, разрешено ли оператору выполнять их. Если не разрешено, то соответствующие процедуры должен выполнять только обслуживающий персонал.

**Обслуживающий персонал** — это сотрудники, обученные работе с цепями, находящимися под напряжением, безопасной установке и ремонту приборов. К работам по установке и техническому обслуживанию следует допускать только обученный обслуживающий персонал.

Приборы компании Keithley созданы для работы с электрическими сигналами измерительных цепей, цепей управления и ввода-вывода данных с малыми переходными перенапряжениями. Запрещено подключать приборы непосредственно к электросети или к электрическим цепям с большими переходными перенапряжениями. Для подключений категории измерений II (согласно стандарту IEC 60664) требуется защита от больших переходных перенапряжений, которые зачастую связаны с подключениями к местной сети переменного тока. Некоторые измерительные приборы компании Keithley можно подключать к электрической сети. Эти приборы имеют маркировку категории II или более высокой категории.

За исключением случаев, когда это явно разрешено в технических характеристиках, руководстве по эксплуатации и табличках на приборе, не подключайте приборы к электрической сети.

Соблюдайте особую осторожность, если имеется опасность поражения электрическим током. На разъемах кабелей или на оснастке для тестирования может присутствовать опасное для жизни напряжение. Согласно нормам Американского национального института стандартов (ANSI) риск поражения электрическим током присутствует при работе с напряжениями, превышающими 30 В (ср. кв.), 42,4 В (пик.) либо 60 В (пост. ток). Общепринятая практика рекомендует подразумевать наличие опасного напряжения в любой неизвестной цепи до измерения.

Операторы, работающие с этим прибором, должны быть постоянно защищены от поражения электрическим током. Ответственное лицо должно убедиться, что операторы не могут получить доступ ни к одной из точек подключения или изолированы от них. В некоторых случаях точки подключения должны быть открыты, и существует возможность касания их людьми. В этих случаях операторы, работающие с прибором, должны пройти обучение по защите от поражения электрическим током. Если в какой-либо цепи возможно напряжение 1000 В и выше, все проводники этой цепи должны быть изолированы.

Не подключайте коммутационные платы непосредственно к цепям с неограниченной мощностью. Эти платы предназначены для использования с источниками электрических сигналов с ограниченным импедансом. ЗАПРЕЩАЕТСЯ подключать коммутационные платы непосредственно к сети переменного тока. При подключении источников к коммутационным платам установите защитные устройства для ограничения подачи тока и напряжения короткого замыкания на плату.

Прежде чем начинать работу с прибором, убедитесь в том, что его шнур питания подключен к правильно заземлённой электрической розетке. Перед каждым использованием проверяйте соединительные кабели, испытательные выводы и переключатели на наличие износа, трещин или разрывов.

При установке оборудования в местах с затруднённым доступом к шнуру питания, например в стойках, необходимо установить отдельное устройство отключения от электросети в непосредственной близости от оборудования и в пределах досягаемости оператора.

Для обеспечения максимальной безопасности не касайтесь прибора, измерительных проводов и других приборов, когда испытываемая цепь находится под напряжением. ВСЕГДА отключайте питание от всех элементов системы тестирования и разряжайте все конденсаторы, прежде чем подключать или отключать кабели и переключатели, устанавливать или демонтировать коммутационные платы либо вносить изменения в схему, например устанавливать или снимать переключатели.

Не касайтесь объектов, которые могут создать путь для тока к общему проводу испытываемой цепи или проводу заземления шнура питания. Всегда выполняйте измерения сухими руками, стоя на сухой изолированной поверхности, способной выдержать измеряемое напряжение.

В целях безопасности приборы и принадлежности необходимо использовать в строгом соответствии с руководством по эксплуатации. Если приборы или принадлежности используются способом, не описанным в руководстве по эксплуатации, то уровень защиты, обеспечиваемой оборудованием, может быть снижен.

Уровни измеряемых сигналов не должны превышать максимальных значений, указанных для приборов и принадлежностей. Максимальные уровни сигналов указаны в технических характеристиках и руководствах по эксплуатации, а также на панелях приборов, панелях оснастки для тестирования и на коммутационных платах.

Если в приборе используются плавкие предохранители, то при их замене используйте предохранители того же типа и номинала, что и заменяемые. Это необходимо, чтобы не допустить возгорания прибора.

Подключения к шасси следует использовать только для экранирования измерительных цепей, а НЕ в качестве защитного заземления.

Если вы используете оснастку для тестирования, её крышка должна быть закрыта, когда на тестируемое устройство подаётся питание. Для безопасной работы необходимо использовать систему блокировки крышки.

Если имеется винт , подключите его к защитному заземлению при помощи провода, рекомендуемые характеристики которого указаны в документации для пользователя.

Символ  на приборе означает предостережение, возможный риск или потенциальную опасность. Во всех случаях, когда на приборе имеется этот символ, пользователю необходимо выяснить его значение в руководстве по эксплуатации, входящем в комплект документации для пользователей.

Символ  на приборе означает предупреждение или опасность поражения электрическим током. Соблюдайте стандартные правила техники безопасности, чтобы не допустить соприкосновения с проводниками, находящимися под высокими напряжениями.

Символ  на приборе указывает, что поверхность может быть горячей. Во избежание ожогов не прикасайтесь к таким поверхностям.

Символ  указывает клемму для подключения к раме прибора.

Если на приборе имеется символ , он означает, что в лампе дисплея прибора имеется ртуть. Обратите внимание, лампы подлежат утилизации в соответствии с государственным и региональным законодательством.

Заголовок **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ** в документации пользователя указывает на опасность, которая может стать причиной травм или смерти. Перед выполнением процедур, отмеченных этим знаком, всегда внимательно изучайте соответствующую информацию.

Заголовок **ОСТОРОЖНО!** в документации пользователя указывает на опасности, которые могут привести к повреждению прибора. Такие повреждения могут привести к аннулированию гарантии.

Заголовок **ОСТОРОЖНО!** с символом  в пользовательской документации указывает на опасности, которые могут привести к травмам средней или небольшой тяжести либо к повреждению прибора. Перед выполнением процедур, отмеченных этим знаком, всегда внимательно изучайте соответствующую информацию. Повреждение прибора может привести к аннулированию гарантии.

Приборы и принадлежности не должны соприкасаться с людьми.

Перед выполнением любых операций по обслуживанию отсоедините шнур питания и все измерительные провода.

Для поддержания соответствующего уровня защиты от поражения электрическим током и возгораний компоненты, входящие в состав основных цепей (в том числе силовой трансформатор, испытательные выводы и входные разъёмы), следует заменять только запасными частями, приобретёнными в компании Keithley. Можно использовать стандартные плавкие предохранители соответствующих типов и номиналов, имеющие необходимые национальные сертификаты безопасности. Съёмный шнур питания, входящий в комплект поставки прибора, можно заменять только сетевым шнуром с аналогичными характеристиками. Другие компоненты, не влияющие на безопасность, можно приобретать у других поставщиков при условии, что они эквивалентны оригинальным (обратите внимание, что отдельные детали следует приобретать только в компании Keithley для сохранения точности и функциональных возможностей прибора). Если у вас имеются сомнения относительно применения сменного компонента, позвоните в офис компании Keithley.

Если не указано иное в документации для конкретного прибора, приборы Keithley разработаны только для эксплуатации в помещении, в среде со следующими параметрами: высота над уровнем моря до 2000 м, температура 0–50 °C и степень загрязнения 1 или 2.

Для чистки прибора используйте ткань, смоченную деионизированной водой или мягким чистящим средством на водной основе. Очищайте только наружные поверхности прибора. Не наносите чистящее средство непосредственно на прибор и не допускайте проникновения жидкостей внутрь прибора. Устройства, состоящие из печатных плат без корпуса или шасси (например, плата сбора данных для монтажа внутри компьютера), не требуют очистки при условии обращения с ними в соответствии с инструкциями. При загрязнении платы и, соответственно, нарушении её работоспособности следует отправить плату на завод-изготовитель для правильной чистки и технического обслуживания.

Редакция правил техники безопасности от июня 2017 г.



# Оглавление

<b>Введение</b> .....	<b>1-1</b>
Добро пожаловать!.....	1-1
Общие сведения о данном руководстве .....	1-1
Контактная информация.....	1-2
Расширенная гарантия .....	1-2
Комплект документации.....	1-2
Организация разделов руководства.....	1-3
Примеры применения .....	1-3
<b>Общие сведения о передней панели</b> .....	<b>2-1</b>
Общие сведения о передней панели .....	2-1
Питание прибора .....	2-4
Подсоединение шнура питания.....	2-4
Включение и выключение прибора DMM6500.....	2-4
Сенсорный дисплей .....	2-5
Выбор элементов на сенсорном экране .....	2-5
Полосы прокрутки.....	2-6
Ввод информации .....	2-6
Регулировка яркости и диммера подсветки .....	2-7
Просмотр сообщений о событиях .....	2-8
Интерактивные прокручиваемые экраны.....	2-8
Строка заголовков прокручиваемого экрана .....	2-8
Прокручиваемый экран FUNCTIONS (Функции).....	2-10
Прокручиваемый экран SETTINGS (Параметры).....	2-10
Прокручиваемый экран STATISTICS (Статистика) .....	2-11
Прокручиваемый экран SECONDARY (Вспомогательный) .....	2-12
Прокручиваемый экран USER (Пользователь) .....	2-13
Прокручиваемый экран GRAPH (График).....	2-13
Прокручиваемый экран SCAN (Сканирование).....	2-15
Общие сведения о меню .....	2-16
Меню Channel (Канал).....	2-17
Меню Measure (Измерение).....	2-17
Меню Views (Представления).....	2-18
Меню Trigger (Синхронизация).....	2-18
Меню Scripts (Сценарии).....	2-19
Меню System (Система).....	2-19
<b>Использование интерфейса дистанционного управления</b> .....	<b>3-1</b>
Интерфейсы для удалённой связи .....	3-1
Поддерживаемые интерфейсы дистанционного управления.....	3-2
Связь по локальной сети .....	3-3
Настройка связи по локальной сети на приборе.....	3-3
Настройка связи по локальной сети на компьютере .....	3-5
Связь через USB .....	3-5

Подключение компьютера к прибору DMM6500 через USB.....	3-6
Обмен данными с прибором.....	3-6
Связь по шине GPIB.....	3-10
Установка платы KTTI-GPIB (дополнительная принадлежность).....	3-10
Настройка адреса GPIB.....	3-13
RS-232.....	3-13
Установка платы KTTI-RS232 (дополнительная принадлежность).....	3-13
TSP-Link.....	3-15
Установка платы KTTI-TSP (дополнительная принадлежность).....	3-15
Использование веб-интерфейса.....	3-16
Подключение к веб-интерфейсу прибора.....	3-17
Рекомендации по устранению неполадок, связанных с локальной сетью.....	3-17
Домашняя страница веб-интерфейса.....	3-18
Идентификация прибора.....	3-19
Определение набора команд, которые предполагается использовать.....	3-19
<b>Выполнение основных измерений при помощи органов управления на передней панели.....</b>	<b>4-1</b>
Введение.....	4-1
Оборудование, необходимое для работы с этим примером.....	4-1
Подключения устройств.....	4-2
Основные измерения, выполняемые при помощи органов управления на передней панели.....	4-3
<b>Измерение напряжения постоянного тока с высокой точностью.....</b>	<b>5-1</b>
Введение.....	5-1
Необходимое оборудование.....	5-1
Подключения устройств.....	5-2
Измерение напряжения постоянного тока с высокой точностью.....	5-3
Использование передней панели.....	5-4
Использование команд SCPI.....	5-5
Использование команд TSP.....	5-6
Результаты теста.....	5-7
<b>Измерение сопротивления с использованием четырёхпроводной схемы и компенсации смещения.....</b>	<b>6-1</b>
Введение.....	6-1
Необходимое оборудование.....	6-2
Подключения устройств.....	6-2
Измерение сопротивления с использованием четырёхпроводной схемы и компенсации смещения.....	6-4
Использование передней панели.....	6-4
Использование команд SCPI.....	6-5
Использование команд TSP.....	6-6
Результаты теста.....	6-7

<b>Сканирование температуры с заданным временным интервалом .....</b>	<b>7-1</b>
Введение .....	7-1
Необходимое оборудование .....	7-1
Подключения устройств.....	7-2
Выборка значений температуры с заданным временным интервалом .....	7-4
Использование передней панели .....	7-5
Использование команд SCPI .....	7-6
Использование TSP .....	7-7
Результаты теста .....	7-8
<b>Классификация резисторов и разделение их на группы .....</b>	<b>8-1</b>
Введение .....	8-1
Необходимое оборудование .....	8-1
Подключения устройств.....	8-2
Испытание для классификации резисторов и разделения их на группы.....	8-3
Шаблон модели синхронизации: испытание для классификации и разделения на группы.....	8-5
Использование команд SCPI .....	8-6
Использование команд TSP .....	8-8
<b>Измерение мощности с использованием функции оцифровки и TSP-Link .....</b>	<b>9-1</b>
Введение .....	9-1
Необходимое оборудование .....	9-2
Подключения устройств.....	9-2
Измерение мощности с использованием функции оцифровки и TSP-Link.....	9-4
Использование команд SCPI .....	9-4
Настройка узлов для кода TSP .....	9-5
Использование команд TSP .....	9-6
Результаты .....	9-8
<b>Часто задаваемые вопросы об устранении неполадок .....</b>	<b>10-1</b>
Об этом разделе.....	10-1
Где найти обновленные драйверы? .....	10-1
Есть ли программное обеспечение, при помощи которого можно быстро приступить к работе? .....	10-2
Как выполнить обновление микропрограммного обеспечения?.....	10-3
Почему прибор DMM6500 не считывает данные с запоминающего устройства USB? .....	10-3
Как изменить набор команд?.....	10-4
Как сохранить параметры текущего состояния прибора?.....	10-5

Почему изменились выполненные мной настройки?.....	10-5
Какой номер порта Ethernet необходимо использовать? .....	10-5
<b>Дальнейшие действия .....</b>	<b>11-1</b>
Дополнительные сведения о приборе DMM6500.....	11-1
<b>Предметный указатель .....</b>	<b>П-1</b>

### В этом разделе:

Добро пожаловать!.....	1-1
Общие сведения о данном руководстве.....	1-1
Контактная информация.....	1-2
Расширенная гарантия.....	1-2
Комплект документации.....	1-2
Организация разделов руководства.....	1-3
Примеры применения.....	1-3

## Добро пожаловать!

Благодарим вас за то, что выбрали прибор компании Keithley Instruments. DMM6500 — это цифровой настольный или системный цифровой мультиметр с разрешением 6,5 разрядов. Он оснащен функциями сканирования и высокоскоростной оцифровки, а также большим графическим цветным сенсорным дисплеем. Этот цифровой мультиметр обладает широкими возможностями измерений, в том числе 15 функциями измерения. Помимо одной из лучших в отрасли точности измерений при работе с постоянным током, в приборе имеются дополнительные возможности, например функции измерения ёмкости, измерения тока с пределом 10 А и 16-разрядный блок оцифровки тока и напряжения. Для всех этих функций используется большой 5-дюймовый цветной сенсорный дисплей. Благодаря ему пользователи получают беспрецедентное сочетание возможностей визуализации данных и взаимодействия с прибором, что позволяет более глубоко анализировать процессы на основании данных, полученных в результате измерений.

Прибор DMM6500 обеспечивает исключительную точность и скорость измерений, необходимые для самых разных областей применения — от использования в различных системах и при испытаниях продукции до применения этих цифровых мультиметров в качестве настольных. Прибор DMM6500 соответствует требованиям производственных инженеров, инженеров, занятых в исследованиях и разработке, специалистов по тестированию и ученых.

## Общие сведения о данном руководстве

В данном руководстве содержатся подробные сведения, необходимые для успешной эксплуатации прибора DMM6500 компании Keithley Instruments. Кроме того, в руководстве содержатся основные сведения об органах управления на передней панели прибора.

В данном руководстве содержатся общие сведения о каждой области применения прибора, за которыми следуют инструкции по использованию органов управления на передней панели, кода SCPI, кода TSP или программного обеспечения Keithley KickStart Startup.

Кроме того, доступны дополнительные сведения о командах, используемых в этих областях применения. См. разделы, посвященные командам SCPI и TSP, в документе *Справочное руководство по модели DMM6500*. Данное руководство можно загрузить с сайта [ru.tek.com/keithley](http://ru.tek.com/keithley).

## Контактная информация

Если после изучения сведений в данном руководстве у вас возникнут вопросы, обратитесь в местный офис компании Keithley Instruments либо к торговому партнеру или дистрибьютору этой компании. Кроме того, вы можете позвонить в штаб-квартиру компании Keithley Instruments (звонок бесплатный только из США и Канады) по телефону 1-800-935-5595 либо по телефону +1-440-248-0400 (за пределами США). Номера телефонов представительства компании в разных странах см. на сайте [ru.tek.com/keithley](http://ru.tek.com/keithley).

## Расширенная гарантия

Для многих приборов возможно предоставление дополнительных лет гарантийного обслуживания. Такие контракты защищают владельца от непредусмотренных расходов на обслуживание при стоимости, равной лишь небольшой части стоимости ремонта. Расширенная гарантия предоставляется на новые и существующие приборы. За дополнительными сведениями обратитесь в местный офис компании Keithley Instruments либо к торговому партнеру или дистрибьютору этой компании.

## Комплект документации

В состав документации для прибора DMM6500 входят указанные ниже технические документы и документы о приборе.

- **Краткое руководство.** В этом документе содержатся инструкции по распаковке прибора, описаны основные подключения, изложены общие сведения об эксплуатации прибора, а также порядок выполнения быстрой проверки для подтверждения работоспособности прибора.
- **Руководство пользователя.** В этом документе имеются примеры применения, которые можно использовать в качестве отправной точки для создания собственных областей применения.
- **Справочное руководство.** Содержит статьи с расширенными сведениями об эксплуатации, информацию о техническом обслуживании, описание процедур устранения неполадок и подробные описания команд программирования.
- **Сведения о принадлежностях.** Документация для принадлежностей, доступных для прибора DMM6500.

Последние версии драйверов и сведения о дополнительной поддержке см. на сайте [ru.tek.com/keithley](http://ru.tek.com/keithley).

## Организация разделов руководства

Данное руководство состоит из указанных ниже разделов.

- [Использование интерфейса на передней панели](#) (на стр. 2-1). В этом документе изложены основные сведения об использовании интерфейса передней панели.
- [Использование интерфейса дистанционного управления](#) (на стр. 3-1). В этом документе изложены основные сведения об удалённой связи и использовании веб-интерфейса прибора.
- Примеры применения (см. ниже). В этом разделе приведены подробные примеры использования прибора DMM6500 в некоторых стандартных ситуациях.
- [Часто задаваемые вопросы об устранении неполадок](#) (на стр. 10-1). В этом разделе содержатся ответы на часто задаваемые вопросы, при помощи которых можно устранить распространённые проблемы, связанные с прибором DMM6500.
- [Дальнейшие действия](#) (на стр. 11-1). В этом разделе содержатся сведения о дополнительных ресурсах, которые могут оказаться полезными при использовании прибора DMM6500.

В PDF-версии данного руководства имеются закладки для каждого раздела. Перечень руководств также приведен в оглавлении в начале данного руководства.

Дополнительные сведения о закладках см. в справке для Adobe® Acrobat® или Reader®.

## Примеры применения

В данном руководстве имеются примеры применения, в которых рассказывается, как выполнять тестирование при помощи органов управления на передней панели, а также через интерфейс дистанционного управления. Ниже перечислены эти области применения.

- [Выполнение основных измерений при помощи органов управления на передней панели](#) (на стр. 4-1). В этом разделе показаны основные функции измерений с использованием одного прибора DMM6500 и тестируемого устройства с двумя клеммами.
- [Измерение напряжения постоянного тока с высокой точностью](#) (на стр. 5-1). В этом разделе рассказывается, как при помощи прибора DMM6500 измерить напряжение постоянного тока с высокой точностью.
- [Измерение сопротивления с использованием четырёхпроводной схемы и компенсации смещения](#) (на стр. 6-1). В этом разделе рассказывается, как при помощи прибора DMM6500 точно измерить сопротивление устройства.
- [Сканирование температуры с заданным временным интервалом](#) (на стр. 7-1). В этом разделе рассказывается, как при помощи прибора DMM6500 регистрировать данные об измеренных температурах раз в минуту в течение 24 часов.
- [Классификация резисторов и разделение их на группы](#) (на стр. 8-1). В этом разделе рассказывается, как при помощи прибора DMM6500 выполнить операции разделения компонентов на группы с использованием модели синхронизации и цифровых входов-выходов для управления внешними устройствами, предназначенными для работы с компонентами.
- [Измерение мощности с использованием функции оцифровки и TSP-Link](#) (на стр. 9-1). В этом разделе рассказывается, как настроить два прибора DMM6500 для измерения мощности, потребляемой маломощным устройством Bluetooth при помощи TSP-Link.



## Общие сведения о передней панели

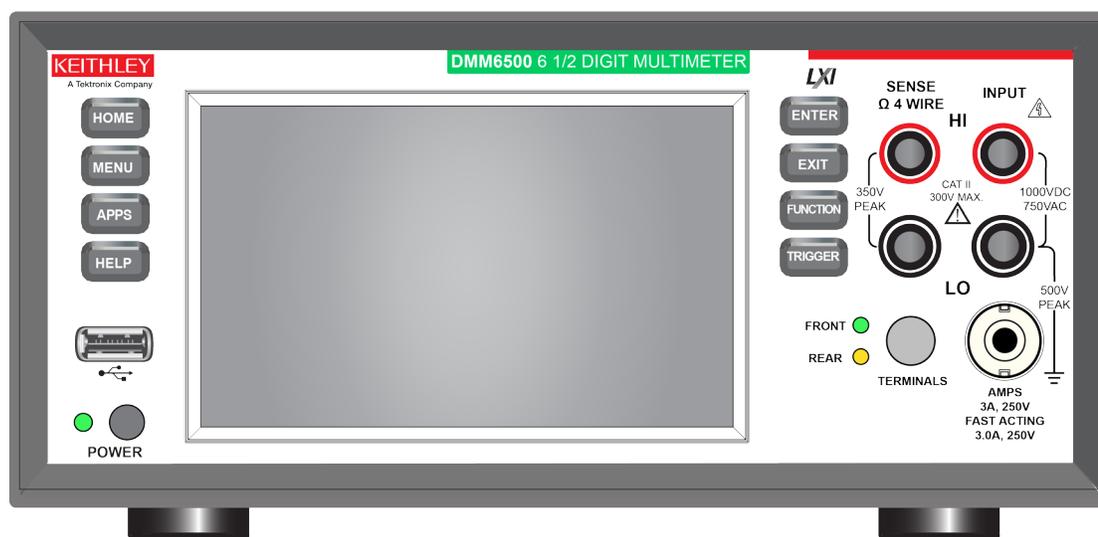
### В этом разделе:

Общие сведения о передней панели .....	2-1
Питание прибора .....	2-4
Сенсорный дисплей.....	2-5
Интерактивные прокручиваемые экраны.....	2-8
Общие сведения о меню.....	2-16

## Общие сведения о передней панели

Ниже показана передняя панель прибора DMM6500. Под изображением приведены описания органов управления на передней панели.

Рис. 1. Передняя панель прибора DMM6500



Выключатель  
POWER (Питание)



Используется для включения или выключения прибора. Чтобы включить прибор, нажмите выключатель питания и некоторое время удерживайте его нажатым. Чтобы выключить прибор, еще раз нажмите выключатель питания и некоторое время удерживайте его нажатым. Когда прибор включен, светодиодный индикатор светится зелёным цветом, а когда прибор выключен — янтарным цветом.

<b>Клавиша HOME (Домашняя страница)</b>		Используется для перехода на экран Home (Домашняя страница).
<b>Клавиша MENU (Меню)</b>		Используется для открытия главного меню. При помощи значков в главном меню можно отображать экраны каналов, измерений, представлений, синхронизации, сценариев и системы. Дополнительные сведения см. в разделе <a href="#">Общие сведения о меню</a> (на стр. 2-16).
<b>Клавиша APPS (Приложения)</b>		Используется для открытия меню предварительно настроенных сценариев TSP с графическим пользовательским интерфейсом.
<b>Клавиша HELP (Справка)</b>		Используется для открытия справки для области или элемента, выбранных на дисплее. Если на момент нажатия клавиши <b>HELP</b> (Справка) ни один объект не выбран, будут отображены общие сведения для активного в данный момент экрана.
<b>Порт USB</b>		Используется для сохранения данных буфера чтения и моментальных снимков экрана на запоминающее устройство USB. Кроме того, можно сохранять сценарии на запоминающее устройство USB и считывать их с него. Запоминающее устройство USB должно быть отформатировано для файловой системы FAT или FAT32.
<b>Сенсорный экран</b>		Прибор DMM6500 оснащен 5-дюймовым цветным сенсорным дисплеем с высоким разрешением. На сенсорном экране можно получить доступ к прокручиваемым экранам и пунктам меню. Доступ к дополнительным интерактивным экранам можно получить при помощи клавиш MENU (Меню), APPS (Приложения) и FUNCTION (Функция) на передней панели. Дополнительные сведения см. в разделе <a href="#">Сенсорный дисплей</a> (на стр. 2-5).
<b>Клавиша ENTER (Ввод)</b>		Используется для выбора выделенного пункта или для редактирования содержимого выбранного поля.
<b>Клавиша EXIT (Выход)</b>		Используется для возврата на предыдущий экран или для закрытия диалогового окна. Например, если отображается главное меню, то при помощи клавиши <b>EXIT</b> (Выход) можно вернуться на экран Home (Домашняя страница). Если отображается экран более низкого уровня, например экран Event Log (Журнал событий), то при помощи клавиши <b>EXIT</b> (Выход) можно вернуться на экран главного меню.

**Кнопка  
FUNCTION  
(Функция)**



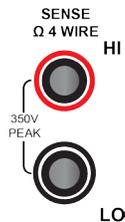
Используется для отображения функций прибора. Чтобы выбрать функцию, коснитесь её названия на экране.

**Кнопка TRIGGER  
(Синхронизация)**



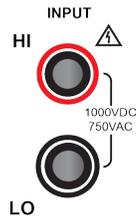
Используется для доступа к параметрам и операциям, связанным с синхронизацией. Действие кнопки **TRIGGER** (Синхронизация) зависит от состояния, в котором находится прибор. Дополнительные сведения см. в разделе «Переключение между методами измерений» в документе *Справочное руководство по модели DMM6500*.

**Клеммы SENSE  
(Измерение)**



Используйте клеммы SENSE HI (Измерение выс.) и SENSE LO (Измерение низк.), а также клеммы INPUT (Вход) при измерениях сопротивления с использованием четырёхпроводной схемы, измерениях температуры при помощи трёх- и четырёхпроводных резистивных датчиков температуры и для измерения коэффициента усиления напряжения постоянного тока.

**Клеммы INPUT  
(Вход)**



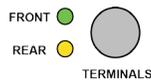
Используйте клеммы INPUT HI (Вход выс.) и INPUT LO (Вход низк.) для всех измерений, за исключением измерений тока.

**AMPS (Ток)**



Используйте подключение AMPS (Ток) и клемму INPUT LO (Вход низк.) для измерения постоянного тока величиной  $\leq 3$  А пост. тока или среднеквадратической величины переменного тока AC<sub>RMS</sub>.

**Переключатель  
TERMINALS  
(Клеммы)**



Используется для включения клемм на передней или задней панели прибора. При выборе клемм на задней панели выполняются соответствующие подключения к вставленному модулю. Если активны клеммы на передней панели, светится зелёный светодиодный индикатор. Когда активны клеммы на задней панели, светится янтарный светодиодный индикатор.

## Питание прибора

Выполнив указанные ниже действия, подключите прибор DMM6500 к электросети и включите его. Прибор DMM6500 питается от электросети напряжением 100–240 В и частотой 50 или 60 Гц. Прибор автоматически определяет напряжение и частоту электросети. Убедитесь в том, что напряжение в используемой вами электросети подходит для прибора.

Для достижения указанной в технических характеристиках точности необходимо включить прибор DMM6500 и прогреть его в течение не менее 90 минут.

### Осторожно!

Подключение прибора к электросети с напряжением, не соответствующим техническим характеристикам прибора, может привести к выходу прибора из строя и, возможно, к аннулированию гарантии.

### ВНИМАНИЕ!

В шнуре питания, входящем в комплект поставки прибора DMM6500, имеется отдельный провод защитного заземления, используемый для подключения к заземлённым розеткам. При правильном подключении прибора его шасси соединено с земляной линией электросети (через провод заземления в шнуре питания). Если не использовать правильно подключенное защитное заземление (и, соответственно, заземлённую розетку), то в случае неисправности возможно поражение электрическим током, которое может привести к травмам или смерти.

Не заменяйте съёмный шнур питания шнурами с неподходящими характеристиками. Использование шнуров питания с неподходящими характеристиками может привести к травмам или смерти вследствие поражения электрическим током.

## Подсоединение шнура питания

*Подсоединение шнура питания:*

1. Убедитесь в том, что выключатель POWER (Питание) на передней панели находится в положении О (Выкл.).
2. Подключите гнездовой разъём шнура питания к штыревому разъёму питания переменного тока на задней панели прибора.
3. Подключите штыревой разъём шнура питания к заземлённой розетке переменного тока.

## Включение и выключение прибора DMM6500

### ВНИМАНИЕ!

На любых выходных и защитных клеммах прибора могут присутствовать опасные напряжения. Чтобы не допустить поражения электрическим током, которое может привести к травмам или смерти, прежде чем вносить какие-либо изменения в соединения, в процессе выполнения которых возможно прикосновение к незащищённым проводникам, отключите питание прибора или системы тестирования и разрядите все компоненты схемы, способные хранить электроэнергию (например, конденсаторы или кабели).

---

## ПРИМЕЧАНИЕ

При работе с некоторыми чувствительными или легко повреждаемыми тестируемыми устройствами процесс включения и выключения прибора может сопровождаться переходными сигналами, которые могут оказать влияние на тестируемые устройства или даже повредить их.

При испытаниях тестируемых устройств такого типа не выполняйте окончательных подключений к устройствам, пока прибор не завершит последовательность своего запуска и не перейдет в рабочее состояние. Перед выключением прибора отключите его от тестируемого устройства.

Чтобы не допустить касания людьми проводников, находящихся под напряжением, подключения к тестируемому устройству должны быть полностью изолированными, а окончательные подключения к тестируемым устройствам следует выполнять только с использованием безопасных разъёмов, не допускающих контакта кожи с изолированными проводниками.

---

### **Включение прибора DMM6500**

1. Отключите все тестируемые устройства от прибора DMM6500.

Нажмите и удерживайте выключатель **POWER** (Питание) на передней панели, чтобы перевести его во включённое положение.

При включении прибора на его экране отображается строка состояния. По завершении процесса включения прибора на его дисплее отобразится экран Home (Домашняя страница).

### **Выключение прибора DMM6500**

1. Нажмите и удерживайте выключатель **POWER** (Питание) на передней панели, чтобы перевести его в выключенное состояние.

## Сенсорный дисплей

При помощи сенсорного дисплея, расположенного на передней панели, можно быстро получать доступ к параметрам измерений, конфигурации системы, сведениям о состоянии прибора и тестирования, информации в буфере чтения и другим функциям прибора. На дисплее имеются несколько прокручиваемых экранов, доступ к которым можно получить, проводя пальцем по передней панели. Доступ к дополнительным интерактивным экранам можно получить при помощи клавиш MENU (Меню), APPS (Приложения) и FUNCTION (Функция) на передней панели.

---

### **Осторожно!**

**Не касайтесь сенсорного экрана острыми металлическими предметами, например пинцетами или отвёртками, а также предметами с тонкими концами, например авторучками или карандашами. Настоятельно рекомендуется работать с прибором только пальцами. С сенсорным экраном можно работать в перчатках для чистого помещения.**

---

## Выбор элементов на сенсорном экране

### **Выбор элемента на отображаемом экране**

- Нажмите необходимый значок на экране.

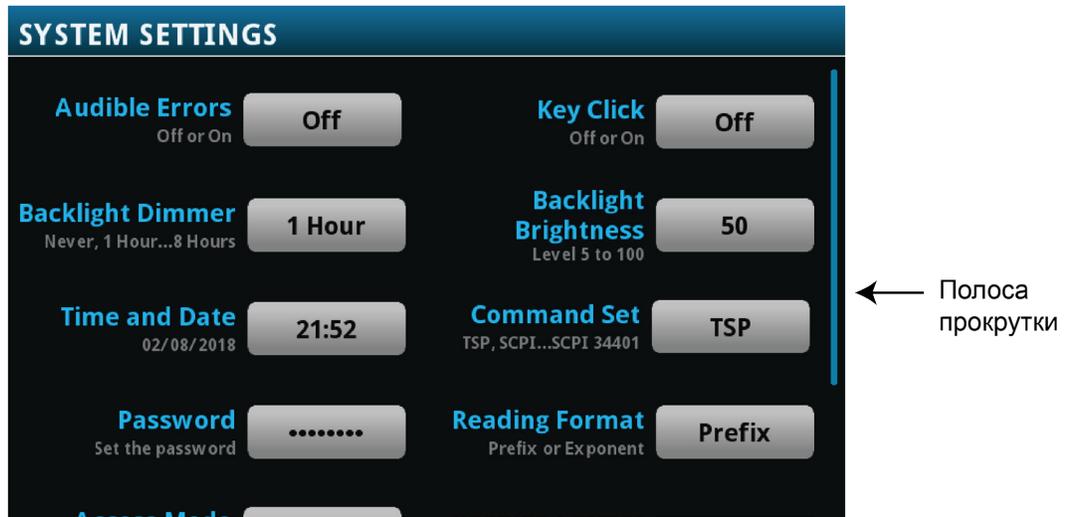
Более подробное описание сенсорного экрана прибора DMM6500 см. в разделах ниже.

## Полосы прокрутки

На некоторых интерактивных экранах имеются дополнительные опции, доступ к которым можно получить, только прокрутив экран вниз. В правой части таких экранов имеется индикатор прокрутки. Чтобы отобразить дополнительные опции, проведите пальцем по экрану вверх или вниз.

На рисунке ниже показан экран с полосой прокрутки.

Рис. 2. Полоса прокрутки



## Ввод информации

При выборе некоторых опций меню отображается алфавитно-цифровая или цифровая клавиатура, при помощи которой можно вводить информацию. Например, при создании буфера чтения на передней панели отображается клавиатура, как показано на рисунке ниже.

Рис. 3. Клавиатура на передней панели прибора DMM6500 для ввода информации



Можно вводить информацию, касаясь экрана и выбирая символы или опции на алфавитно-цифровой или цифровой клавиатуре. Можно перемещать курсор в поле ввода, касаясь экрана. Курсор будет перемещаться в точку поля ввода, которой вы коснулись.

## Регулировка яркости и диммера подсветки

Можно отрегулировать яркость сенсорного дисплея и кнопок прибора DMM6500 на передней панели или через интерфейс дистанционного управления. Кроме того, можно настроить подсветку так, чтобы ее яркость уменьшалась по истечении заданного времени отсутствия активности на передней панели (этот параметр можно настроить только на дисплее, расположенном на передней панели). Параметры подсветки, настроенные на дисплее передней панели, сохраняются при перезапуске или после выключения и включения прибора.

---

### ПРИМЕЧАНИЕ

Срок службы экрана зависит от времени, в течение которого он работает на полной яркости. Чем выше яркость экрана и чем дольше он работает при такой яркости, тем меньше срок его службы.

---

#### *Регулировка яркости подсветки на передней панели:*

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. В разделе System (Система) выберите пункт **Settings** (Параметры).
3. Выберите пункт **Backlight Brightness** (Яркость подсветки). Откроется диалоговое окно Backlight Brightness (Яркость подсветки).
4. Настройте подсветку, перетаскив ползунок.
5. Нажмите кнопку **OK**.

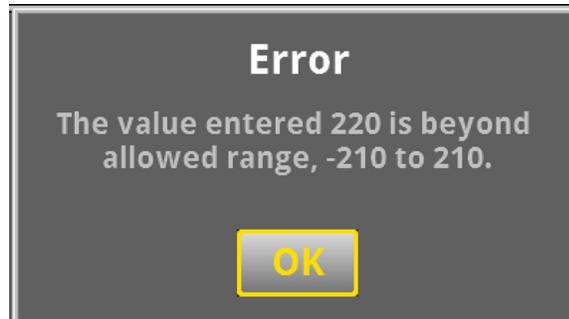
#### *Настройка диммера подсветки на передней панели:*

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. В разделе System (Система) выберите пункт **Settings** (Параметры).
3. Выберите пункт **Backlight Dimmer** (Диммер подсветки). Откроется диалоговое окно Backlight Dimmer (Диммер подсветки).
4. Выберите параметр диммера.

## Просмотр сообщений о событиях

В процессе эксплуатации и программирования прибора на дисплее передней панели могут кратковременно отображаться различные сообщения. Это могут быть информационные сообщения, предупреждения или уведомления об ошибках. Сведения о сообщениях о событиях см. в разделе «Использование журнала событий» в документе *Справочное руководство по модели DMM6500*.

Рис. 4. Пример сообщения о событии на передней панели



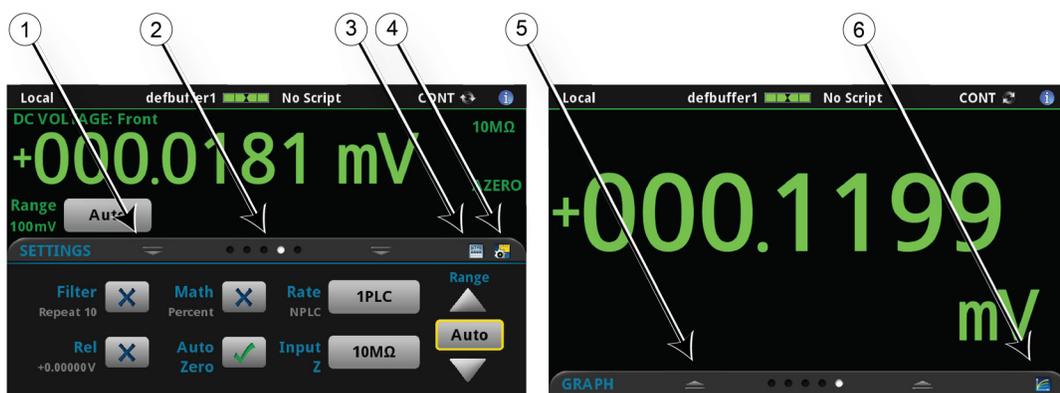
## Интерактивные прокручиваемые экраны

На сенсорном дисплее прибора DMM6500 могут отображаться разные экраны. Доступ к ним можно получить, прокручивая пальцем нижнюю часть дисплея влево или вправо. Ниже описаны опции, доступные на прокручиваемых экранах.

### Строка заголовков прокручиваемого экрана

В строке заголовков прокручиваемого экрана имеются указанные ниже опции.

Рис. 5. Прокручиваемые экраны прибора DMM6500: свёрнутый и развёрнутый



#	Экранный элемент	Описание
1	Индикатор свёрнутого экрана	Чтобы свернуть прокручиваемый экран, проведите пальцем вниз по дисплею.
2	Индикатор прокручиваемого экрана	Каждая точка представляет один прокручиваемый экран. Если провести пальцем по экрану влево или вправо, другая точка изменит цвет, указывая, какой экран из последовательности экранов отображается. Выберите соответствующую точку, чтобы перейти на нужный прокручиваемый экран, не выполняя прокручивания.
3	Ярлык Calculations (Вычисления) 	При помощи этого ярлыка можно открыть меню CALCULATION SETTINGS (Параметры вычислений). Этот ярлык доступен только тогда, когда для параметра TERMINALS (Клеммы) выбрано значение FRONT (Передние).
4	Ярлык Measure Settings (Параметры измерений) 	При помощи этого ярлыка можно открыть меню MEASURE SETTINGS (Параметры измерений) для выбранной функции. Этот ярлык доступен только тогда, когда для параметра TERMINALS (Клеммы) выбрано значение FRONT (Передние).
5	Индикатор Restore (Восстановить)	Указывает, что можно отобразить прокручиваемый экран, проведя пальцем вверх по дисплею.
6	Ярлык Graph (График) 	При помощи этого ярлыка можно отобразить экран Graph (График).
	Ярлык Channel Settings (Параметры канала) 	Не показан. При помощи этого ярлыка можно отобразить экран CHANNEL SETTINGS (Параметры канала).
	Ярлык Scan (Сканирование) 	Не показан. При помощи этого ярлыка можно отобразить экран SCAN (Сканирование).
	Ярлык Channel control (Управление каналами) 	Не показан. При помощи этого ярлыка можно отобразить экран CHANNEL CONTROL (Управление каналами).

## Прокручиваемый экран FUNCTIONS (Функции)

На прокручиваемом экране FUNCTIONS (Функции) выделена выбранная в данный момент функция измерения, и можно выбрать другую функцию.

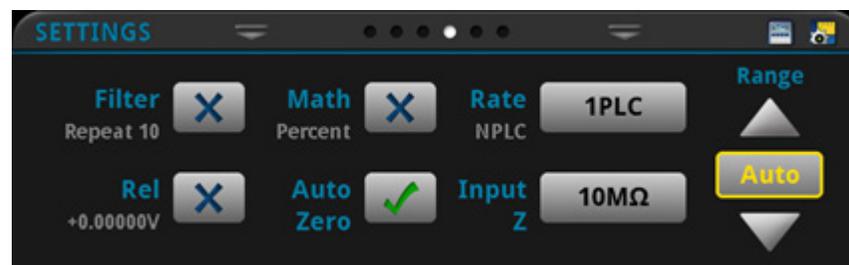
Рис. 6. Прокручиваемый экран FUNCTIONS (Функции)



## Прокручиваемый экран SETTINGS (Параметры)

На прокручиваемом экране SETTINGS (Параметры) можно получить доступ с передней панели к некоторым параметрам прибора для выбранной функции измерений. На этом экране отображаются текущие параметры, и их можно изменить. Перечень доступных параметров зависит от того, какая функция измерений активна в данный момент.

Рис. 7. Прокручиваемый экран SETTINGS (Параметры)

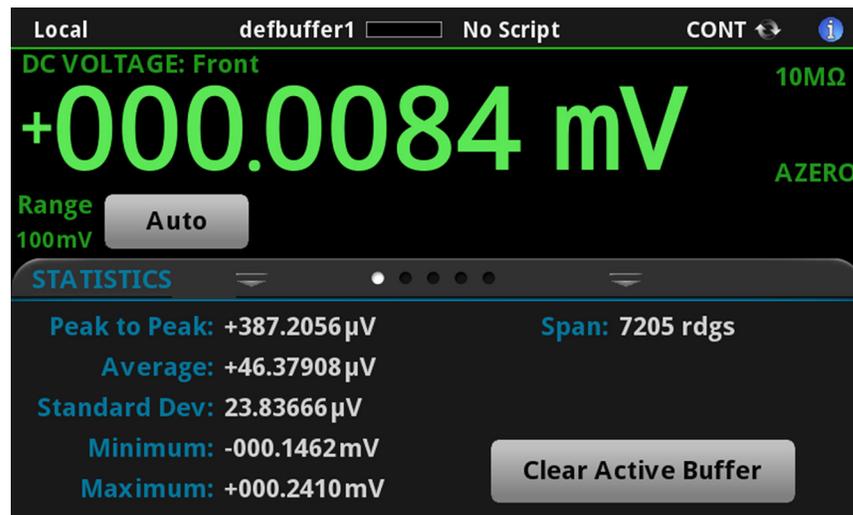


Чтобы отключить или включить какой-либо параметр, нажмите на флажок рядом с ним, чтобы в нем отображался символ X (параметр отключён) или галочка (параметр включён).

## Прокручиваемый экран STATISTICS (Статистика)

На прокручиваемом экране STATISTICS (Статистика) отображаются сведения о показаниях в активном буфере чтения. Если буфер чтения настроен так, что он непрерывно заполняется, а старые данные перезаписываются новыми, то в статистике буфера учитываются данные, которые были перезаписаны. Чтобы получить статистику, не включающую перезаписанные данные, укажите большой размер буфера, чтобы последний мог вместить все показания, получаемые в результате выполняемых измерений. На этом экране есть кнопка **Clear Active Buffer** (Очистить активный буфер), при помощи которой можно удалить данные из активного буфера чтения.

Рис. 8. Прокручиваемый экран STATISTICS (Статистика)



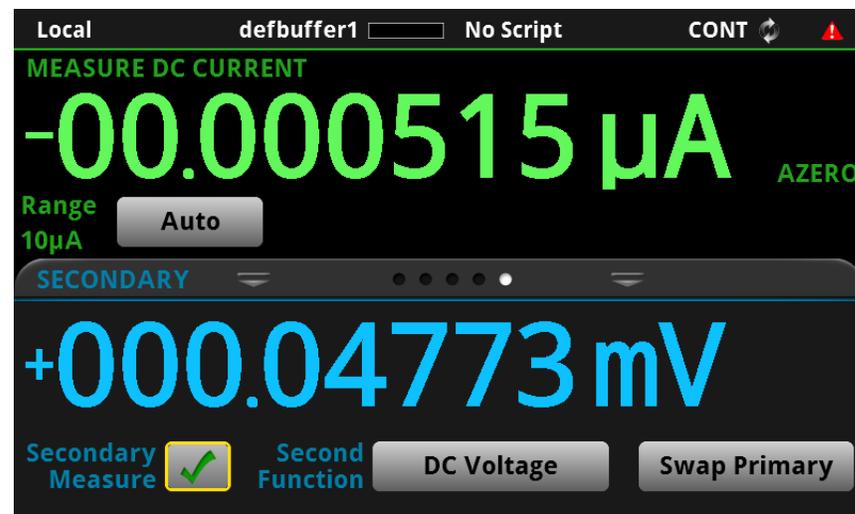
## Прокручиваемый экран SECONDARY (Вспомогательный)

При помощи прокручиваемого экрана SECONDARY (Вспомогательный) можно отображать результаты двух измерений на дисплее передней панели.

Чтобы начать отображать второстепенные измерения, выберите пункт Second Function (Вторая функция), а затем пункт Secondary Measure (Второстепенное измерение). Второстепенные измерения доступны только в режимах Continuous Measurement (Непрерывное измерение) и Manual Trigger (Ручная синхронизация). Эта функция доступна только на передней панели прибора.

См. раздел «Отображение результатов двух функций измерения» в документе *Справочное руководство по модели DMM6500*.

Рис. 9. Прокручиваемый экран SECONDARY (Вспомогательный)



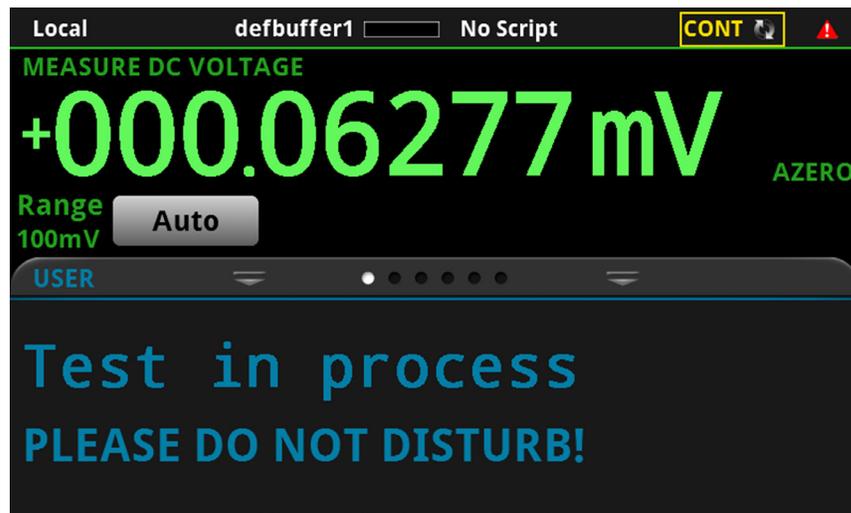
### ПРИМЕЧАНИЕ

В зависимости от того, какие функции выбраны, в приборе может щелкать реле. Это происходит, когда прибор переключается между разными типами измерений. Если использовать режим вспомогательных измерений длительное время, это может сократить срок службы реле.

## Прокручиваемый экран USER (Пользователь)

Если запрограммировать пользовательский текст, он будет отображаться на прокручиваемом экране USER (Пользователь). Например, можно запрограммировать прибор DMM6500 так, чтобы на его дисплее отображалось сообщение о том, что выполняется испытание. См. раздел «Настройка сообщения для прокручиваемого экрана USER (Пользователь)» в документе *Справочное руководство по модели DMM6500*. Этот прокручиваемый экран отображается, только если был отображен пользовательский текст. См. раздел «Настройка сообщения для прокручиваемого экрана USER (Пользователь)» в документе *Справочное руководство по модели DMM6500*.

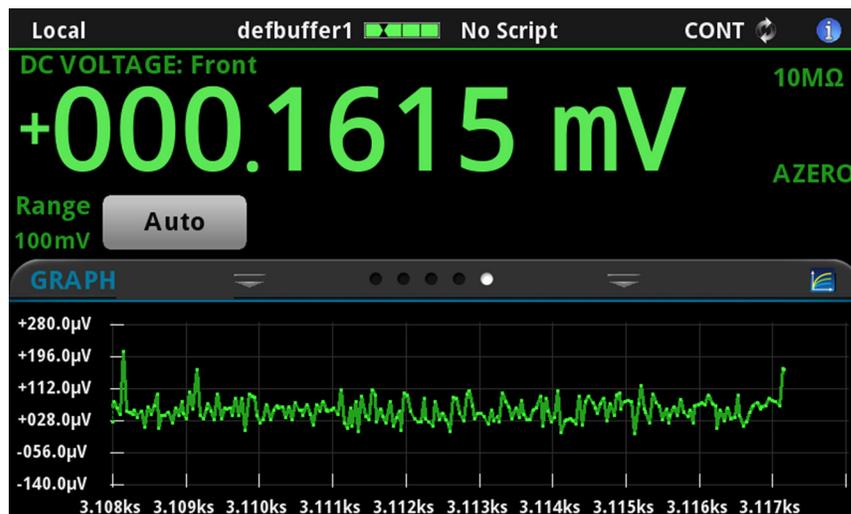
Рис. 10. Прокручиваемый экран USER (Пользователь)



## Прокручиваемый экран GRAPH (График)

На прокручиваемом экране GRAPH (График) отображается графическое представление показаний, хранящихся в выбранном в данный момент буфере чтения.

Рис. 11. Прокручиваемый экран GRAPH (График)



Чтобы отобразить график в полноэкранном режиме и получить доступ к его параметрам, нажмите на значок графика в правой части заголовка прокручиваемого экрана. Кроме того, можно отобразить полнофункциональный экран Graph (График), нажав клавишу **MENU** (Меню) и выбрав пункт **Graph** (График) в разделе Views (Представления).

Дополнительные сведения о графическом отображении результатов измерений см. в разделе «Графическое отображение» в документе *Справочное руководство по модели DMM6500*.

## Прокручиваемый экран SCAN (Сканирование)

На прокручиваемом экране SCAN (Сканирование) можно получить доступ с передней панели к функциям создания операций сканирования, изменения параметров сканирования, запуска сканирования, выполнения сканирования в пошаговом режиме и отобразить результаты сканирования. Кроме того, можно сохранить результаты сканирования на запоминающем устройстве USB.

Значок в правой части строки заголовков прокручиваемого экрана — это ярлык меню Channel Scan (Сканирование канала). Кроме того, в меню Channel Scan (Сканирование канала) можно создать операцию сканирования или изменить её параметры.

Дополнительные сведения о том, как отобразить экран предварительного просмотра сканирования или запустить сканирование, см. в разделе «Меню Channel Scan (Сканирование канала)» в документе *Справочное руководство по модели DMM6500*.

Рис. 12. Прокручиваемый экран SCAN (Сканирование): первоначальное представление



Рис. 13. Прокручиваемый экран SCAN (Сканирование): результаты сканирования



На прокручиваемом экране SCAN (Сканирование) имеются указанные ниже опции управления.

Кнопка	Описание
<b>Build Scan (Создать операцию сканирования)</b>	При помощи этой кнопки можно отобразить экран SCAN (Сканирование), на котором можно настроить новую операцию сканирования.
<b>Редактировать</b>	При помощи этой кнопки можно отобразить экран SCAN (Сканирование), на котором можно изменить параметры операции сканирования.
<b>Save to USB (Сохранить на USB)</b>	При помощи этой кнопки можно сохранить данные из буфера чтения сканирования в CSV-файл на запоминающем устройстве USB.
<b>Start Scan (Запустить сканирование)</b>	Эта кнопка используется для запуска сканирования.
<b>Step Scan (Пошаговое сканирование)</b>	Кнопка пошагового (канал за каналом) сканирования.

## Общие сведения о меню

Чтобы открыть главное меню, нажмите клавишу **MENU** (Меню) на передней панели прибора DMM6500. На рисунке ниже показано, как организовано главное меню.

Рис. 14. Главное меню прибора DMM6500



Главное меню включает вложенные меню, которые помечены зелёным цветом в верхней части дисплея. Если выбрать какую-либо опцию во вложенном меню, откроется интерактивный экран.

## Меню Channel (Канал)

В меню группы Channel (Канал) можно настроить каналы и операции сканирования, а также управлять ими на передней панели.



Во вложенном меню **Settings** (Параметры) в меню Channel (Канал) можно выбрать и настроить каналы.



Во вложенном меню **Control** (Управление) в меню Channel (Канал) содержатся опции открытия и закрытия каналов.



Во вложенном меню **Scan** (Сканирование) в меню Channel (Канал) содержатся опции настройки и запуска операций сканирования. Перечень опций включает функцию управления группами. Группы представляют собой каналы, которые расположены последовательно и к которым применена одна и та же функция.

## Меню Measure (Измерение)

В меню группы Measure (Измерение) можно выбрать, настроить и выполнить операции измерения на передней панели.



В меню **QuickSet** (Быстрая настройка) можно изменить функцию и настроить её поведение.



Во вложенном меню **Settings** (Параметры) в меню Measure (Измерение) содержатся параметры для выбранной в данный момент функции измерений. Идентифицировать функцию можно при помощи идентификатора функции, расположенного в правом верхнем углу меню. Перечень доступных параметров зависит от того, какая функция выбрана при нажатии клавиши **FUNCTION** (Функция) на передней панели.



В меню **Calculations** (Вычисления) находятся параметры, которые определяют способ обработки и возврата информации, полученной в результате измерений.



В меню **Reading Buffers** (Буферы чтения) можно отобразить список существующих буферов чтения и выбрать один из них в качестве активного. Кроме того, на этом экране можно создавать, сохранять, удалять и очищать буферы, а также изменять их размеры.

## Меню Views (Представления)

В группе меню Views (Представления) можно выбирать, настраивать и отображать данные, собранные при выполнении операций измерения.



При помощи меню **Graph** (График) можно открыть экран, на котором отображается график результатов измерений в выбранных буферах чтения в виде кривых. На этом экране есть вкладки, при помощи которых можно настроить отображение графика.

Кроме того, на этом экране можно выбрать режим синхронизации и инициировать модель синхронизации или сканирование.



В меню **Histogram** (Гистограмма) можно графически отобразить распределение данных, полученных в результате измерений и находящихся в выбранном буфере чтения. На этом экране есть вкладки, при помощи которых можно настроить гистограмму.



При помощи меню **Reading Table** (Таблица показаний) можно отображать данные, хранящиеся в выбранном буфере чтения.

## Меню Trigger (Синхронизация)

В группе меню Trigger (Синхронизация) можно настроить модель синхронизации на передней панели.



В меню **Templates** (Шаблоны) можно выбрать одну из предварительно запрограммированных моделей синхронизации. При выборе шаблона параметры, которые можно указать для этого шаблона, отображаются в нижней части экрана.



В меню **Configure** (Настройка) можно отобразить и изменить структуру и параметры модели синхронизации. Кроме того, можно отслеживать работу модели синхронизации.

## Меню Scripts (Сценарии)

В меню Scripts (Сценарии) можно настраивать и запускать сценарии, а также управлять ими на передней панели. Сценарии — это блоки команд, которые прибор может выполнять в качестве единой группы.



Меню **Run** (Пуск) содержит список сценариев, которые можно выбрать для немедленного запуска. Кроме того, можно скопировать какой-либо сценарий в сценарий, который выполняется каждый раз, когда включается питание прибора. Можно использовать сценарии, которые хранятся как в приборе, так и на запоминающем устройстве USB.



В меню **Manage** (Управление) можно копировать сценарии как в прибор или на запоминающее устройство USB, так и из них. Кроме того, можно удалять сценарии из прибора или с запоминающего устройства USB.



В меню **Save Setup** (Сохранить настройку) можно сохранить списки текущих параметров и конфигурации прибора в сценарий конфигурации. Этот сценарий можно использовать для восстановления параметров.



При помощи опций в меню **Record** (Запись) можно записывать действия пользователя и хранить их в виде макросценария. Этот сценарий можно запустить и управлять им, как и любым другим сценарием, при помощи опций в меню Scripts (Сценарии) или команд дистанционного управления. Обратите внимание на то, что сохраняются только параметры; нажатия клавиш и опции, имеющиеся только на передней панели, не сохраняются.

## Меню System (Система)

При помощи различных меню из группы System (Система) в главном меню можно настроить общие параметры прибора на передней панели прибора DMM6500. Среди этих параметров имеются параметры журнала событий, связи, подсветки, времени и пароля, калибровки, а также информации и управления.



В меню **Event Log** (Журнал событий) можно просмотреть и удалить записи журнала событий. Кроме того, можно указать, какие события следует отображать и регистрировать в журнале.



В меню **Communication** (Связь) имеется набор вкладок с параметрами связи. На большей части вкладок содержатся параметры, значения которых можно изменять.



В меню **Settings** (Параметры) находятся общие параметры прибора. Среди них параметры зуммера и щелчков при нажатии клавиш, яркости и таймера подсветки, времени и даты, уровня доступа к системе, пароля и формата показаний.



В меню **Calibration** (Калибровка) содержится информация о заводской калибровке, в том числе дата последней регулировки, дата последней калибровки и количество регулировок прибора.



При помощи меню **Info/Manage** (Информация и управление) можно отобразить сведения о версии и серийном номере, а также о параметрах микропрограммного обеспечения прибора и функции сброса.

---

## Использование интерфейса дистанционного управления

### В этом разделе:

---

Интерфейсы для удалённой связи .....	3-1
Поддерживаемые интерфейсы дистанционного управления .....	3-2
Связь по локальной сети .....	3-3
Связь через USB .....	3-5
Связь по шине GPIB .....	3-10
RS-232 .....	3-13
TSP-Link .....	3-15
Использование веб-интерфейса .....	3-16
Определение набора команд, которые предполагается использовать .....	3-19

### Интерфейсы для удалённой связи

Можно выбрать один из нескольких интерфейсов связи для отправки команд на прибор DMM6500 и получения ответов с него.

При подключении к соответствующему порту на задней панели прибора последний автоматически определяет тип интерфейса связи (локальная сеть, USB, GPIB, RS-232 или TSP-Link). Чтобы можно было использовать опции GPIB, RS-232 и TSP-Link, необходимы соответствующие платы (дополнительные принадлежности). В большинстве случаев не нужно ничего настраивать в приборе. Кроме того, при изменении типа подключенного интерфейса не нужно перезапускать прибор.

Для управления прибором DMM6500 можно одновременно использовать только один интерфейс связи. Подключение USB имеет более высокий приоритет, чем подключения по локальной сети. Для других интерфейсов связи: первый интерфейс, по которому прибор получает сообщение, становится интерфейсом управления для прибора. Если после этого другой интерфейс отправит сообщение, то он станет интерфейсом управления для прибора. В зависимости от того, какой режим используется, вам, возможно, потребуется ввести пароль для изменения интерфейса.

## Поддерживаемые интерфейсы дистанционного управления

Прибор DMM6500 поддерживает указанные ниже интерфейсы дистанционного управления.

- **GPIB**: интерфейсная шина общего назначения IEEE-488 для приборов
- **Ethernet**: интерфейс обмена данными по локальной сети
- **RS-232**: стандартный порт последовательной передачи данных
- **USB**: порт USB типа B
- **TSP-Link**: высокоскоростная шина синхронизации и обмена данными, которую создатели систем тестирования могут использовать для подключения нескольких приборов в конфигурации «ведущий — ведомые».

### ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы можно было использовать интерфейсы GPIB, RS-232 и TSP-Link, в приборе должны быть установлены соответствующие платы связи (дополнительные принадлежности). К дополнительным платам относятся KTTI-GPIB, KTTI-TSP и KTTI-RS232.

Сведения о протоколе TSP-Link см. в разделе «Интерфейс расширения системы TSP-Link» в документе *Справочное руководство по модели DMM6500*.

Разъемы на задней панели для интерфейсов удалённой связи показаны на следующем рисунке.

**Рис. 15. Подключения интерфейсов дистанционного управления прибором DMM6500**



## Связь по локальной сети

Для связи с прибором можно использовать локальную сеть.

При подключении к прибору через локальную сеть можно использовать браузер для доступа к внутренней веб-странице прибора и изменения ряда его параметров. Дополнительные сведения см. в разделе [Использование веб-интерфейса](#) (на стр. 3-16).

Прибор DMM6500 совместим с устройствами спецификации LXI версии 1.5 2016. Он поддерживает протокол TCP/IP и соответствует требованиям стандарта IEEE Std 802.3 (локальная сеть Ethernet). Прибор оснащен одним портом локальной сети (LAN), расположенным на задней панели прибора. Этот порт в полном объеме поддерживает обмен данными по сети со скоростью 10 Мбит/с или 100 Мбит/с. Прибор DMM6500 автоматически определяет скорость работы сети.

Кроме того, прибор DMM6500 поддерживает службы Multicast DNS (mDNS) и DNS Service Discovery (DNS-SD), которые удобно использовать в локальной сети без централизованного управления.

---

### ПРИМЕЧАНИЕ

Прежде чем настраивать подключение по локальной сети, узнайте у системного администратора конкретные параметры сети.

Если при настройке локальной сети возникают проблемы, см. раздел [Рекомендации по устранению неполадок, связанных с локальной сетью](#) (на стр. 3-17).

---

## Настройка связи по локальной сети на приборе

В этом разделе рассказывается, как вручную или автоматически настроить связь по локальной сети на приборе.

---

### Проверка параметров связи

Прежде чем настраивать конфигурацию локальной сети, проверьте параметры связи в приборе, не внося никаких изменений.

**Проверка параметров связи в приборе:**

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. В разделе System (Система) выберите пункт **Communication** (Связь). Откроется окно SYSTEM COMMUNICATIONS (Системные каналы связи).
3. Выберите пункт LAN (Локальная сеть), чтобы отобразить параметры этого интерфейса.
4. Нажмите клавишу **EXIT** (Выход), чтобы закрыть окно SYSTEM COMMUNICATION (Системные каналы связи), не внося никаких изменений.

## Настройка автоматической конфигурации локальной сети

---

Если вы подключаетесь к локальной сети с DHCP-сервером либо у вас имеется прямое подключение между прибором и хост-компьютером, можно использовать функцию автоматического выбора IP-адреса.

Если выбрать режим Auto (Автоматически), прибор будет пытаться получить IP-адрес с DHCP-сервера. Если ему не удастся получить IP-адрес, он снова выберет IP-адрес из диапазона 169.254.1.0–169.254.254.255.

## ПРИМЕЧАНИЕ

И хост-компьютер, и прибор необходимо настроить так, чтобы они использовали автоматическую конфигурацию локальной сети. В приборе можно включить режим ручной настройки, но это усложнит настройку.

### *Настройка автоматического выбора IP-адреса на передней панели:*

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. В разделе System (Система) выберите пункт **Communication** (Связь).
3. Откройте вкладку **LAN** (Локальная сеть).
4. Для параметра TCP/IP Mode (Режим TCP/IP) выберите значение **Auto** (Автоматически).
5. Чтобы сохранить параметры, выберите пункт **Apply Settings** (Применить параметры).

## Настройка конфигурации локальной сети вручную

---

При необходимости можно настроить IP-адрес в приборе вручную.

Кроме того, можно включить или отключить параметры DNS и назначить имя узла серверу DNS.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Прежде чем подключить прибор к корпоративной сети, обратитесь в ИТ-отдел своей организации, чтобы за вашим прибором закрепили допустимый IP-адрес.

IP-адрес прибора начинается с нулей, а IP-адрес компьютера с нулей начинаться не может.

### *Настройка IP-адреса в приборе вручную:*

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. В разделе System (Система) выберите пункт **Communication** (Связь).
3. Откройте вкладку **LAN** (Локальная сеть).
4. Для параметра TCP/IP Mode (Режим TCP/IP) выберите значение **Manual** (Вручную).
5. Введите IP-адрес.
6. Введите адрес шлюза.
7. Введите маску подсети.
8. Чтобы сохранить параметры, выберите пункт **Apply Settings** (Применить параметры).

## Настройка связи по локальной сети на компьютере

В этом разделе рассказывается, как настроить связь по локальной сети на компьютере.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Не изменяйте свой IP-адрес, не проконсультировавшись с системным администратором. Если указать неправильный IP-адрес, компьютер не сможет подключиться к сети организации либо станет помехой для другого компьютера в сети.

Прежде чем изменять параметры конфигурации сети для сетевой карты, запишите их. После изменения параметров конфигурации сети предыдущие параметры будут недоступны. Это может привести к проблемам при повторном подключении хост-компьютера к сети организации, особенно если служба DHCP выключена.

Прежде чем повторно подключать хост-компьютер к сети организации, восстановите все значения параметров исходной конфигурации. За дополнительными сведениями обратитесь к своему системному администратору.

### Подождите, пока индикатор состояния локальной сети не начнет светиться зелёным цветом

Убедитесь в том, что прибор DMM6500 подключен к сети. Для этого проверьте, назначен ли ему IP-адрес.

*Проверка подключения к локальной сети:*

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. В разделе System (Система) выберите пункт **Communication** (Связь).
3. Откройте вкладку **LAN** (Локальная сеть).

Зелёный индикатор состояния локальной сети, расположенный в левом нижнем углу вкладки LAN (локальная сеть), подтверждает, что вашему прибору назначен IP-адрес.

### Использование средства LXI Discovery Tool

Чтобы найти IP-адрес прибора DMM6500, воспользуйтесь средством LXI Discovery Tool. Эта служебная программа доступна на вкладке Resources (Ресурсы) [на сайте LXI Consortium](#).

## Связь через USB

Чтобы можно было использовать порт USB, расположенный на задней панели, на вашем хост-компьютере должен быть установлен слой Virtual Instrument Software Architecture (VISA). Дополнительные сведения см. в разделе «Установка слоя ввода-вывода Keithley» в документе *Справочное руководство по модели DMM6500*.

VISA содержит драйвер класса USB для протокола USB Test and Measurement Class (USBTMC). После установки этого драйвера операционная система Microsoft Windows сможет распознавать прибор.

При подключении устройства USB, реализующего протокол USBTMC или USBTMC-USB488 для связи с компьютером, драйвер VISA автоматически обнаруживает устройство. Учтите, что драйвер VISA автоматически распознает только устройства USBTMC и USBTMC-USB488. Он не распознает другие устройства USB, например принтеры, сканеры и устройства хранения данных.

В этом разделе термин «приборы USB» относится к устройствам, реализующим протокол USBTMC или USBTMC-USB488.

## Подключение компьютера к прибору DMM6500 через USB

Для подключения прибора DMM6500 к компьютеру через USB используйте устройство Model USB-B-1 компании Keithley Instruments.

Каждый прибор DMM6500 необходимо подключить отдельным кабелем USB к компьютеру.

### *Подключение прибора к компьютеру через USB:*

1. Подключите разъём Type A кабеля к компьютеру.
2. Подключите разъём Type B кабеля к прибору.
3. Включите питание прибора. Когда компьютер обнаружит новое подключение USB, запустится мастер Found New Hardware Wizard (Обнаружено новое оборудование).
4. Если откроется диалоговое окно «Можно ли Windows подключиться к Центру обновления Windows для поиска программного обеспечения?», нажмите **Нет**, а затем **Далее**.
5. В диалоговом окне USB Test and Measurement device (Устройство USB для испытаний и измерений) нажмите **Next** (Далее), а затем **Finish** (Готово).

## Обмен данными с прибором

Чтобы прибор мог обмениваться данными с устройством USB, необходимо использовать драйвер NI-VISA™. Чтобы можно было подключиться к правильному прибору USB, драйверу VISA необходима строка ресурса в следующем формате:

```
USB0::0x05e6::0x6500::[серийный номер]::INSTR
```

где

- 0x05e6 — идентификатор поставщика компании Keithley,
- 0x6500 — номер модели прибора,
- [серийный номер] — серийный номер прибора (указан на задней панели),
- INSTR — использование протокола USBTMC.

Определить эти параметры можно при помощи средства Keithley Configuration Panel (Панель конфигурации Keithley), которое автоматически обнаруживает все приборы, подключенные к компьютеру.

Если на компьютере установлен слой ввода-вывода Keithley, то можно запустить средство Keithley Configuration Panel (Панель конфигурации Keithley) в меню «Пуск» в ОС Microsoft® Windows®.

---

## ПРИМЕЧАНИЕ

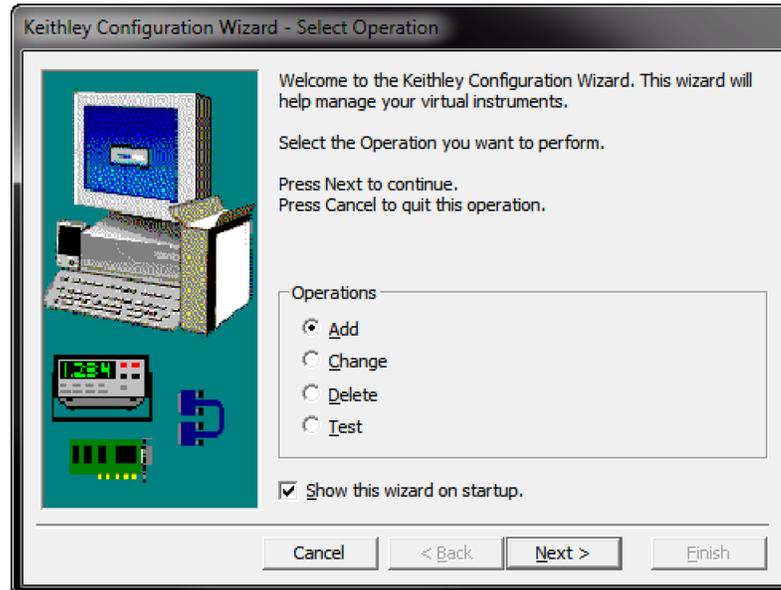
Если вы используете подключение USB, вам не удастся переключиться на подключение по локальной сети, пока прибор подключен через USB. Подключение через USB имеет более высокий приоритет, чем подключение по локальной сети.

---

**Использование средства Keithley Configuration Panel (Панель конфигурации Keithley) для определения строки ресурса VISA:**

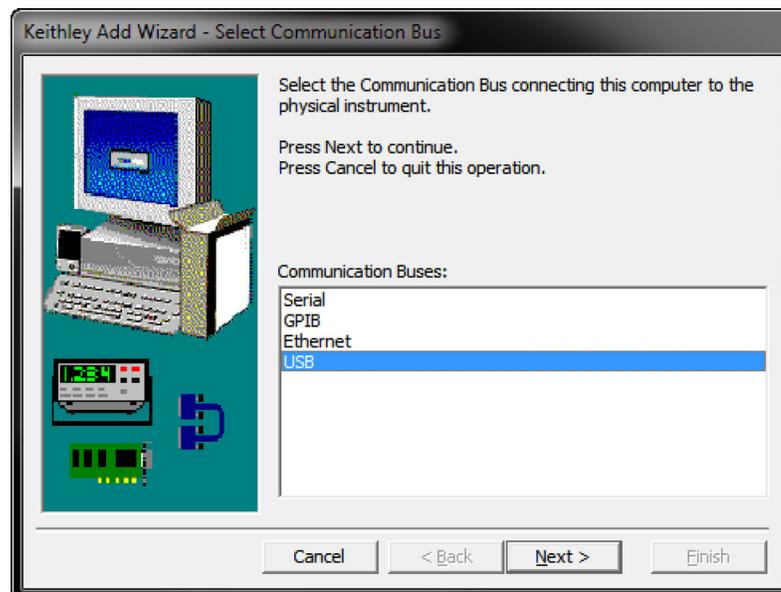
1. Нажмите **Пуск > Keithley Instruments > Keithley Configuration Panel**. Откроется диалоговое окно Select Operation (Выбор операции).

**Рис. 16. Диалоговое окно Select Operation (Выбор операции)**



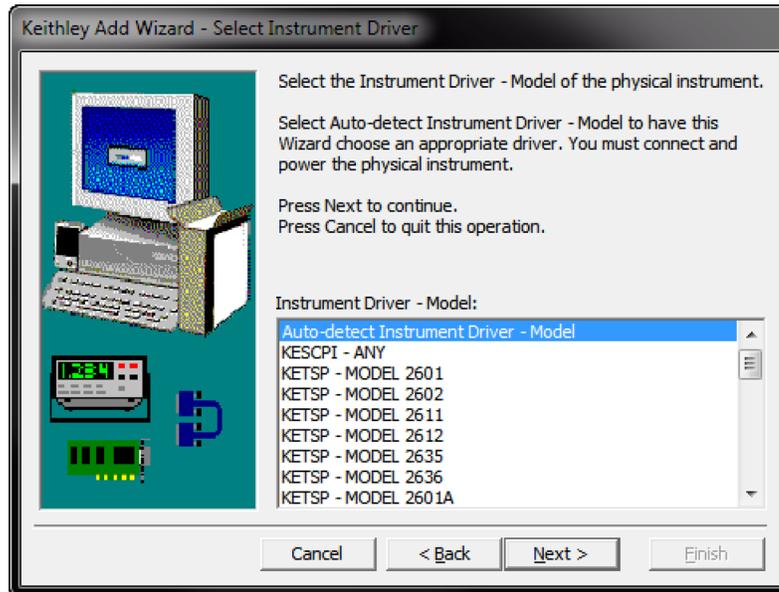
2. Выберите **Add** (Добавить).
3. Выберите **Next** (Далее). Откроется диалоговое окно Select Communication Bus (Выбор шины для обмена данными).

**Рис. 17. Диалоговое окно Select Communication Bus (Выбор шины для обмена данными)**



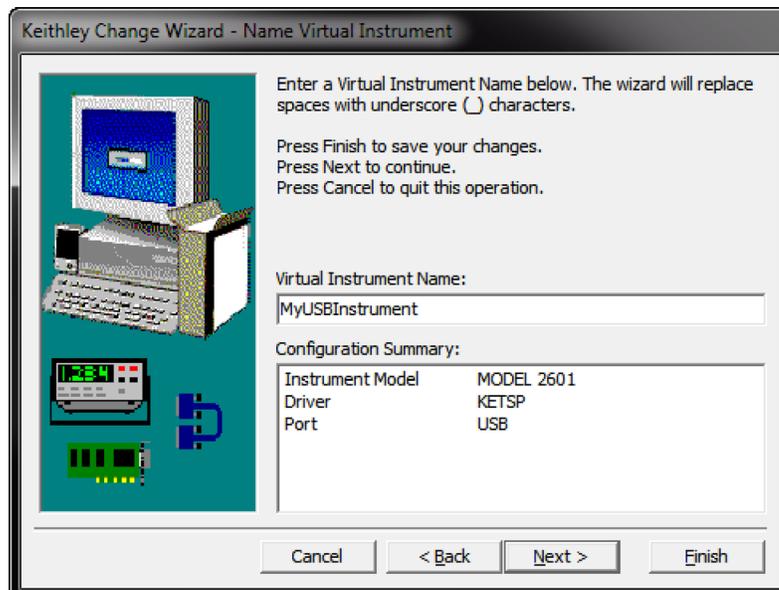
4. Выберите **USB**.
5. Нажмите **Next** (Далее). Откроется диалоговое окно Select Instrument Driver (Выбор драйвера прибора).

Рис. 18. Диалоговое окно Select Instrument Driver (Выбор драйвера прибора)



6. Выберите **Auto-detect Instrument Driver - Model** (Автоматически обнаруживать драйвер прибора — модель).
7. Нажмите **Next** (Далее). Откроется диалоговое окно Configure USB Instrument (Настройка прибора USB), и в нем будет отображаться строка ресурса VISA для обнаруженного прибора.
8. Нажмите **Next** (Далее). Откроется диалоговое окно Name Virtual Instrument (Присвоение имени виртуальному прибору).

Рис. 19. Диалоговое окно Name Virtual Instrument (Присвоение имени виртуальному прибору)

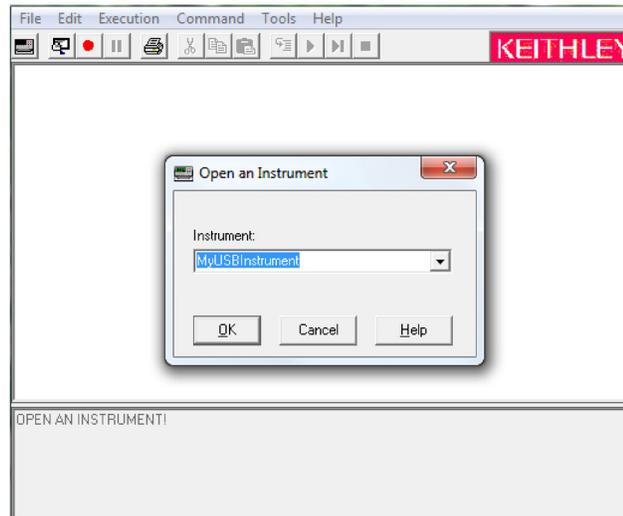


9. В поле Virtual Instrument Name (Имя виртуального прибора) введите имя, которое необходимо использовать для ссылки на прибор.
10. Выберите **Finish** (Готово).
11. Чтобы закрыть мастер, нажмите кнопку **Cancel** (Отмена).
12. Сохраните конфигурацию. В средстве Keithley Configuration Panel (Панель конфигурации Keithley) выберите **File > Save** (Файл > Сохранить).

**Проверьте прибор при помощи средства Keithley Communicator:**

1. Нажмите **Пуск > Keithley Instruments > Keithley Communicator**.
2. Чтобы открыть прибор, которому вы только что присвоили имя, выберите **File > Open Instrument** (Файл > Открыть прибор).

**Рис. 20. Средство Keithley Communicator, окно Open an Instrument (Открытие прибора)**



3. Нажмите кнопку **OK**.
4. Отправьте команду на прибор и посмотрите, отвечает ли он.

---

## ПРИМЕЧАНИЕ

Если в системе установлена полная версия драйвера NI-VISA, то можно запустить служебную программу NI-MAX или VISA Interactive Control. Дополнительные сведения см. в документации компании National Instruments.

---

## Связь по шине GPIB

Интерфейс GPIB в приборе DMM6500 совместим со стандартом IEEE Std 488.1 и поддерживает общие команды стандарта IEEE Std 488.2, а также топологию модели состояния.

К интерфейсу GPIB можно подключить до 15 устройств, включая контроллер. Максимальная длина кабеля — меньшее из следующих значений:

- количество устройств, умноженное на длину 2 м;
- 20 м.

Если не соблюсти это ограничение, возможна неправильная работа шины.

Чтобы можно было использовать интерфейс GPIB, в компьютере должна быть установлена плата GPIB. Сведения о том, как устанавливать контроллер GPIB и где взять драйверы для него, см. в документации к контроллеру.

## Установка платы КТТИ-GPIB (дополнительная принадлежность)

Рис. 21. Разъём КТТИ-GPIB



### Распаковка и осмотр

Необходимо обращаться с платой КТТИ-GPIB аккуратно. Всегда берите плату только за боковые края. Не прикасайтесь к поверхностям и компонентам платы, а также к областям, находящимся рядом с контактами. Загрязнение посторонними материалами, например грязью, пылью и жирами, находящимися на коже человека, может значительно ухудшить работоспособность платы.

#### *Распаковка и осмотр прибора:*

1. Проверьте, не повреждена ли коробка.
2. Откройте коробку.
3. Выньте плату и проверьте, нет ли на ней очевидных признаков физических повреждений.
4. Если на плате есть какие-либо повреждения, немедленно сообщите об этом представителю транспортной компании, доставившей плату.

### Установка

#### **⚠ ВНИМАНИЕ!**

Чтобы предотвратить прикосновения людей к высоковольтным цепям, закройте неиспользуемые гнезда крышками. Несоблюдение стандартных правил техники безопасности может привести к поражению электрическим током и, как следствие, к травмам или смерти.

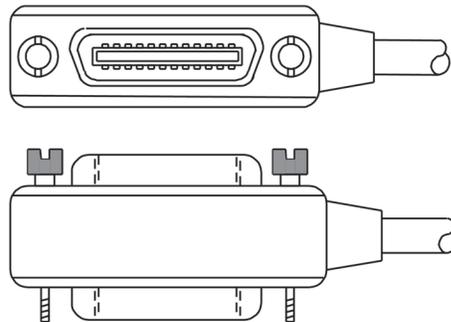
**Установка платы связи:**

1. Выключите прибор и отсоедините от него шнур питания, а также все кабели, подключенные к задней панели.
2. Поверните прибор задней панелью к себе.
3. Снимите пластину, закрывающую гнездо на задней панели прибора. Сохраните пластину и винты для использования в будущем.
4. Расположите плату так, чтобы её разъём был направлен в сторону внутреннего края гнезда, и задвиньте плату в шасси. Последние 6 мм платы задвиньте с усилием, чтобы она вошла в разъём.
5. На каждой стороне платы имеется по одному подпружиненному монтажному винту. Зафиксируйте плату в корпусе, затянув оба винта рукой или отвёрткой Phillips (с крестовой головкой). Не затягивайте винты слишком сильно.
6. Снова подключите шнур питания и другие кабели к задней панели прибора.
7. Включите прибор.

**Подключение кабелей GPIB к прибору**

Для подключения прибора DMM6500 к интерфейсу GPIB используйте кабель со стандартными разъёмами GPIB, как показано ниже.

**Рис. 22. Разъём GPIB**

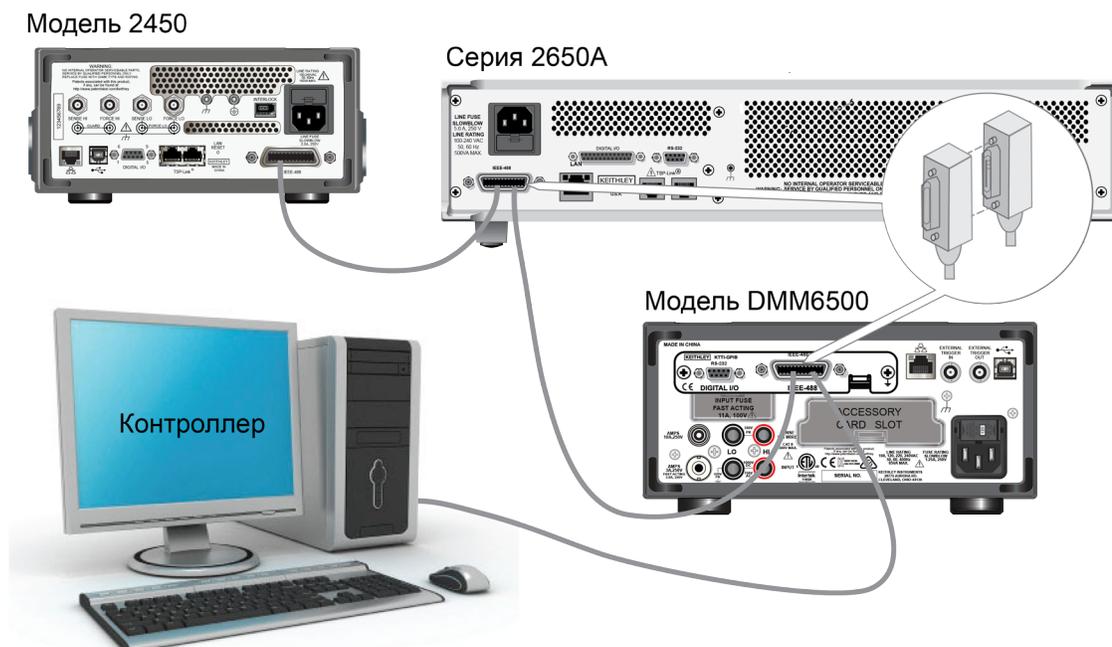


Чтобы использовать несколько параллельных подключений к одному прибору, вставьте разъёмы один в другой. Каждый разъём оснащен двумя винтами для надежного соединения. На рисунке ниже показана типовая схема подключения для системы тестирования с несколькими приборами.

**Осторожно!**

Чтобы не допустить механического повреждения, вставляйте друг в друга не более трёх разъёмов на одном приборе. Чтобы свести к минимуму помехи, связанные с электромагнитным излучением, используйте только экранированные кабели GPIB. Если вам необходимы экранированные кабели, обратитесь в компанию Keithley Instruments.

Рис. 23. Подключения GPIB к прибору DMM6500



### Дополнительные сведения

Дополнительные сведения см. в инструкции по установке дополнительных принадлежностей КТТИ-GPIB.

## Настройка адреса GPIB

Настройте адрес GPIB. По умолчанию используется адрес GPIB, равный 16. Можно задать адрес в диапазоне от 1 до 30, если он уникален в системе. Этот адрес не должен конфликтовать с адресом, назначенным другому прибору или контроллеру GPIB.

---

### ПРИМЕЧАНИЕ

Обычно контроллеры GPIB имеют адреса от 0 до 21. В целях безопасности не присваивайте никаким приборам адрес 21.

В приборах этот адрес хранится в энергонезависимой памяти. Он не изменится, если отправить команду сброса либо выключить, а затем включить питание прибора.

#### *Настройка адреса GPIB на передней панели:*

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. Выберите **Communication** (Связь).
3. Откройте вкладку **GPIB**.
4. Настройте **адрес GPIB**.
5. Нажмите кнопку **OK**.

---

### ПРИМЕЧАНИЕ

Кроме того, можно настроить адрес GPIB с использованием команд дистанционного управления. Настройте адрес GPIB при помощи команды SCPI :SYSTem:GPIB:ADDRess или команды TSP gpib.address.

## RS-232

### Установка платы KTTI-RS232 (дополнительная принадлежность)

#### Распаковка и осмотр

---

Необходимо обращаться с платой KTTI-RS232 аккуратно. Всегда берите плату только за боковые края. Не прикасайтесь к поверхностям и компонентам платы, а также к областям, находящимся рядом с контактами. Загрязнение посторонними материалами, например грязью, пылью и жирами, находящимися на коже человека, может значительно ухудшить работоспособность платы.

#### *Распаковка и осмотр прибора:*

1. Проверьте, не повреждена ли коробка.
2. Откройте коробку.
3. Выньте плату и проверьте, нет ли на ней очевидных признаков физических повреждений.
4. Если на плате есть какие-либо повреждения, немедленно сообщите об этом представителю транспортной компании, доставившей плату.

## Установка

### **⚠ ВНИМАНИЕ!**

Чтобы предотвратить прикосновения людей к высоковольтным цепям, закройте неиспользуемые гнезда крышками. Несоблюдение стандартных правил техники безопасности может привести к поражению электрическим током и, как следствие, к травмам или смерти.

#### *Установка платы связи:*

1. Выключите прибор и отсоедините от него шнур питания, а также все кабели, подключенные к задней панели.
2. Поверните прибор задней панелью к себе.
3. Снимите пластину, закрывающую гнездо на задней панели прибора. Сохраните пластину и винты для использования в будущем.
4. Расположите плату так, чтобы её разъём был направлен в сторону внутреннего края гнезда, и задвиньте плату в шасси. Последние 6 мм платы задвиньте с усилием, чтобы она вошла в разъём.
5. На каждой стороне платы имеется по одному подпружиненному монтажному винту. Зафиксируйте плату в корпусе, затянув оба винта рукой или отвёрткой Phillips (с крестовой головкой). Не затягивайте винты слишком сильно.
6. Снова подключите шнур питания и другие кабели к задней панели прибора.
7. Включите прибор.

## Подключение к прибору

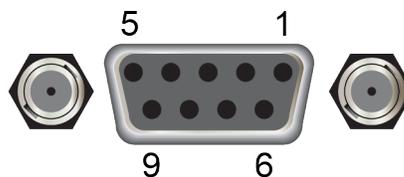
Последовательный порт RS-232 можно подключить к последовательному порту контроллера с использованием проходного кабеля RS232 с разъёмами DB-9. Не используйте нуль-модемный кабель.

Для работы последовательного порта используются линии передачи (TXD), приема (RXD) и земли сигнала (GND) стандарта RS232. На рисунке ниже показан разъём интерфейса RS232 на задней панели прибора. В таблице ниже показано назначение контактов разъёма.

Рис. 24. Панель KTTI-RS232



Рис. 25. Разъём RS-232 на панели



Контакт	Описание
1	Не используется
2	Передача данных (TXD)
3	Прием данных (RXD)
4	Не используется
5	Земля сигнала (GND)
6	Не используется
7	Не используется
8	Не используется
9	Не используется

### **Дополнительные сведения**

---

Дополнительные сведения см. в инструкции по установке дополнительных принадлежностей KTTI-RS232.

## **TSP-Link**

### **Установка платы KTTI-TSP (дополнительная принадлежность)**

#### **Распаковка и осмотр**

---

Необходимо обращаться с платой KTTI-TSP аккуратно. Всегда берите плату только за боковые края. Не прикасайтесь к поверхностям и компонентам платы, а также к областям, находящимся рядом с контактами. Загрязнение посторонними материалами, например грязью, пылью и жирами, находящимися на коже человека, может значительно ухудшить работоспособность платы.

#### **Распаковка и осмотр прибора:**

1. Проверьте, не повреждена ли коробка.
2. Откройте коробку.
3. Выньте плату и проверьте, нет ли на ней очевидных признаков физических повреждений.
4. Если на плате есть какие-либо повреждения, немедленно сообщите об этом представителю транспортной компании, доставившей плату.

#### **Установка**

---

### **ВНИМАНИЕ!**

Чтобы предотвратить прикосновения людей к высоковольтным цепям, закройте неиспользуемые гнезда крышками. Несоблюдение стандартных правил техники безопасности может привести к поражению электрическим током и, как следствие, к травмам или смерти.

---

#### Установка платы связи:

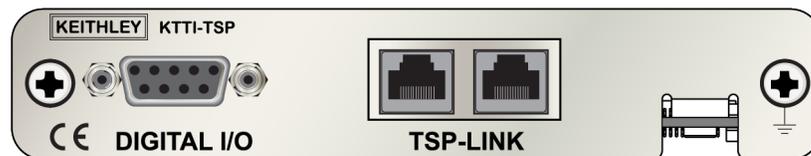
1. Выключите прибор и отсоедините от него шнур питания, а также все кабели, подключенные к задней панели.
2. Поверните прибор задней панелью к себе.
3. Снимите пластину, закрывающую гнездо на задней панели прибора. Сохраните пластину и винты для использования в будущем.
4. Расположите плату так, чтобы её разъём был направлен в сторону внутреннего края гнезда, и задвиньте плату в шасси. Последние 6 мм платы задвиньте с усилием, чтобы она вошла в разъём.
5. На каждой стороне платы имеется по одному подпружиненному монтажному винту. Зафиксируйте плату в корпусе, затянув оба винта рукой или отвёрткой Phillips (с крестовой головкой). Не затягивайте винты слишком сильно.
6. Снова подключите шнур питания и другие кабели к задней панели прибора.
7. Включите прибор.

### Подключение к прибору

Подключите разъём TSP-Link к одному из разъёмов TSP-Link на задней панели прибора.

Для интерфейса расширения TSP-Link используются кабели CAT5 и разъёмы RJ-45, при помощи которых можно подключить до 32 устройств.

Рис. 26. Панель KTTI-TSP



### Дополнительные сведения

Дополнительные сведения см. в инструкции по установке дополнительных принадлежностей KTTI-TSP.

## Использование веб-интерфейса

Благодаря веб-интерфейсу прибора DMM6500 можно настраивать параметры прибора и управлять им через веб-страницу. На веб-странице отображаются указанные ниже объекты.

- Сведения о состоянии прибора.
- Сведения о модели и серийном номере прибора, версия микропрограммного обеспечения и последнее сообщение LXI.
- Кнопка ID (Идентификатор), при помощи которой можно найти прибор.
- Виртуальная передняя панель и командный интерфейс, которые можно использовать для управления прибором.
- Доступ к загрузке в CSV-файл, содержащий данные буфера чтения.
- Опции администрирования и информация LXI.

Веб-страница прибора находится в его микропрограммном обеспечении. Изменения, вносимые при помощи веб-интерфейса, немедленно применяются к прибору.

## Подключение к веб-интерфейсу прибора

После создания подключения прибора к локальной сети можно открыть веб-страницу прибора.

### *Получение доступа к веб-интерфейсу:*

1. Откройте браузер на хост-компьютере.
2. Введите IP-адрес прибора в адресной строке браузера. Пример: если прибор имеет IP-адрес 192.168.1.101, введите 192.168.1.101 в адресной строке браузера.
3. Нажмите клавишу **Enter** (Ввод) на клавиатуре компьютера. Откроется веб-страница прибора.
4. Если будет предложено ввести имя пользователя и пароль, укажите их. По умолчанию и в качестве имени пользователя, и в качестве пароля используется слово `admin`.

## Рекомендации по устранению неполадок, связанных с локальной сетью

Если не удастся подключиться к веб-интерфейсу прибора, проверьте, выполнены ли указанные ниже условия.

- Сетевой кабель вставлен в порт LAN (локальная сеть) на задней панели прибора (а не в один из портов TSP-Link®).
- Сетевой кабель вставлен в правильный порт компьютера. Если ноутбук подключен к док-станции, порт локальной сети ноутбука может быть отключен.
- При настройке использованы сведения о конфигурации для правильной сетевой карты Ethernet.
- Сетевая карта компьютера включена.
- IP-адрес прибора совместим с IP-адресом на компьютере.
- Маска подсети прибора совпадает с маской подсети компьютера.
- Прибор подключен к компьютеру кабелем USB. Связь через USB имеет более высокий приоритет, чем связь по локальной сети.

Кроме того, можно попробовать перезапустить компьютер и прибор.

### *Перезапуск прибора:*

1. Выключите, а затем включите питание прибора.
2. Подождите не менее 60 секунд, пока завершится настройка сети.

### *Настройка связи по локальной сети:*

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. В разделе System (Система) выберите пункт **Communication** (Связь).
3. Откройте вкладку **LAN** (Локальная сеть).
4. Проверьте значения параметров.

Если при помощи описанных выше действий не удалось устранить проблему, обратитесь к системному администратору.

## Домашняя страница веб-интерфейса

Рис. 27. Веб-интерфейс прибора DMM6500

Instrument Model:	DMM6500		
Manufacturer:	Keithley Instruments		
Serial Number:	04341309	Firmware Revision:	0.8.6j
TCP Raw Socket:	5025	Telnet Port:	23
Last LXI Message: <a href="#">(history)</a>	PreCal calibration data lost		

© 2007-2016 Keithley Instruments. All rights reserved.

На домашней странице прибора содержатся сведения о приборе. Помимо прочей информации, на домашней странице имеются указанные ниже сведения.

- Номер модели, изготовитель и серийный номер прибора, а также версия микропрограммного обеспечения.
- Номер Raw Socket TCP и номер порта Telnet.
- Последнее сообщение LXI. Если перейти по ссылке журнала, откроется домашняя страница LXI.
- Кнопка ID (Идентификатор), при помощи которой можно идентифицировать прибор. См. раздел [Идентификация прибора](#) (на стр. 3-19).

## Идентификация прибора

Если у вас несколько приборов, при помощи кнопки ID (Идентификатор) можно определить прибор, с которым выполняется обмен данными.

Прежде чем пытаться идентифицировать прибор, убедитесь в том, что создано удалённое подключение к прибору.

### *Идентификация прибора:*

1. На каждом имеющемся у вас приборе нажмите клавишу **MENU** (Меню), а затем выберите пункт **Communication** (Связь).
2. Откройте вкладку **LAN** (Локальная сеть).
3. На домашней странице веб-интерфейса или LXI нажмите кнопку **ID** (Идентификатор). Цвет кнопки изменится на зелёный, и индикатор локальной сети LXI на вкладке LAN (локальная сеть) прибора начнет мигать.
4. Еще раз нажмите кнопку **ID** (Идентификатор). Функция идентификации будет отключена.

## Определение набора команд, которые предполагается использовать

Можно изменить набор команд, используемых при работе с прибором DMM6500. Ниже перечислены доступные наборы команд дистанционного управления.

- SCPI: язык, ориентированный на прибор и созданный на основе стандарта SCPI.
- TSP: язык программирования сценариев, включающий команды управления, ориентированные на прибор. Эти команды можно выполнить на автономном приборе. TSP можно использовать для отправки отдельных команд или для объединения нескольких команд в сценарий.
- SCPI2000: язык, ориентированный на прибор, при помощи которого можно запускать код, разработанный для приборов Keithley Instruments серии 2000.
- SCPI34401: язык, ориентированный на прибор, при помощи которого можно запускать код, разработанный для приборов Keysight модели 34401.

Сочетать наборы команд нельзя.

---

## ПРИМЕЧАНИЕ

Сразу после поставки из компании Keithley Instruments прибор DMM6500 настроен для работы с набором команд SCPI DMM6500.

---

### *Настройка набора команд на передней панели:*

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. В разделе System (Система) выберите пункт **Settings** (Параметры).
3. Выберите **Command Set** (Набор команд).

Вам будет предложено перезапустить прибор.

***Определение того, какой набор команд выбран, через интерфейс дистанционного управления***

Отправьте следующую команду:

```
*LANG?
```

***Выбор набора команд SCPI через интерфейс дистанционного управления***

Отправьте следующую команду:

```
*LANG SCPI
```

Перезагрузите прибор.

***Выбор набора команд TSP через интерфейс дистанционного управления***

Отправьте следующую команду:

```
*LANG TSP
```

Перезагрузите прибор.

# Выполнение основных измерений при помощи органов управления на передней панели

### В этом разделе:

---

Введение.....	4-1
Оборудование, необходимое для работы с этим примером .....	4-1
Подключения устройств.....	4-2
Основные измерения, выполняемые при помощи органов управления на передней панели.....	4-3

## Введение

В этом примере применения показано, как выполнить измерение сопротивления по двухпроводной схеме с использованием органов управления на передней панели прибора.

---

### ПРИМЕЧАНИЕ

Прежде чем настраивать какие-либо параметры прибора, выберите необходимую функцию. Многие параметры связаны с определенными функциями измерений. В примерах применения в данном руководстве для достижения максимально эффективных результатов используется определенный порядок операций.

---

## Оборудование, необходимое для работы с этим примером

Оборудование, необходимое для выполнения этого испытания:

- Один прибор DMM6500.
- Два изолированных провода с разъёмами типа «банан».
- Один резистор, сопротивление которого предполагается измерить; в этом примере используется резистор номиналом 9,75 кОм.

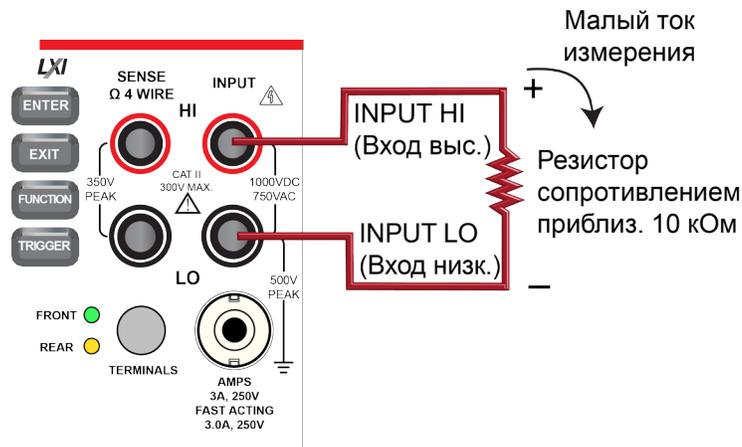
## Подключения устройств

Подключите прибор ДММ6500 к резистору по двухпроводной схеме (локальное измерение). В этой конфигурации устройство подключено к клеммам INPUT HI (Вход выс.) и INPUT LO (Вход низк.).

### Выполнение соединений:

1. Выключите питание прибора ДММ6500.
2. Подключите испытательные выводы к клеммам INPUT HI (Вход выс.) и INPUT LO (Вход низк.) на передней панели, как показано на рисунке ниже.
3. Подключите испытательные выводы к резистору.

**Рис. 28. Измерение сопротивления по двухпроводной схеме с использованием органов управления на передней панели прибора ДММ6500**



## Основные измерения, выполняемые при помощи органов управления на передней панели

В описанных ниже процедурах показано, как выполнять измерения, получать доступ к параметрам измерений и просматривать данные измерений в буфере чтения.

Измерения можно выполнять в непрерывном или ручном режиме. В режиме непрерывных измерений прибор выполняет измерения с максимально возможной скоростью. В ручном режиме прибор выполняет измерения только по нажатию клавиши TRIGGER (Синхронизация).

### **Выполнение измерений при помощи органов управления на передней панели:**

1. Включите прибор, нажав выключатель **POWER** (Питание) на передней панели.
2. Убедитесь в том, что переключатель TERMINALS (Клеммы) находится в положении FRONT (Передние).
3. На прокручиваемом экране Functions (Функции) выберите пункт **2W  $\Omega$**  (Измерение сопротивления по двухпроводной схеме). В верхней части экрана Home (Домашняя страница) начнут отображаться результаты измерений.
4. Если результаты измерений не отображаются, нажмите кнопку **TRIGGER** (Синхронизация) на несколько секунд и выберите режим измерений **Continuous** (Непрерывный).

### **Изменение параметров измерений:**

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. В разделе Measure (Измерение) выберите пункт **Settings** (Параметры).
3. Выберите пункт **Display Type** (Тип отображения).
4. Выберите пункт **3.5 Digits** (3,5 разряда).
5. Нажмите клавишу **HOME** (Домашняя страница). Теперь результаты измерений будут отображаться в формате 3,5 разряда.

### **Выполнение однократного измерения:**

1. На передней панели нажмите клавишу **TRIGGER** (Синхронизация) на несколько секунд.
2. Выберите режим синхронизации **Manual** (Ручной).
3. Нажмите клавишу **TRIGGER** (Синхронизация), чтобы запустить однократное измерение с использованием выбранной функции измерения.

Рис. 29. Основные результаты измерений

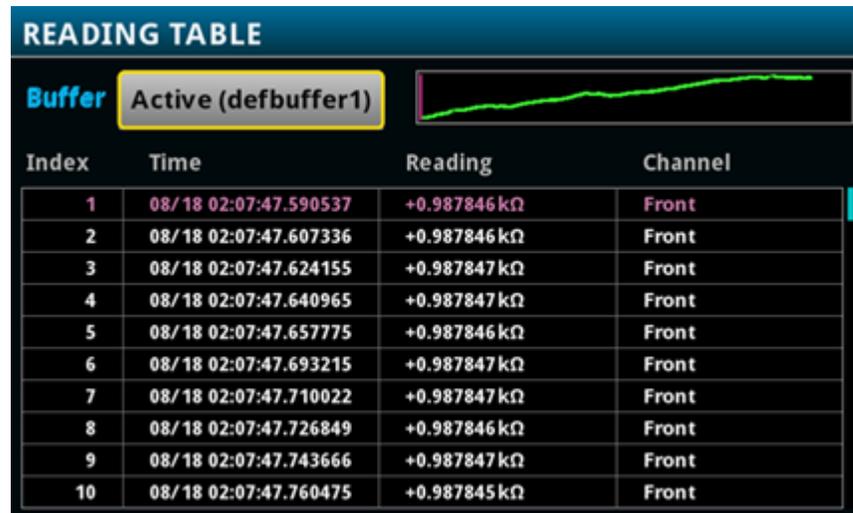


Информация, отображаемая в таблице показаний, зависит от выбранного буфера и от используемой (передней или задней) панели.

**Просмотр содержимого буфера чтения на передней панели:**

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. В столбце **Views** (Представления) выберите пункт **Reading Table** (Таблица показаний). Отобразятся данные из активного буфера чтения.

**Рис. 30. Таблица показаний**



## ПРИМЕЧАНИЕ

Если для выполнения измерений используются клеммы на ПЕРЕДНЕЙ панели, то в столбце Channel (Канал) таблицы показаний будет отображаться значение Front (Передние). Если используются клеммы на ЗАДНЕЙ панели, в столбце Channel (Канал) будет отображаться значение Rear (Задние). Если используется плата, то в столбце Channel (Канал) будет отображаться номер канала.

3. Чтобы отобразить данные из другого буфера чтения, выберите этот буфер.
4. Чтобы отобразить сведения для определенной точки данных, проведите пальцем по таблице вверх или вниз и выберите точку данных, чтобы просмотреть сведения о показаниях для неё. Если в таблице много точек данных, выберите область на графике предварительного просмотра показаний в правом верхнем углу экрана и прокрутите таблицу до нужной точки данных.
5. Чтобы вернуться на экран Home (Домашняя страница), нажмите клавишу **HOME** (Домашняя страница).

Столбец	Описание
Channel (Канал)	Сведения о канале.
Index (Индекс)	Индекс показаний.
Reading (Показание)	Измеренное значение.
Time (Время)	Дата и время с указанием месяца, дня, часов, минут, секунд и долей секунды.

# Измерение напряжения постоянного тока с ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТЬЮ

### В этом разделе:

---

Введение.....	5-1
Необходимое оборудование .....	5-1
Подключения устройств.....	5-2
Измерение напряжения постоянного тока с высокой точностью.....	5-3

## Введение

В этом примере применения показано, как использовать прибор DMM6500 для измерения напряжения постоянного тока с высокой точностью.

Испытания этого типа часто выполняют в метрологических лабораториях, когда необходима высокая точность измерений при калибровке и поверках.

## Необходимое оборудование

- Один прибор DMM6500.
- Один компьютер, настроенный для связи с прибором.
- Два изолированных провода с разъёмами типа «банан».
- Одно испытываемое устройство или компонент.

## Подключения устройств

В этом примере показано, как измерить напряжение постоянного тока с использованием клемм на передней или задней панели прибора DMM6500. И на передней, и на задней панели используются безопасные входные клеммы для подключения штекеров типа «банан».

### ПРИМЕЧАНИЕ

Необходимо использовать клеммы, расположенные либо только на передней, либо только на задней панели. Нельзя сочетать клеммы, расположенные на передней и задней панелях.

Убедитесь в том, что на переключателе **TERMINALS** (Клеммы), расположенном на передней панели, выбраны используемые вами клеммы. Индикатор FRONT (Передние) или REAR (Задние) указывает, какие клеммы используются.

#### Подключение устройств к прибору:

1. Подключите испытательные выводы к клеммам INPUT HI (Вход выс.) и INPUT LO (Вход низк.).
2. Подключите кабели INPUT HI (Вход выс.) и INPUT LO (Вход низк.) к проводам.

Рис. 31. Подключения на передней панели

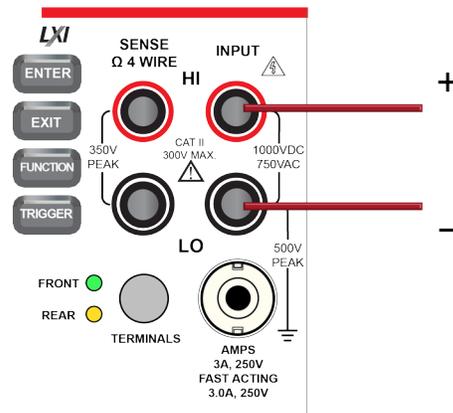
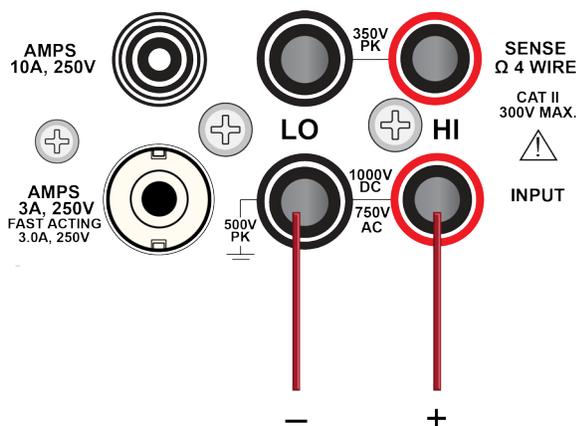


Рис. 32. Подключения на задней панели



---

## **⚠ ВНИМАНИЕ!**

Чтобы не допустить поражения электрическим током, тестовые соединения необходимо выполнить так, чтобы пользователь не смог прикоснуться к испытательным выводам или тестируемому устройству, находящемуся в контакте с проводниками. Перед включением прибора рекомендуется отключить от него тестируемые устройства. Безопасная установка подразумевает использование соответствующих экранов, ограждений и заземления для предотвращения соприкосновения с испытательными выводами.

Защитное заземление и клеммы LO (Низк.) прибора DMM6500 не соединены между собой. Таким образом, на клеммах LO (Низк.) могут возникнуть опасные напряжения (более 30 В<sub>ср. кв.</sub>). Это может случиться при работе прибора в любом режиме. Чтобы не допустить появления опасного напряжения на клеммах LO (Низк.), подключите клемму LO (Низк.) к защитному заземлению (если это возможно в конкретном случае применения прибора). Клемму LO (Низк.) можно подключить к клемме заземления шасси на передней панели или к винтовой клемме заземления на задней панели. Учтите, что клеммы на передней панели изолированы от клемм на задней панели. Таким образом, при использовании клемм на передней панели заземлите клемму LO (Низк.) на передней панели. При использовании клемм на задней панели заземлите клемму LO (Низк.) на задней панели. Невыполнение этих рекомендаций может привести к травмам или смерти людей либо к повреждению прибора.

---

## **Измерение напряжения постоянного тока с высокой точностью**

В этом примере применения показано, как использовать прибор DMM6500 для измерения напряжения постоянного тока с высокой точностью. Измерения можно выполнять как при помощи интерфейса на передней панели, так и при помощи интерфейса дистанционного управления, используя коды SCPI или TSP. Сведения о настройке удалённой связи см. в разделе [Интерфейсы для удалённой связи](#) (на стр. 3-1).

При работе с этим примером применения вы выполните указанные ниже действия.

- Перезапустите прибор.
- Зададите диапазон измерений 10 В.
- Выберите функцию измерения напряжения постоянного тока.
- Зададите показатель интегрирования 10 циклов электросети при частоте тока в электросети 60 Гц. 10 циклов электросети эквивалентны апертуре 166,7 мс.
- Зададите значение Auto (Автоматически) для параметра входного импеданса.
- Включите функцию автоматической установки нуля. Благодаря этому прибор сможет оптимизировать точность показаний путем проверки эталонных измерений.
- Включите повторяющийся фильтр с количеством показаний 100. Это позволит уменьшить ошибку вследствие шумов, так как при усреднении результатов измерений они становятся более стабильными.
- Получите показания на передней панели или через интерфейс дистанционного управления.

## Использование передней панели

### *Выполнение действий этого примера на передней панели:*

1. Включите прибор, нажав выключатель **POWER** (Питание) на передней панели.
2. Выберите клеммы **REAR** (Задние).
3. На прокручиваемом экране **FUNCTIONS** (Функции) выберите пункт **DCV** (Напряжение постоянного тока).
4. В верхней половине экрана Home (Домашняя страница) для параметра **Range** (Диапазон) задайте значение **10 V** (10 В).
5. Проводя пальцем по дисплею, перейдите на экран **SETTINGS** (Параметры).
6. Для параметра Rate (Показатель) укажите значение **10**.
7. Нажмите кнопку **OK**.
8. Для параметра Input Z (Вход Z) выберите значение **Auto** (Автоматически).
9. Убедитесь в том, что выбрана функция **Auto Zero** (Автоматическая установка нуля).
10. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
11. В разделе Measure (Измерение) выберите пункт **Calculations** (Вычисления).
12. Для параметра Filter (Фильтр) выберите значение **On** (Вкл.).
13. Нажмите на значок **Settings** (Параметры).
14. Для параметра Type (Тип) выберите значение **Repeat** (Повторять).
15. Для параметра Count (Счетчик) укажите значение **100**.
16. Нажмите кнопку **OK**.
17. Нажмите клавишу **HOME** (Домашняя страница).

---

## ПРИМЕЧАНИЕ

Если результаты измерений не обновляются, зажмите клавишу TRIGGER (Синхронизация) на несколько секунд. Убедитесь в том, что выбран режим синхронизации Continuous Measurement (Непрерывные измерения).

Эти результаты измерений отображаются в верхней области экрана Home (Домашняя страница). Считывание показаний происходит один раз в несколько секунд.

При использовании 100 показаний повторяющегося фильтра и 10 циклов электросети цикл измерения получается относительно большим, но измерения выполняются точно. Если уменьшить указанные выше значения, измерения будут выполняться быстрее, но точность ухудшится. Баланс между скоростью и точностью зависит от требований для конкретной области применения.

## Использование команд SCPI

При помощи этой последовательности команд SCPI можно выполнить однократное измерение напряжения постоянного тока с высокой точностью.

Возможно, потребуется внести изменения, чтобы этот код работал в используемой вами среде программирования. В таблице команды SCPI расположены на светло-сером фоне.

**Отправьте указанные ниже команды для данного примера применения.**

Команды	Описания
<pre>*RST :SENS:FUNC "VOLT:DC" :SENS:VOLT:RANG 10 :SENS:VOLT:INP AUTO :SENS:VOLT:NPLC 10 :SENS:VOLT:AZER ON :SENS:VOLT:AVER:TCON REP :SENS:VOLT:AVER:COUN 100 :SENS:VOLT:AVER ON :READ?</pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Сброс прибора DMM6500.</li> <li>■ Настройка прибора для измерения напряжения постоянного тока.</li> <li>■ Выбор диапазона измерений 10 V (10 В).</li> <li>■ Задание значения Auto (Автоматически) для входного импеданса, чтобы прибор выбрал значение 10 Ω (10 Ом) для диапазона 10 V (10 В).</li> <li>■ Задание значения показателя интегрирования (количества циклов электросети), равного 10.</li> <li>■ Включение функции автоматической установки нуля.</li> <li>■ Выбор типа усредняющего фильтра Repeating (Повторяющийся).</li> <li>■ Задание количества показаний фильтра, равного 100.</li> <li>■ Включение фильтра.</li> <li>■ Считывание значения напряжения; эта команда выполняется за несколько секунд до того, как прибор возвратит показания.</li> </ul>

## Использование команд TSP

### ПРИМЕЧАНИЕ

Указанный ниже код TSP предназначен для запуска в средстве Test Script Builder (TSB) компании Keithley Instruments. TSB — это программное средство, которое можно загрузить с сайта [ru.tek.com/keithley](http://ru.tek.com/keithley). Средство TSB можно установить и использовать для написания кода и разработки сценариев для приборов с поддержкой набора команд TSP. Сведения о том, как использовать средство TSB, см. в интерактивной справке средства TSB и в разделе «Общие сведения о работе с набором команд TSP» в документе *Справочное руководство по модели DMM6500*.

Если вы используете другие среды программирования, то, возможно, потребуется внести изменения в пример кода TSP.

По умолчанию в приборе DMM6500 используется набор команд SCPI. Прежде чем отправлять команды TSP на прибор, необходимо выбрать этот набор команд.

#### **Включение набора команд TSP**

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. В разделе System (Система) выберите пункт **Settings** (Параметры).
3. Для параметра Command Set (Набор команд) выберите значение **TSP**.
4. Когда отобразится запрос на перезагрузку прибора, нажмите кнопку **Yes** (Да).

При помощи этой последовательности команд TSP можно выполнить однократное измерение напряжения постоянного тока с высокой точностью. После выполнения кода данные будут отображены в разделе Instrument Console (Консоль прибора) средства Test Script Builder.

#### **Отправьте указанные ниже команды для данного примера применения.**

```
-- Сброс прибора до настроек по умолчанию.  
reset()  
-- Включение функции измерения напряжения постоянного тока.  
dmm.measure.func = dmm.FUNC_DC_VOLTAGE  
-- Выбор диапазона измерений 10 V (10 В).  
dmm.measure.range = 10  
-- Присвоение параметру количества циклов электросети значения 10.  
dmm.measure.nplc = 10  
-- Задание значения Auto (Автоматически) для входного импеданса, чтобы прибор  
выбрал значение 10 ГОм для диапазона 10 В.  
dmm.measure.inputimpedance = dmm.IMPEDANCE_AUTO  
-- Включение функции автоматической установки нуля.  
dmm.measure.autozero.enable = dmm.ON  
-- Выбор типа усредняющего фильтра Repeating (Повторяющийся).  
dmm.measure.filter.type = dmm.FILTER_REPEAT_AVG  
-- Задание количества показаний фильтра, равного 100.  
dmm.measure.filter.count = 100  
-- Включение фильтра.  
dmm.measure.filter.enable = dmm.ON  
-- Считывание значения напряжения.  
print(dmm.measure.read())
```

## Результаты теста

В таблице ниже показан компромисс между точностью и скоростью измерений в зависимости от выбранных значений параметров показателя интегрирования (количества циклов электросети), усредняющего фильтра и функции автоматической установки нуля. Первая строка данных получена в результате измерений, выполненных с использованием настроек, которые указаны в данном примере. В остальных строках показаны результаты измерений, выполненных с использованием других значений показателя интегрирования, фильтра и автоматической установки нуля.

Напряжение постоянного тока	Время измерения (с)	Показатель интегрирования (количество циклов электросети)	Фильтр	Автоматическая установка нуля
4,999985	33,542816	10	Вкл.	Вкл.
4,999982	0,335426	10	Выкл.	Вкл.
4,999979	0,035426	1	Выкл.	Вкл.
4,999990	0,017023	1	Выкл.	Выкл.

Рис. 33. Результаты измерений напряжения постоянного тока с высокой точностью





# Измерение сопротивления с использованием четырёхпроводной схемы и компенсации смещения

### В этом разделе:

Введение.....	6-1
Необходимое оборудование .....	6-2
Подключения устройств .....	6-2
Измерение сопротивления с использованием четырёхпроводной схемы и компенсации смещения .....	6-4

## Введение

В этом примере применения показано, как использовать прибор DMM6500 для измерения сопротивления с высокой точностью.

Обычно измерения сопротивления выполняют с использованием двухпроводной схемы, подавая ток через испытательные выводы и тестируемое устройство. Прибор измеряет напряжение и вычисляет сопротивление тестируемого устройства.

Если сопротивление тестируемого устройства меньше 100 Ом, то при использовании двухпроводной схемы трудно выполнить точные измерения. Сопротивление проводников обычно находится в диапазоне от 1 до 10 мОм. При использовании двухпроводной схемы для измерения малых сопротивлений на сопротивлении каждого испытательного вывода происходит небольшое падение напряжения, которое оказывает существенное влияние на результаты измерений. Напряжение, измеренное прибором, не равно напряжению, приложенному непосредственно к тестируемому устройству.

Для измерения малых сопротивлений рекомендуется использовать четырёхпроводную схему. В такой конфигурации испытательный ток подается на тестируемое устройство через один набор испытательных выводов, а второй набор испытательных выводов SENSE (Измерение) используется для измерения напряжения на тестируемом устройстве. Подключите выводы для измерения напряжения как можно ближе к тестируемому устройству, чтобы сопротивление испытательных выводов не оказывало влияния на результаты измерений.

Термоэлектродвижущие силы (ЭДС) могут оказать значительное влияние на точность измерений. Прибор DMM6500 может применять метод компенсации смещения сопротивления, при котором выполняются одно обычное измерение сопротивления и одно измерение с минимально возможным током. Это позволяет исключить влияние ЭДС.

В этом примере используется резистор сопротивлением 20 Ом. Фиксированные диапазоны измерений применяются для оптимизации скорости сканирования, а метод компенсации смещения сопротивления — для устранения влияния любых ЭДС.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Полные сведения по измерению сопротивления с использованием четырёхпроводной схемы с учетом термоэлектродвижущих сил и методов компенсации смещения см. в документе *Справочник по измерениям малых значений* на сайте [ru.tek.com/keithley](http://ru.tek.com/keithley).

## Необходимое оборудование

- Один прибор DMM6500.
- Один компьютер, настроенный для связи с прибором.
- Четыре изолированных провода с разъёмами типа «банан».
- Одно испытываемое устройство (в данном примере применения используется резистор сопротивлением 20 Ом).

## Подключения устройств

В этом примере применения показано, как при помощи прибора DMM6500 измерить сопротивление устройства по четырёхпроводной схеме с компенсацией смещения. И на передней, и на задней панели используются безопасные разъёмы для подключения штекеров типа «банан». Можно использовать клеммы, расположенные либо на передней, либо на задней панели.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Необходимо использовать клеммы, расположенные либо только на передней, либо только на задней панели. Нельзя сочетать клеммы, расположенные на передней и задней панелях.

Убедитесь в том, что на переключателе **TERMINALS** (Клеммы), расположенном на передней панели, выбраны используемые вами клеммы. Индикатор FRONT (Передние) или REAR (Задние) указывает, какие клеммы используются.

#### Использование четырёхпроводной схемы:

1. Подключите один набор испытательных выводов к клеммам INPUT HI (Вход выс.) и INPUT LO (Вход низк.).
2. Подключите второй набор испытательных выводов к клеммам SENSE HI (Измерение выс.) и SENSE LO (Измерение низк.).

Рис. 34. Подключения на передней панели для измерения сопротивления по четырёхпроводной схеме

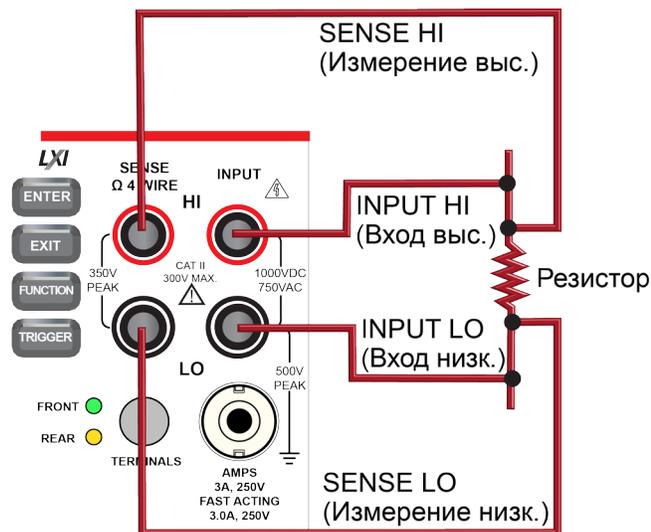
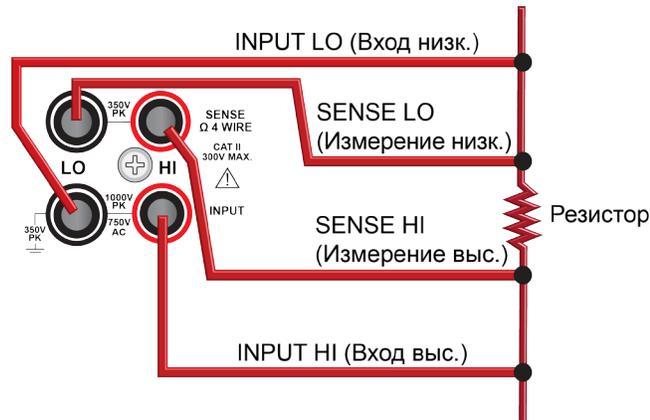


Рис. 35. Подключения на задней панели для измерения сопротивления по  
четырёхпроводной схеме



3. Подключите соединения INPUT HI (Вход выс.) и SENSE HI (Измерение выс.) к одному из выводов тестируемого устройства. Подключите соединение SENSE (Измерение) как можно ближе к тестируемому устройству.
4. Подключите соединения INPUT LO (Вход низк.) и SENSE LO (Измерение низк.) к другому выводу тестируемого устройства. Подключите соединение SENSE (Измерение) как можно ближе к тестируемому устройству.

### **⚠ ВНИМАНИЕ!**

Чтобы не допустить поражения электрическим током, тестовые соединения необходимо выполнить так, чтобы пользователь не смог прикоснуться к испытательным выводам или тестируемому устройству, находящемуся в контакте с проводниками. Перед включением прибора рекомендуется отключить от него тестируемые устройства. Безопасная установка подразумевает использование соответствующих экранов, ограждений и заземления для предотвращения соприкосновения с испытательными выводами.

Защитное заземление и клеммы LO (Низк.) прибора DMM6500 не соединены между собой. Таким образом, на клеммах LO (Низк.) могут возникнуть опасные напряжения (более 30 В<sub>ср. кв.</sub>). Это может случиться при работе прибора в любом режиме. Чтобы не допустить появления опасного напряжения на клеммах LO (Низк.), подключите клемму LO (Низк.) к защитному заземлению (если это возможно в конкретном случае применения прибора). Клемму LO (Низк.) можно подключить к клемме заземления шасси на передней панели или к винтовой клемме заземления на задней панели. Учтите, что клеммы на передней панели изолированы от клемм на задней панели. Таким образом, при использовании клемм на передней панели заземлите клемму LO (Низк.) на передней панели. При использовании клемм на задней панели заземлите клемму LO (Низк.) на задней панели. Невыполнение этих рекомендаций может привести к травмам или смерти людей либо к повреждению прибора.

## Измерение сопротивления с использованием четырёхпроводной схемы и компенсации смещения

В этом примере применения показано, как при помощи прибора DMM6500 измерить сопротивление устройства или компонента. Вы можете выполнить это измерение при помощи интерфейса на передней панели или интерфейса дистанционного управления, используя коды SCPI или TSP. Сведения о настройке удалённой связи см. в разделе [Интерфейсы для удалённой связи](#) (на стр. 3-1).

*При работе с этим примером применения вы выполните указанные ниже действия.*

- Выполните сброс прибора.
- Выберите функцию измерения по четырёхпроводной схеме. Использование этого метода позволяет устранить влияние сопротивления проводов на точность измерений.
- Включите компенсацию смещения.
- Выполните измерение при помощи органов управления на передней панели или через интерфейс дистанционного управления.

### Использование передней панели

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Для параметра Auto Zero (Автоматическая настройка нуля) автоматически выбирается значение On (Вкл.), а для параметра NPLC (количество циклов электросети) — значение 1.

*Настройка параметров измерения на передней панели:*

1. Включите прибор, нажав выключатель **POWER** (Питание) на передней панели.
2. На прокручиваемом экране FUNCTIONS (Функции) выберите пункт **4W Ω** (Измерение сопротивления по четырёхпроводной схеме), чтобы включить функцию измерения по четырёхпроводной схеме.
3. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
4. В разделе Measure (Измерение) выберите пункт **Settings** (Параметры).
5. Задайте для параметра Range (Диапазон) значение 10 kΩ (10 кОм).
6. Выберите пункт Offset Compensation (Компенсация смещения) и задайте для этого параметра значение **On** (Вкл.).
7. Нажмите клавишу **HOME** (Домашняя страница).

Результаты измерений отобразятся в верхней области экрана Home (Домашняя страница).

## Использование команд SCPI

Эту последовательность команд SCPI можно использовать для измерения сопротивления устройства или компонента.

Возможно, потребуется внести изменения, чтобы этот код работал в используемой вами среде программирования. В таблице команды SCPI расположены на светло-сером фоне.

**Отправьте указанные ниже команды для данного примера применения.**

Команды	Описания
<pre>*RST :SENS:FUNC "FRES"  :SENS:FRES:RANG: AUTO ON  :SENS:FRES:OCOM ON :SENS:FRES:AZER ON  :SENS:FRES:NPLC 1  :READ?</pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Сброс прибора DMM6500.</li> <li>■ Включение функции измерения по четырёхпроводной схеме.</li> <li>■ Включение функции автоматического выбора диапазона.</li> <li>■ Включение компенсации смещения.</li> <li>■ Включение функции автоматической установки нуля.</li> <li>■ Задание для параметра NPLC (Количество циклов электросети) значения 1.</li> <li>■ Считывание значения сопротивления.</li> </ul>

## Использование команд TSP

### ПРИМЕЧАНИЕ

Указанный ниже код TSP предназначен для запуска в средстве Test Script Builder (TSB) компании Keithley Instruments. TSB — это программное средство, которое можно загрузить с сайта [ru.tek.com/keithley](http://ru.tek.com/keithley). Средство TSB можно установить и использовать для написания кода и разработки сценариев для приборов с поддержкой набора команд TSP. Сведения о том, как использовать средство TSB, см. в интерактивной справке средства TSB и в разделе «Общие сведения о работе с набором команд TSP» в документе *Справочное руководство по модели DMM6500*.

Если вы используете другие среды программирования, то, возможно, потребуется внести изменения в пример кода TSP.

По умолчанию в приборе DMM6500 используется набор команд SCPI. Прежде чем отправлять команды TSP на прибор, необходимо выбрать этот набор команд.

#### **Включение набора команд TSP**

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. В разделе System (Система) выберите пункт **Settings** (Параметры).
3. Для параметра Command Set (Набор команд) выберите значение **TSP**.
4. Когда отобразится запрос на перезагрузку прибора, нажмите кнопку **Yes** (Да).

Эта последовательность команд TSP инициирует однократное считывание показаний сопротивления. После выполнения кода данные будут отображены в разделе Instrument Console (Консоль прибора) средства Test Script Builder.

#### **Отправьте указанные ниже команды для данного примера применения.**

```
--Сброс прибора модели DMM6500 до настроек по умолчанию.  
reset()  
--Включение функции измерения сопротивления по четырёхпроводной схеме.  
dmm.measure.func = dmm.FUNC_4W_RESISTANCE  
--Включение функции автоматического выбора диапазона.  
dmm.measure.autorange = dmm.ON  
--Включение функции автоматической установки нуля.  
dmm.measure.autozero.enable = dmm.ON  
--Включение компенсации смещения.  
dmm.measure.offsetcompensation.enable = dmm.ON  
--Присвоение параметру количества циклов электросети значения 1.  
dmm.measure.nplc = 1  
--Считывание значения сопротивления.  
print(dmm.measure.read())
```

## Результаты теста

Результаты измерения малого сопротивления с использованием резистора номиналом 20 Ом показаны в таблице ниже.

Например, если в технических характеристиках резистора указано, что допустимое отклонение сопротивления для него равно  $\pm 0,1\%$ , а температурный коэффициент равен  $\pm 15$  частей на миллион на один градус Цельсия, то измеренное сопротивление резистора, соответствующего этим характеристикам, будет находиться в диапазоне 19,97–20,03 Ом.

Компенсация смещения	Сопротивление
Выкл.	19,992460878
Вкл.	19,991394395

Рис. 36. Результаты измерения сопротивления по четырёхпроводной схеме





# Сканирование температуры с заданным временным интервалом

### В этом разделе:

---

Введение.....	7-1
Необходимое оборудование .....	7-1
Подключения устройств.....	7-2
Выборка значений температуры с заданным временным интервалом.....	7-4

## Введение

В этом примере применения показано, как использовать прибор DMM6500 для регистрации данных измерений температуры, получаемых из нескольких каналов платы сканирования раз в минуту в течение 24 часов. Прибор сохраняет эти данные на запоминающее устройство USB.

В процессе производства или хранения может быть важна температура испытательной среды. Прибор DMM6500 можно использовать для отслеживания температуры через фиксированные интервалы времени в течение продолжительного периода.

Для этого примера применения необходима плата 2001-TCSCAN компании Keithley Instruments. Плата 2001-TCSCAN позволяет подключить до девяти каналов измерения температуры при помощи термопар.

В данном примере применения каждый канал платы подключен к отдельной термопаре типа К.

## Необходимое оборудование

- Один прибор DMM6500.
- Одна плата 2001-TCSCAN.
- Один компьютер, настроенный для связи с прибором.
- Одно запоминающее устройство USB.
- Одно испытываемое устройство или компонент.

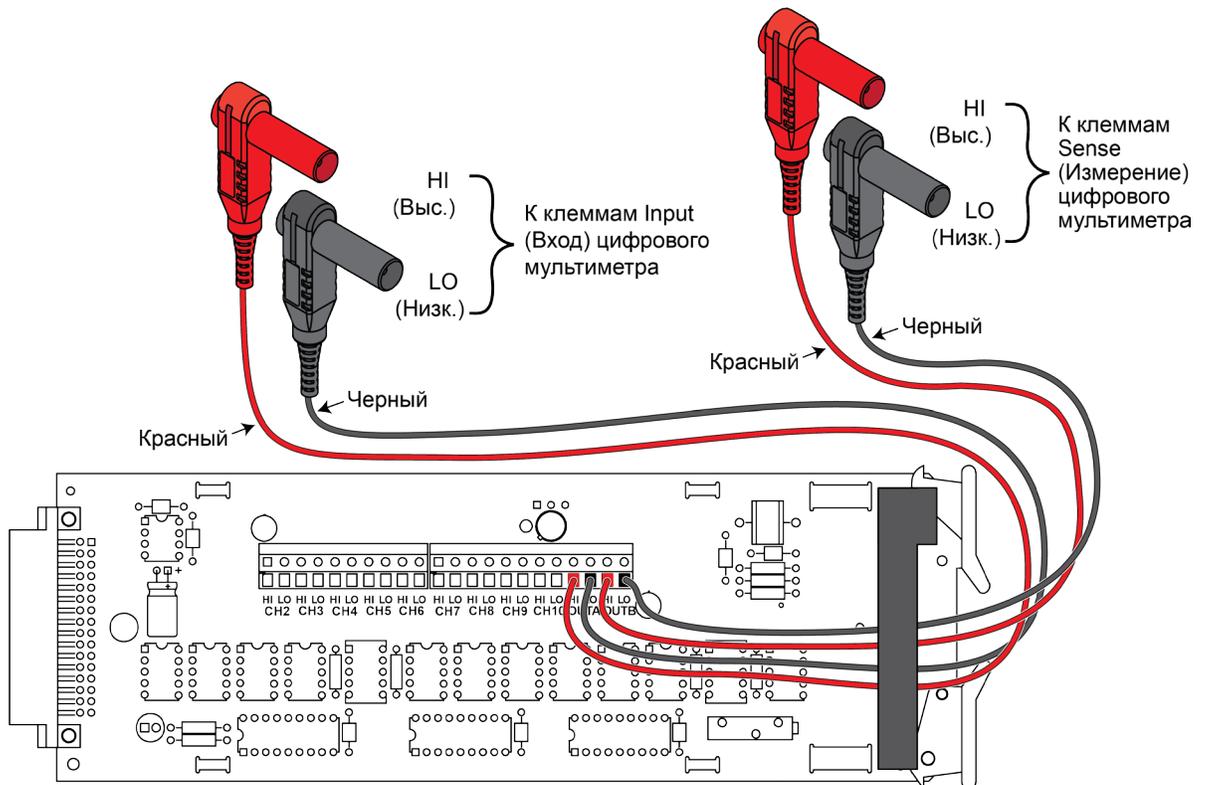
## Подключения устройств

Плата 2001-TCSCAN позволяет подключить до девяти каналов измерения температуры при помощи термопар. В данном примере каждый канал платы подключен к отдельной термопаре типа К. Плату необходимо вставить в заднюю часть прибора DMM6500, как показано на рисунке ниже. Прибор необходимо переключить в режим измерений при помощи клемм на задней панели.

### Установка и настройка платы 2001-TCSCAN:

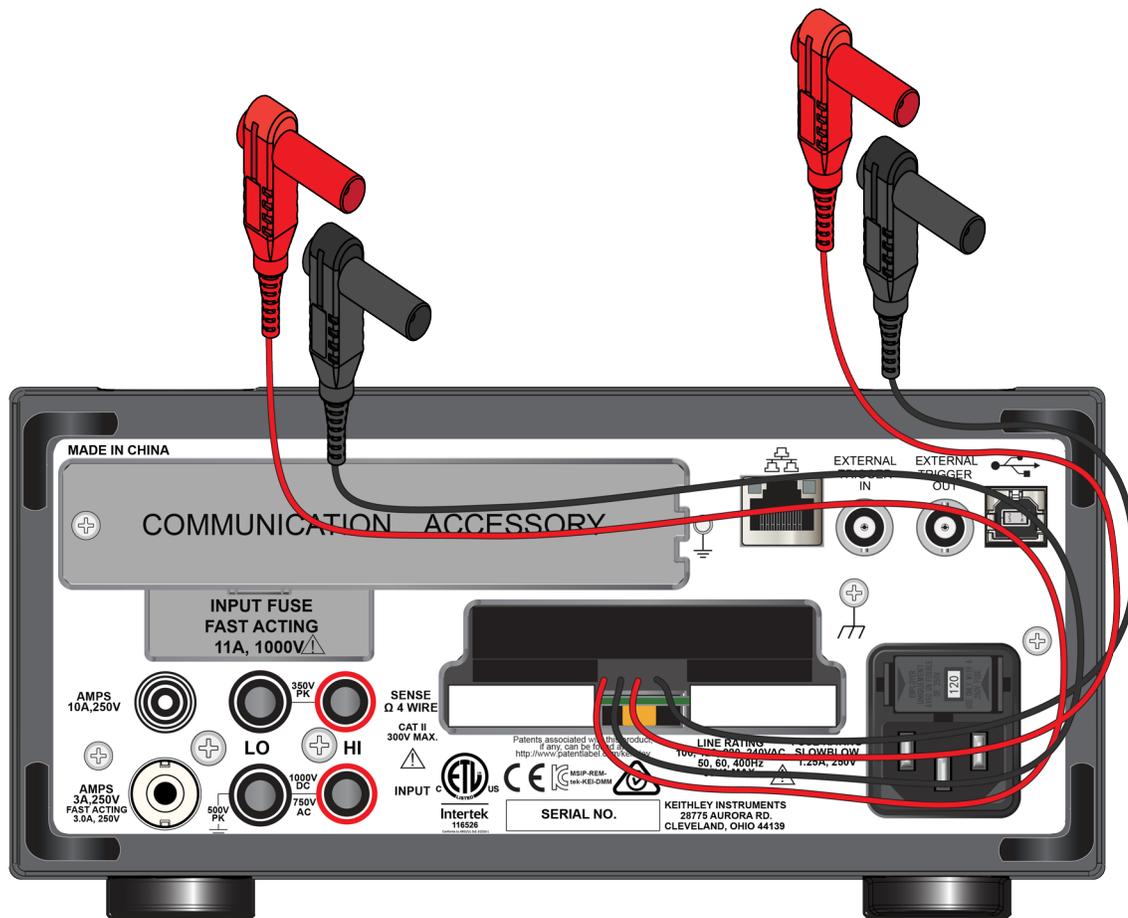
1. Выключите прибор.
2. Выполните подключения к плате 2001-TCSCAN, как показано на рисунке ниже.

Рис. 37. Плата 2001-TCSCAN



- Установите плату 2001-TCSCAN в слот для дополнительных принадлежностей в приборе DMM6500. Сведения по установке платы 2001-TCSCAN см. в документе *Справочное руководство по модели DMM6500*.

Рис. 38. Задняя панель прибора DMM6500 с платой Tcscan



- Включите прибор.

### **⚠ ВНИМАНИЕ!**

Чтобы не допустить поражения электрическим током, тестовые соединения необходимо выполнить так, чтобы пользователь не смог прикоснуться к испытательным выводам или тестируемому устройству, находящемуся в контакте с проводниками. Перед включением прибора рекомендуется отключить от него тестируемые устройства. Безопасная установка подразумевает использование соответствующих экранов, ограждений и заземления для предотвращения соприкосновения с испытательными выводами.

**Защитное заземление и клеммы LO (Низк.) прибора DMM6500 не соединены между собой. Таким образом, на клеммах LO (Низк.) могут возникнуть опасные напряжения (более 30 В<sub>ср. кв.</sub>). Это может случиться при работе прибора в любом режиме. Чтобы не допустить появления опасного напряжения на клеммах LO (Низк.), подключите клемму LO (Низк.) к защитному заземлению (если это возможно в конкретном случае применения прибора). Клемму LO (Низк.) можно подключить к клемме заземления шасси на передней панели или к винтовой клемме заземления на задней панели. Учтите, что клеммы на передней панели изолированы от клемм на задней панели. Таким образом, при использовании клемм на передней панели заземлите клемму LO (Низк.) на передней панели. При использовании клемм на задней панели заземлите клемму LO (Низк.) на задней панели. Невыполнение этих рекомендаций может привести к травмам или смерти людей либо к повреждению прибора.**

---

## Выборка значений температуры с заданным временным интервалом

В этом примере применения показано, как использовать прибор DMM6500 для сканирования набора каналов и измерения температуры с фиксированными интервалами. Вы можете управлять прибором при помощи интерфейса на передней панели или интерфейса дистанционного управления, используя коды SCPI или TSP. Сведения о настройке удалённой связи см. в разделе [Интерфейсы для удалённой связи](#) (на стр. 3-1).

При работе с этим примером применения вы выполните указанные ниже действия.

- Включите прибор.
- Настройте каналы со второго по десятый для измерения температуры с использованием термопар типа К и внутреннего опорного соединения.
- В меню Scan (Сканирование) настройте параметры сканирования для каналов со второго по десятый: раз в минуту в течение 24 часов (1440 сканирований).

## Использование передней панели

### *Настройка параметров измерения на передней панели:*

1. Включите прибор, нажав кнопку **POWER** (Питание на передней панели).
2. Выберите клеммы **REAR** (Задние).
3. Прокручивая содержимое дисплея пальцем, перейдите к экрану **SCAN** (Сканирование) и выберите пункт **Build Scan** (Создать операцию сканирования). Отобразится экран **SCAN** (Сканирование).
4. Нажмите кнопку **+**.
5. Выберите каналы 2–10 и нажмите кнопку **OK**.
6. В меню **Function** (Функция) выберите пункт **Temperature** (Температура).
7. На вкладке **Settings** (Параметры) выберите указанные ниже значения.
  - **Transducer** (Датчик): **TC** (Термопара).
  - **Thermocouple** (Термопара): **Type K** (Тип K).
  - **Unit** (Единица измерения): **Celsius** (Градус Цельсия).
  - **NPLC** (Количество циклов электросети): **1**.
8. Откройте вкладку **Scan** (Сканирование).
9. Задайте для параметра **Scan Count** (Количество операций сканирования) значение **1440** (24 ч \* 60 мин).
10. Задайте для параметра **Interval Between Scans** (Интервал между операциями сканирования) значение **60 s** (60 с).
11. Для параметра **Export to USB** (Экспорт на накопитель USB) в списке опций выберите значение **After Each Scan** (После каждой операции сканирования).
12. Выберите пункт **Filename** (Имя файла), введите значение **scan24hr** и нажмите кнопку **OK**, чтобы подтвердить введенное значение.
13. Нажмите кнопку **OK**, чтобы подтвердить остальные параметры раздела **File Content** (Содержимое файла).
14. Выберите пункт **Power Loss Restart** (Перезапуск после отключения питания) и задайте для этого параметра значение **On** (Вкл.).
15. Теперь можно запустить операцию сканирования одним из двух указанных ниже способов.
  - a. Нажмите значок **Start** (Пуск) на экране **SCAN** (Сканирование).
  - b. Нажмите клавишу **TRIGGER** (Синхронизация) и выберите необходимое состояние измерения. Нажмите **Initiate Scan** (Запустить сканирование), чтобы запустить сканирование.
16. Выберите пункт **View Scan Status** (Отобразить состояние сканирования), чтобы перейти на прокручиваемый экран **SCAN** (Сканирование) на экране **HOME** (Домашняя страница).

## Использование команд SCPI

Эта последовательность команд SCPI выполняет сканирование температуры от термодпар раз в минуту в течение 24 часов.

Возможно, потребуется внести изменения, чтобы этот код работал в используемой вами среде программирования. В таблице команды SCPI расположены на светло-сером фоне. Светло-зелёным фоном отмечен псевдокод, который зависит от используемой вами среды программирования.

Убедитесь в том, что переключатель **TERMINALS** (Клеммы) находится в положении REAR (Задние).

*Отправьте указанные ниже команды для данного примера применения.*

### ПРИМЕЧАНИЕ

Количество операций сканирования составляет  $24 * 60$ ; количество каналов (chanCount) равно 9; общее количество показаний (totalRdgs) равно произведению scanCount \* chanCount

Команды	Описания
*RST	■ Сброс прибора DMM6500.
TRAC:CLEAr "defbuffer1"	■ Очистка буфера данных
TRAC:POIN totalRdgs, "defbuffer1"	■ Установка счетчика сканирования 12 960
FUNC 'TEMP', (@1:10)	■ Установка функции измерения температуры
TEMP:UNIT CELS, (@1:10)	■ Настройка каналов для измерения температуры в градусах Цельсия
TEMP:TRAN CJC2001, (@1)	■ Настройка опорного соединения канала 1
TEMP:TRAN TC, (@2:10)	■ Выбор термодпары в качестве типа датчика
TEMP:TC:TYPE K, (@2:10)	■ Выбор типа термодпары K
TEMP:TC:RJUN:RSEL EXT, (@2:10)	■ Выбор внешнего опорного соединения
TEMP:NPLC 1, (@2:10)	■ Задание для параметра NPLC (Количество циклов электросети) значения 1.
ROUT:SCAN:INT 60	■ Настройка задержки между операциями сканирования в 60 с
ROUT:SCAN:COUN:SCAN 12960	■ Установка счетчика сканирования 12 960 (24 ч * 60 с * 9 каналов)
ROUT:SCAN:CRE (@2:10)	■ Задание списка сканирования
ROUT:SCAN:EXP "/usb1/scan24hr", EACH, ALL	■ Подготовка экспорта буфера на запоминающее устройство USB после каждого сканирования
ROUT:SCAN:REST ON	■ Включение перезапуска после сбоя питания
INIT	■ Запуск сканирования
*WAI	■ Приостановка сканирования
TRAC:DATA? 1, totalRdgs, "defbuffer1\"," READ	■ Считывание всех данных после завершения сканирования

## Использование TSP

Указанный ниже код TSP предназначен для запуска в средстве Test Script Builder (TSB) компании Keithley Instruments. TSB — это программное средство, которое можно загрузить с сайта [ru.tek.com/keithley](http://ru.tek.com/keithley). Средство TSB можно установить и использовать для написания кода и разработки сценариев для приборов с поддержкой набора команд TSP. Сведения о том, как использовать средство TSB, см. в интерактивной справке средства TSB и в разделе «Общие сведения о работе с набором команд TSP» в документе *Справочное руководство по модели DMM6500*.

Если вы используете другие среды программирования, то, возможно, потребуется внести изменения в пример кода TSP.

По умолчанию в приборе DMM6500 используется набор команд SCPI. Прежде чем отправлять команды TSP на прибор, необходимо выбрать этот набор команд.

### Включение набора команд TSP

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. В разделе System (Система) выберите пункт **Settings** (Параметры).
3. Для параметра Command Set (Набор команд) выберите значение **TSP**.
4. Когда отобразится запрос на перезагрузку прибора, нажмите кнопку **Yes** (Да).

Эта последовательность команд TSP выполняет серию измерений температуры. После выполнения кода данные будут отображены в разделе Instrument Console (Консоль прибора) средства Test Script Builder.

Убедитесь в том, что переключатель **TERMINALS** (Клеммы) находится в положении REAR (Задние).

### Отправьте указанные ниже команды для данного примера применения.

```
-- Сброс прибора до настроек по умолчанию.
reset ()

-- Установка переменных для выполнения 1440 измерений каждые 60 секунд (24 часа).
local scanCnt = 24 * 60 --1440 minutes = 24 hours
local chanCnt = 9
local totalRdgs = scanCnt * chanCnt

-- Очистка буфера и определение его размера, рассчитанного при помощи параметра
totalRdgs.
defbuffer1.clear ()
defbuffer1.capacity = totalRdgs

-- Настройка каналов для измерения температуры с использованием термодпар типа К и
внутреннего опорного соединения.
channel.setdmm ("1:10", dmm.ATTR_MEAS_FUNCTION, dmm.FUNC_TEMPERATURE)
channel.setdmm ("1:10", dmm.ATTR_MEAS_UNIT, dmm.UNIT_CELSIUS)
channel.setdmm ("1:10", dmm.ATTR_MEAS_NPLC, 1)
channel.setdmm ("1:10", dmm.ATTR_MEAS_DIGITS, dmm.DIGITS_5_5)
channel.setdmm ("1", dmm.ATTR_MEAS_TRANSDUCER, dmm.TRANS_CJC2001)
channel.setdmm ("2:10", dmm.ATTR_MEAS_TRANSDUCER, dmm.TRANS_THERMOCOUPLE)
channel.setdmm ("2:10", dmm.ATTR_MEAS_THERMOCOUPLE, dmm.THERMOCOUPLE_K)
channel.setdmm ("2:10", dmm.ATTR_MEAS_REF_JUNCTION, dmm.REFJUNCT_EXTERNAL)

-- Настройка сканирования; первым доступным каналом на плате 2001-TCSCAN является
канал 2.
```

```
scan.create("2:10")
scan.scancount = scanCnt

-- Настройка количества повторений каждого сканирования.
scan.scaninterval = 60.0

-- Запись данных на запоминающее устройство USB после каждого сканирования.
scan.export("/usb1/scan24hr", scan.WRITE_AFTER_SCAN, buffer.COL_ALL)

-- Включение перезапуска сканирования после сбоя питания
scan.restart = scan.ON

-- Запуск сканирования.
trigger.model.initiate()
waitcomplete()

-- Получение данных.
printbuffer(1, defbuffer1.n, defbuffer1)
```

## Результаты теста

На рисунках ниже показаны график выборок и окончательное измерение испытания для этого примера применения.

Рис. 39. График измерений температуры в приборе DMM6500

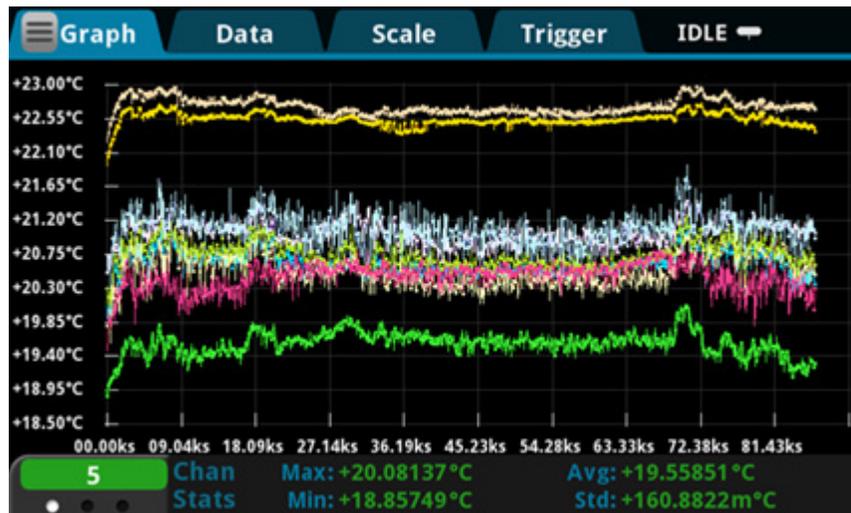
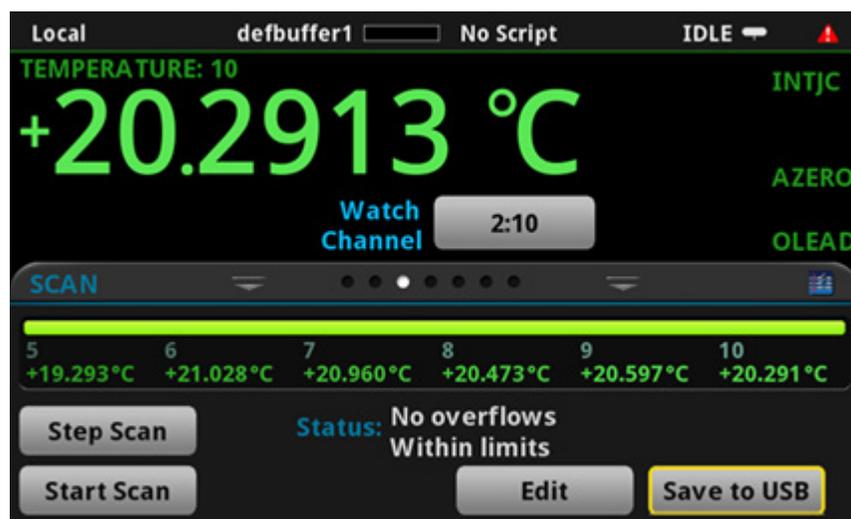


Рис. 40. Окончательное измерение температуры в приборе DMM6500





---

# Классификация резисторов и разделение их на группы

### В этом разделе:

---

Введение.....	8-1
Необходимое оборудование .....	8-1
Подключения устройств .....	8-2
Классификация резисторов и разделение их на группы .....	8-3

## Введение

В этом примере применения показано, как использовать прибор DMM6500 для разделения тестируемых компонентов на группы. В этом примере используются модель синхронизации и цифровые входы-выходы для управления внешними устройствами для работы с компонентами.

Прибор DMM6500 может выполнять простые проверки годен-негоден, а также операции классификации и сортировки. Классификация резисторов — это стандартная операция, которая выполняется путем отслеживания нескольких ограничений до первого несоответствия. Разделение резисторов на группы — также стандартная операция, но в отличие от классификации в этой операции выполняется отслеживание ограничений до первого соответствия.

Дополнительные сведения см. в разделе «Классификация резисторов и разделение их на группы» в документе *Справочное руководство по модели DMM6500*.

## Необходимое оборудование

- Один прибор DMM6500.
- Один компьютер, настроенный для связи с прибором.
- Одно испытываемое устройство или компонент.

## Подключения устройств

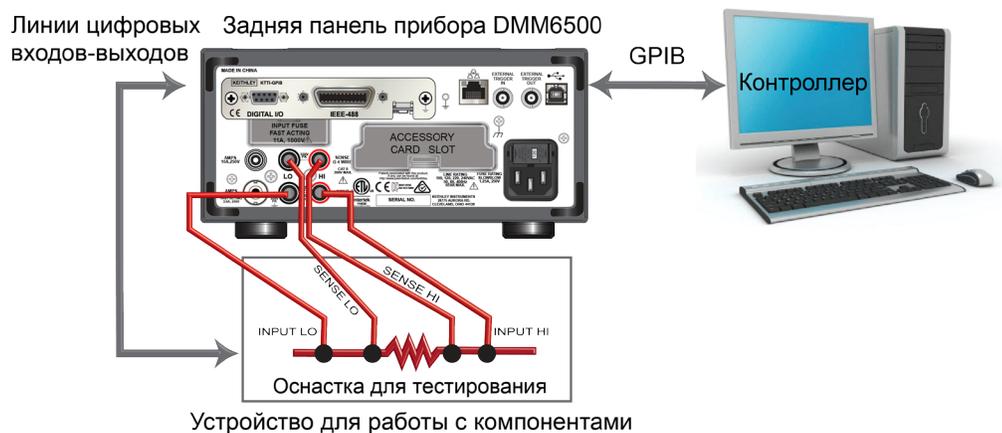
В этом примере применения показано, как при помощи прибора DMM6500 выполнить операции разделения на группы. Выходные сигналы (результаты классификации) поступают с прибора на устройство для работы с компонентами, которое выполняет разделение компонентов на группы.

На рисунке ниже показаны подключения от задней панели прибора DMM6500 к оснастке для тестирования и от цифровых линий к устройству для работы с компонентами. Плата связи GPIB (дополнительная принадлежность) используется для соединения контроллера и устройства для работы с компонентами.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Для использования цифровых линий и возможностей связи по шине GPIB необходима плата связи КТТИ-GPIB (дополнительная принадлежность).

Рис. 41. Подключения устройств для разделения компонентов на группы



### ⚠ ВНИМАНИЕ!

Чтобы не допустить поражения электрическим током, тестовые соединения необходимо выполнить так, чтобы пользователь не смог прикоснуться к испытательным выводам или тестируемому устройству, находящемуся в контакте с проводниками. Перед включением прибора рекомендуется отключить от него тестируемые устройства. Безопасная установка подразумевает использование соответствующих экранов, ограждений и заземления для предотвращения соприкосновения с испытательными выводами.

**Защитное заземление и клеммы LO (Низк.) прибора DMM6500 не соединены между собой. Таким образом, на клеммах LO (Низк.) могут возникнуть опасные напряжения (более 30 В<sub>ср. кв.</sub>). Это может случиться при работе прибора в любом режиме. Чтобы не допустить появления опасного напряжения на клеммах LO (Низк.), подключите клемму LO (Низк.) к защитному заземлению (если это возможно в конкретном случае применения прибора). Клемму LO (Низк.) можно подключить к клемме заземления шасси на передней панели или к винтовой клемме заземления на задней панели. Учтите, что клеммы на передней панели изолированы от клемм на задней панели. Таким образом, при использовании клемм на передней панели заземлите клемму LO (Низк.) на передней панели. При использовании клемм на задней панели заземлите клемму LO (Низк.) на задней панели. Невыполнение этих рекомендаций может привести к травмам или смерти людей либо к повреждению прибора.**

---

## Испытание для классификации резисторов и разделения их на группы

В этом примере классификации резисторов используются проверки ограничений для проверки одиночных резисторов до первого несоответствия заданным ограничениям. Если резистор не соответствует заданным ограничениям, его помещают в группу с заданным отклонением сопротивления согласно действующим ограничениям.

Резисторы помещают в две группы на основании двоичных шаблонов, соответствующих ограничениям. В этом примере для упрощения работы используется шаблон модели синхронизации GradeBinning прибора DMM6500. При помощи этого шаблона модели синхронизации выполняется классификация компонентов на четыре группы согласно отклонениям их сопротивлений (например, 20 %, 10 %, 5 % и 1 %), как задано в ограничениях 1–4. Одиночное измеренное значение проверяется на соответствие нескольким ограничениям, которые прогрессивно сужаются вокруг одного и того же номинального значения. Так как после определения соответствующего уровня отклонения для тестируемого резистора не нужно продолжать проверку на соответствие ограничениям, то в этом примере применения проверка и разделение резисторов на группы происходят немедленно.

Так как проверка на соответствие ограничениям выполняется в порядке возрастания номеров ограничений, то сначала измеренное сопротивление проверяется на соответствие ограничению 1, которое соответствует отклонению 20 % от номинала. Если резистор не проходит эту проверку на соответствие ограничениям, то значение его сопротивления находится за пределами 20-процентного диапазона допуска, и модель синхронизации выдает шаблон несоответствия ограничению 1. Это приводит к тому, что устройство для работы с компонентами помещает резистор в группу резисторов, не соответствующих ограничению 1 (группа компонентов, не укладывающихся в 20-процентный диапазон отклонений).

Если резистор проходит проверку на соответствие ограничений для 20-процентного диапазона отклонений, то значение его сопротивления будет проверено на соответствие ограничению 2, которое равно 10-процентному отклонению. Если резистор не проходит проверку на соответствие этому ограничению, это означает, что его сопротивление не попадает в 10-процентный диапазон отклонений. Модель синхронизации выдает шаблон несоответствия ограничению 2. Это приводит к тому, что устройство для работы с компонентами помещает резистор в группу резисторов, не соответствующих ограничению 2 (группа компонентов, не укладывающихся в 10-процентный диапазон отклонений).

Если резистор проходит проверку на соответствие ограничений для 10-процентного диапазона отклонений, то значение его сопротивления будет проверено на соответствие ограничению 3, которое равно 5-процентному отклонению. Если резистор проходит проверки на соответствие всем ограничениям, модель синхронизации выдает шаблон прохождения всех проверок, и устройство для работы с компонентами помещает резистор в группу компонентов, прошедших все проверки на соответствие ограничениям.

В данном примере для верхних и нижних границ диапазонов отклонений используется один и тот же шаблон несоответствия. Таким образом, в группу резисторов, не прошедших проверку, попадают компоненты, сопротивления которых находятся в диапазоне от  $R - P\%$  до  $R + P\%$ . В этом примере параметр  $P$  имеет значение 20, 10, 5 или 1. Можно назначать различные двоичные шаблоны для разных значений ограничений.

При работе с этим примером применения вы выполните указанные ниже действия.

- Выполните сброс прибора.
- Выберите функцию измерения по четырёхпроводной схеме.
- Включите компенсацию смещения.
- Выберите для параметра Autozero (Автоматическая установка нуля) значение Once (Однократно).
- Настройте линии 1–4 цифровых входов-выходов в качестве выходов на устройство для работы с компонентами.
- Настройте линию 5 цифровых входов-выходов для управления с использованием модели синхронизации, которая обнаруживает синхронизацию как вход начала испытания.
- Настройте линию 6 цифровых входов-выходов в качестве выхода уведомления о завершении испытания.
- Запустите шаблон модели синхронизации GradeBinning.
- Отобразите сообщение Test Completed (Проверка завершена) на передней панели.

## Шаблон модели синхронизации: испытание для классификации и разделения на группы

Шаблон модели синхронизации содержит параметры для ряда компонентов, цифровых входов и выходов и ограничений. Параметры команд для шаблонов описаны в команде и таблице ниже.

### Использование команды SCPI:

```
:TRIGger:LOAD "GradeBinning", <components>, <startInLine>, <startDelay>,
<endDelay>, <limit1High>, <limit1Low>, <limit1Pattern>, <allPattern>,
<limit2High>, <limit2Low>, <limit2Pattern>, <limit3High>, <limit3Low>,
<limit3Pattern>, <limit4High>, <limit4Low>, <limit4Pattern>, "<bufferName>"
```

### Использование команды TSP:

```
trigger.model.load("GradeBinning", components, startInLine, startDelay, endDelay,
limit1High, limit1Low, limit1Pattern, allPattern, limit2High, limit2Low,
limit2Pattern, limit3High, limit3Low, limit3Pattern, limit4High, limit4Low,
limit4Pattern, bufferName)
```

### Список параметров

<i>components</i>	100
<i>startInLine</i>	Линия 5 цифровых входов-выходов
<i>startDelay</i>	100 мс
<i>endDelay</i>	100 мс
<i>limit1High</i>	$R = 100 \text{ Ом}, P = 20 \%, 100 + 20 \% = 120 \text{ Ом}$
<i>limit1Low</i>	$R = 100 \text{ Ом}, P = 20 \%, 100 - 20 \% = 80 \text{ Ом}$
<i>limit1Pattern</i>	Шаблон 15, несоответствие требованиям группы 1: перевод всех линий цифровых входов-выходов в состояние логической единицы (1111)
<i>allPattern</i>	Шаблон 4, соответствие требованиям всех групп: перевод линии 3 в состояние логической единицы (0100)
<i>limit2High</i>	$R = 100 \text{ Ом}, P = 10 \%, 100 + 10 \% = 110 \text{ Ом}$
<i>limit2Low</i>	$R = 100 \text{ Ом}, P = 10 \%, 100 - 10 \% = 90 \text{ Ом}$
<i>limit2Pattern</i>	Шаблон 1, несоответствие требованиям группы 2: перевод линии 1 в состояние логической единицы (0001)
<i>limit3High</i>	$R = 100 \text{ Ом}, P = 5 \%, 100 + 5 \% = 105 \text{ Ом}$
<i>limit3Low</i>	$R = 100 \text{ Ом}, P = 5 \%, 100 - 5 \% = 95 \text{ Ом}$
<i>limit3Pattern</i>	Шаблон 2, несоответствие требованиям группы 3: перевод линии 2 в состояние логической единицы (0010)
<i>limit4High</i>	$R = 100 \text{ Ом}, P = 1 \%, 100 + 1 \% = 101 \text{ Ом}$
<i>limit4Low</i>	$R = 100 \text{ Ом}, P = 1 \%, 100 - 1 \% = 99 \text{ Ом}$
<i>limit4Pattern</i>	Шаблон 3, несоответствие требованиям группы 4: перевод линий 1 и 2 в состояние логической единицы (0011)
<i>bufferName</i>	Параметр буфера чтения имеет значение <i>bufferVar</i>

## Использование команд SCPI

Эта последовательность команд SCPI выполняет классификацию резисторов на группы на основании измеренной точности их сопротивлений.

Возможно, потребуется внести изменения, чтобы этот код работал в используемой вами среде программирования.

**Отправьте указанные ниже команды для данного примера применения.**

Команды	Описания
<pre>*RST :TRAC:MAKE "bufferVar", 1000000 :TRAC:CLE "bufferVar" :SENS:FUNC "FRES" :SENS:FRES:NPLC 1 :SENS:AZER:ONCE :SENS:FRES:OCOM ON :DIGital:LINE1:MODE DIG, OUT :DIG:LINE2:MODE DIG, OUT :DIG:LINE3:MODE DIG, OUT :DIG:LINE4:MODE DIG, OUT :DIG:LINE1:STAT 0 :DIG:LINE2:STAT 0 :DIG:LINE3:STAT 0 :DIG:LINE4:STAT 0 :DIG:LINE5:MODE TRIG, IN :TRIGger:DIG5:IN:EDGE FALL :DIG:LINE6:MODE TRIG, OUT :TRIGger:DIGital6:OUT:LOGic NEG :TRIG:DIG6:OUT:PULSewidth 10e-6 :TRIG:DIG6:OUT:STIMulus NOT1</pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Сброс прибора DMM6500.</li> <li>■ Создание буфера с именем <code>bufferVar</code> и ёмкостью 1 000 000 показаний.</li> <li>■ Очистка буфера <code>bufferVar</code>.</li> <li>■ Перевод прибора в режим измерения сопротивлений по четырёхпроводной схеме.</li> <li>■ Присвоение параметру количества циклов электросети значения 1.</li> <li>■ Немедленное обновление эталонных измерений с автоматической установкой нуля и выключение функции автоматической установки нуля.</li> <li>■ Включение компенсации смещения для получения более точных показаний сопротивления.</li> <li>■ Настройте линии цифровых входо-выходов 1–4 в качестве цифровых выходов; они используются для вывода кода разделения на группы в устройство для работы с компонентами.</li> <li>■ Перевод линий цифровых входо-выходов 1–4 в состояние логического нуля.</li> <li>■ Настройка линии 5 цифровых входо-выходов в качестве входа синхронизации для обнаружения синхронизации начала испытания.</li> <li>■ Перевод детектора синхронизации в режим обнаружения заднего фронта на линии 5 цифрового входа и выхода.</li> <li>■ Настройка линии 6 цифровых входо-выходов в качестве выхода синхронизации, используемого для отправки сигнала синхронизации завершения испытания с инвертированной логикой и шириной импульса на выходе 10 мкс.</li> <li>■ Импульс синхронизации возникает, когда блок Notify (Уведомление) генерирует событие.</li> </ul>

<pre>:TRIGger:LOAD "GradeBinning", 100, 5, .1, .1, 120, 80, 15, 4, 110, 90, 1, 105, 95, 2, 101, 99, 3, "bufferVar" INIT *WAI  :DISP:SCR SWIPE_USER  :DISP:USER1: TEXT "Test Completed"</pre>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Определение шаблона модели синхронизации GradeBinning.</li><li>■ Инициализация модели синхронизации.</li><li>■ Ожидание выполнения модели синхронизации.</li><li>■ Переключение дисплея передней панели на прокручиваемый экран USER (Пользователь).</li><li>■ Отображение сообщения Test Completed (Проверка завершена) по завершении испытания для разделения на группы.</li></ul>
--	--

## Использование команд TSP

### ПРИМЕЧАНИЕ

Указанный ниже код TSP предназначен для запуска в средстве Test Script Builder (TSB) компании Keithley Instruments. TSB — это программное средство, которое можно загрузить с сайта [ru.tek.com/keithley](http://ru.tek.com/keithley). Средство TSB можно установить и использовать для написания кода и разработки сценариев для приборов с поддержкой набора команд TSP. Сведения о том, как использовать средство TSB, см. в интерактивной справке средства TSB и в разделе «Общие сведения о работе с набором команд TSP» в документе *Справочное руководство по модели DMM6500*.

Если вы используете другие среды программирования, то, возможно, потребуется внести изменения в пример кода TSP.

По умолчанию в приборе DMM6500 используется набор команд SCPI. Прежде чем отправлять команды TSP на прибор, необходимо выбрать этот набор команд.

#### **Включение набора команд TSP**

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. В разделе System (Система) выберите пункт **Settings** (Параметры).
3. Для параметра Command Set (Набор команд) выберите значение **TSP**.
4. Когда отобразится запрос на перезагрузку прибора, нажмите кнопку **Yes** (Да).

Эта последовательность команд TSP выполняет классификацию резисторов на заданные группы согласно точности сопротивлений резисторов. После выполнения кода данные будут отображены в разделе Instrument Console (Консоль прибора) средства Test Script Builder.

#### **Отправьте указанные ниже команды для данного примера применения.**

```
-- Сброс прибора до настроек по умолчанию
reset ()
-- Создание пользовательского буфера показаний, который может вмещать до 1 миллиона
показаний
bufferVar = buffer.make(1000000)
bufferVar.clear ()
-- Включение функции измерения сопротивления по четырёхпроводной схеме
dmm.measure.func = dmm.FUNC_4W_RESISTANCE
-- Присвоение параметру количества циклов электросети значения 1
dmm.measure.nplc = 1
-- Немедленное обновление опорных измерений с автоматической установкой нуля и
выключение функции автоматической установки нуля
dmm.measure.autozero.once ()
-- Включение компенсации смещения для получения более точных показаний
сопротивления
dmm.measure.offsetcompensation.enable = dmm.ON
-- Настройка линий 1-4 цифрового ввода-вывода в качестве цифровых выходов. Эти
линии ввода-вывода используются для вывода кодов разделения на группы в
устройство для работы с компонентами
digio.line[1].mode = digio.MODE_DIGITAL_OUT
digio.line[2].mode = digio.MODE_DIGITAL_OUT
digio.line[3].mode = digio.MODE_DIGITAL_OUT
digio.line[4].mode = digio.MODE_DIGITAL_OUT
-- Сброс линий цифрового ввода-вывода на 0
digio.line[1].state = digio.STATE_LOW
digio.line[2].state = digio.STATE_LOW
digio.line[3].state = digio.STATE_LOW
```

```
digio.line[4].state = digio.STATE_LOW
-- Настройка линии 5 цифрового ввода-вывода в качестве входа синхронизации для
  обнаружения
-- сигнала синхронизации начала тестирования с устройства для работы с компонентами
digio.line[5].mode = digio.MODE_TRIGGER_IN
-- Перевод детектора синхронизации в режим обнаружения нисходящего фронта
trigger.digin[5].edge = trigger.EDGE_FALLING
-- Настройка линии 6 цифрового ввода-вывода в качестве входа синхронизации для
  отправки
-- сигнала синхронизации завершения тестирования с устройства для работы с
  компонентами
digio.line[6].mode = digio.MODE_TRIGGER_OUT
-- Выходной сигнал синхронизации по нисходящему фронту
trigger.digout[6].logic = trigger.LOGIC_NEGATIVE
-- Настройка длительности выходного импульса синхронизации на 10 мкс
trigger.digout[6].pulsewidth = 10e-6
-- Импульс синхронизации возникает, когда блок Notify (Уведомление) генерирует
  событие
trigger.digout[6].stimulus = trigger.EVENT_NOTIFY2
- Загрузка шаблона модели синхронизации разделения компонентов на группы
trigger.model.load("GradeBinning", 100, 5, .1, .1, 120, 80, 15, 4, 110, 90, 1, 105,
  95, 2, 101, 99, 3, bufferVar)
-- Запуск модели синхронизации и ожидание завершения
trigger.model.initiate()
waitcomplete()
-- Отображение сообщения на прокручиваемом экране USER (Пользователь) передней
  панели после завершения теста разделения на группы
display.changescreen(display.SCREEN_USER_SWIPE)
display.settext(display.TEXT1, "Test Completed")
```



---

## Измерение мощности с использованием функции оцифровки и TSP-Link

### В этом разделе:

---

Введение.....	9-1
Необходимое оборудование .....	9-2
Подключения устройств.....	9-2
Измерение мощности с использованием функции оцифровки и TSP-Link.....	9-4

### Введение

В этом примере применения показано, как настроить два прибора DMM6500, чтобы использовать TSP-Link для измерения мощности, потребляемой маломощным устройством Bluetooth® (BLE).

В этом примере один прибор DMM6500 измеряет оцифрованное напряжение, а другой — оцифрованный ток. При помощи TSP-Link эти измерения можно выполнить одновременно, а результаты измерений можно передать с одного прибора на другой. При помощи сценариев TSP средняя мощность, потребляемая в течение испытания, рассчитывается по указанной ниже формуле, в которой  $P_{ave}$  — средняя мощность, а  $n$  — количество точек.

$$P_{ave} = \frac{I_1V_1 + I_2V_2 + \dots + I_nV_n}{n}$$

В этом примере применения мощность вычисляется в каждой точке осциллограммы. Для этого выполняется перемножение соответствующих токов и напряжений, полученные значения суммируются, итоговое значение делится на общее количество точек данных, после чего получается средняя величина потребляемой мощности.

Измерение средней мощности позволяет глубже изучить работу устройства. Этот метод дает более точные результаты, чем вычисление средней мощности путем умножения среднего значения тока на среднее значение напряжения.

В некоторых случаях мощность рассчитывают, умножая измеренные значения тока на известное напряжение батареи. Преимущество одновременной оцифровки тока и напряжения заключается в повышении точности, так как в этом случае для каждого показания тока известно точное значение напряжения.

Такие измерения особенно важны, когда предполагается питать тестируемое устройство от батареи. Сведение к минимуму энергопотребления устройства увеличивает время его работы от батареи.

## Необходимое оборудование

Для этого примера применения необходимо указанное ниже оборудование.

- Два прибора DMM6500.
- Две платы связи и цифровых входов-выходов KTTI-TSP (дополнительные принадлежности).
- Один компьютер, настроенный для связи с прибором.
- Один соединительный кабель Ethernet.
- Несколько изолированных проводов с разъёмами типа «банан».
- Одно испытываемое устройство или компонент.

## Подключения устройств

Для этого примера применения необходимы две платы связи и цифровых входов-выходов KTTI-TSP (дополнительные принадлежности).

1. Вставьте по одной плате в слот для дополнительных плат на задней панели каждого прибора. Инструкции по установке платы см. в разделе [Установка платы KTTI-TSP \(дополнительная принадлежность\)](#) (на стр. 3-15).
2. Соедините приборы соединительным кабелем, подключив его к платам связи.

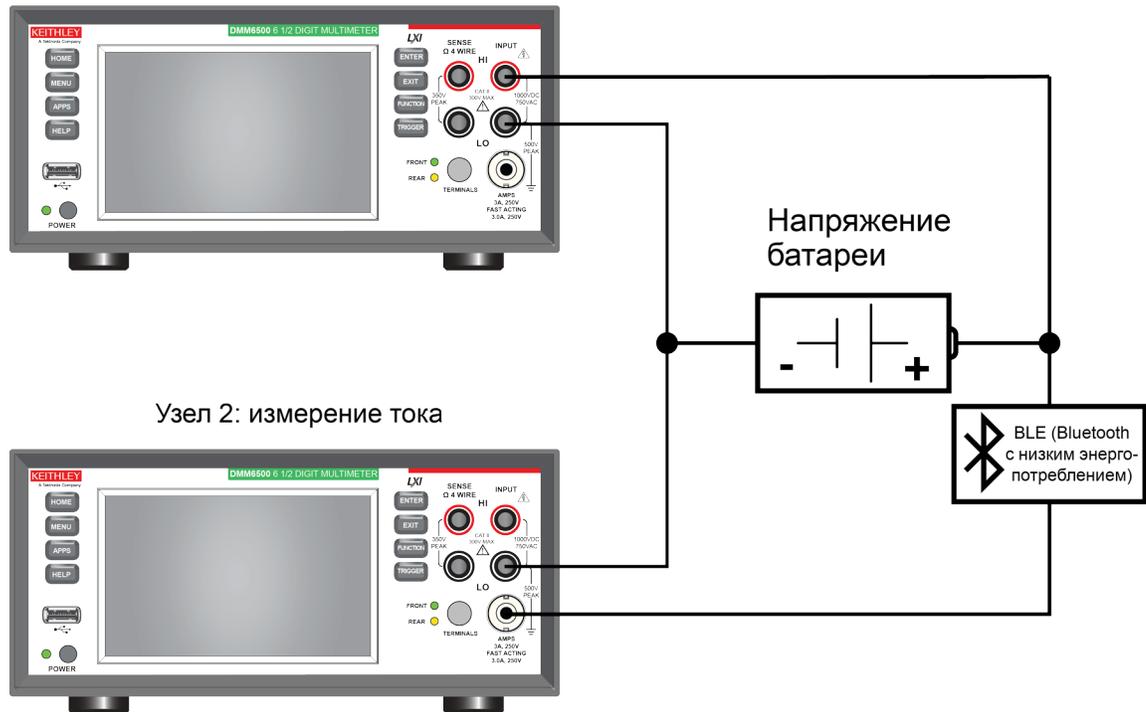
Рис. 42. Два прибора DMM, соединенные друг с другом при помощи TSP-Link



3. Подключите компьютер к прибору DMM6500, настроенному в качестве узла 1.
4. Подключите испытательные выводы прибора, измеряющего напряжение, параллельно батарее устройства.
5. Подключите испытательные выводы прибора, измеряющего ток, последовательно с батареей устройства.

**Рис. 43. Два узла, измеряющие ток и напряжение**

Узел 1: измерение напряжения



### **⚠ ВНИМАНИЕ!**

Чтобы не допустить поражения электрическим током, тестовые соединения необходимо выполнить так, чтобы пользователю не удалось прикоснуться к испытательным выводам или тестируемому устройству, находящемуся в контакте с проводниками. Перед включением прибора рекомендуется отключить от него тестируемые устройства. Безопасная установка подразумевает использование соответствующих экранов, ограждений и заземления для предотвращения соприкосновения с испытательными выводами.

**Защитное заземление и клеммы LO (Низк.) прибора DMM6500 не соединены между собой. Таким образом, на клеммах LO (Низк.) могут возникнуть опасные напряжения (более 30 В<sub>ср. кв.</sub>). Это может случиться при работе прибора в любом режиме. Чтобы не допустить появления опасного напряжения на клеммах LO (Низк.), подключите клемму LO (Низк.) к защитному заземлению (если это возможно в конкретном случае применения прибора). Клемму LO (Низк.) можно подключить к клемме заземления шасси на передней панели или к винтовой клемме заземления на задней панели. Учтите, что клеммы на передней панели изолированы от клемм на задней панели. Таким образом, при использовании клемм на передней панели заземлите клемму LO (Низк.) на передней панели. При использовании клемм на задней панели заземлите клемму LO (Низк.) на задней панели. Невыполнение этих рекомендаций может привести к травмам или смерти людей либо к повреждению прибора. Несоблюдение стандартных правил техники безопасности может привести к травмам или смерти.**

---

## Измерение мощности с использованием функции оцифровки и TSP-Link

При работе с этим примером применения вы выполните указанные ниже действия.

- Настройте узлы TSP-Link 1 и 2 на приборах DMM6500.
- Выполните сброс приборов.
- Выполните инициализацию TSP-Link.
- Настройте параметры синхронизации на входах и выходах TSP-Link для приборов DMM6500.
- Настройте функцию оцифровки.
- Настройте модели синхронизации на обоих приборах.
- Запустите измерения на обоих приборах DMM6500.
- Используйте функцию статистической обработки данных в буфере для вычисления средних значений тока и напряжения.
- Вычислите среднюю мощность, потребляемую устройством Bluetooth.
- Отобразите результаты на прокручиваемом экране USER (Пользователь).

### Использование команд SCPI

Данный пример не удастся воспроизвести в коде SCPI, так как события и команды TSP-Link доступны только в командном языке TSP.

Тем не менее можно использовать другие интерфейсы синхронизации прибора, например цифровые входы-выходы или входы-выходы внешней синхронизации, для замены TSP-Link и выполнения аналогичных операций.

## Настройка узлов для кода TSP

Прежде чем выполнять код TSP, необходимо настроить узлы на приборах и сеть TSP-Link.

### *Настройка TSP-Link на приборе DMM6500:*

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. В разделе System (Система) выберите пункт **Communication** (Связь).
3. Откройте вкладку **TSP-Link**.
4. В приборе, используемом для измерения напряжения, для параметра Node (Узел) задайте значение **1**.
5. Выполните такие же действия для второго прибора, используемого для измерения тока, и задайте для параметра Node (Узел) на этом приборе значение **2**.
6. Выберите пункт **Initialize** (Инициализировать) на каждом приборе.

---

## ПРИМЕЧАНИЕ

В указанном ниже коде TSP компьютер связывается непосредственно с первым прибором DMM6500 (узел 1). Этот код делает первый прибор DMM6500 главным в этой сети TSP-Link, а второй прибор DMM6500 — ведомым. Можно сделать второй прибор DMM6500 главным, но для этого придётся изменить код и порядок инициализации сети TSP-Link. Для главного узла не нужен префикс `node [x] ..`

Если вам необходимо повысить скорость выполнения программы, удалите префиксы `node [1]` в указанном ниже коде TSP.

---

## Использование команд TSP

### ПРИМЕЧАНИЕ

Указанный ниже код TSP предназначен для запуска в средстве Test Script Builder (TSB) компании Keithley Instruments. TSB — это программное средство, которое можно загрузить с сайта [ru.tek.com/keithley](http://ru.tek.com/keithley). Средство TSB можно установить и использовать для написания кода и разработки сценариев для приборов с поддержкой набора команд TSP. Сведения о том, как использовать средство TSB, см. в интерактивной справке средства TSB и в разделе «Общие сведения о работе с набором команд TSP» в документе *Справочное руководство по модели DMM6500*.

Если вы используете другие среды программирования, то, возможно, потребуется внести изменения в пример кода TSP.

По умолчанию в приборе DMM6500 используется набор команд SCPI. Прежде чем отправлять команды TSP на прибор, необходимо выбрать этот набор команд.

#### **Включение набора команд TSP**

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. В разделе System (Система) выберите пункт **Settings** (Параметры).
3. Для параметра Command Set (Набор команд) выберите значение **TSP**.
4. Когда отобразится запрос на перезагрузку прибора, нажмите кнопку **Yes** (Да).

Эта последовательность команд TSP измеряет мощность при помощи функции оцифровки и TSP-Link. После выполнения кода данные будут отображены в разделе Instrument Console (Консоль прибора) средства Test Script Builder.

#### **Отправьте указанные ниже команды для данного примера применения.**

```
-- Инициализация сети TSP-Link
tsplink.initialize()
-- Настройка задержки 0,5 секунды
delay(0.5)
-- Сброс главного прибора на узле 1
node[1].reset()
-- Настройка линии 1 синхронизации TSP-Link для синхронизации аналого-цифрового
  преобразователя ведомого узла.
node[1].tsplink.line[1].mode = tsplink.MODE_TRIGGER_OPEN_DRAIN
node[1].trigger.tsplinkout[1].stimulus = trigger.EVENT_NOTIFY1
-- Set up digitize voltage function settings.
node[1].dmm.digitize.func = dmm.FUNC_DIGITIZE_VOLTAGE
node[1].dmm.digitize.samplerate = 5000
-- Настройка диапазона оцифровки напряжения по напряжению, подаваемому на
  устройство Bluetooth с низким энергопотреблением (BLE).
node[1].dmm.digitize.range = 10
-- Запуск считывания буферов.
node[1].defbuffer1.capacity = 50000
-- Настройка модели синхронизации.
node[1].trigger.model.setblock(1, trigger.BLOCK_NOTIFY, trigger.EVENT_NOTIFY1)
node[1].trigger.model.setblock(2, trigger.BLOCK_WAIT, trigger.EVENT_TSPLINK1)
node[1].trigger.model.setblock(3, trigger.BLOCK_MEASURE_DIGITIZE, defbuffer1,
  50000)

-- Сброс настроек прибора на узле 2.
node[2].reset()
```

```
-- Настройка линии 1 синхронизации TSP-Link для получения сигнала синхронизации с
главного узла.
node[2].tsplink.line[1].mode = node[2].tsplink.MODE_TRIGGER_OPEN_DRAIN
-- Настройка параметров оцифровки функции тока.
node[2].dmm.digitize.func = node[2].dmm.FUNC_DIGITIZE_CURRENT
node[2].dmm.digitize.samplerate = 5000
-- Настройка диапазона оцифровки тока по максимальному току, который может
потреблять устройство Bluetooth с низким энергопотреблением (BLE).
node[2].dmm.digitize.range = 1
-- Запуск считывания буферов.
node[2].defbuffer1.capacity = 50000
-- Настройка модели синхронизации.
node[2].trigger.model.setblock(1, node[2].trigger.BLOCK_WAIT,
node[2].trigger.EVENT_TSPLINK1)
node[2].trigger.model.setblock(2, node[2].trigger.BLOCK_MEASURE_DIGITIZE,
defbuffer1, 50000)

-- Просмотр графика измерений на прокручиваемых экранах.
node[1].display.changescreen(node[1].display.SCREEN_GRAPH_SWIPE)
node[2].display.changescreen(node[2].display.SCREEN_GRAPH_SWIPE)
delay(1.0)
-- Инициализация модели синхронизации на обоих приборах.
node[2].trigger.model.initiate()
trigger.model.initiate()
-- Ожидание завершения тестирования.
waitcomplete()

-- Получение статистики буфера.
voltage_buffer = node[1].defbuffer1
voltage_stats = node[1].buffer.getstats(voltage_buffer)
avgVolt = voltage_stats.mean
print(avgVolt .. " Volts")

current_buffer = node[2].defbuffer1
current_stats = node[2].buffer.getstats(current_buffer)
avgCurr = current_stats.mean
print(avgCurr .. " Amps")

-- Отображение результатов на прокручиваемом экране USER (Пользователь).
node[1].display.changescreen(display.SCREEN_USER_SWIPE)
node[1].display.settext(display.TEXT1, "AVG V: " .. string.format("%.2e", avgVolt)
.. " V")
node[1].display.settext(display.TEXT2, "Average Power: Calculating... ")
node[2].display.changescreen(display.SCREEN_USER_SWIPE)
node[2].display.settext(display.TEXT1, "AVG I: " .. string.format("%.2e", avgCurr)
.. " A")
node[2].display.settext(display.TEXT2, "Average Power: Calculating... ")

-- Расчет мощности по методу индекса показаний.
power_total = 0
num_readings = current_buffer.n

-- Итерация каждого значения напряжения, тока и расчет мощности.
for i = 1, num_readings do
    current = current_buffer.readings[i]
    voltage = voltage_buffer.readings[i]
```

```
-- Отслеживание суммарной мощности
    power_total = power_total + current*voltage
end

-- Вычисление средней мощности путем деления суммарной мощности на количество показаний.
average_power = power_total / num_readings
print(average_power .. " Watts")

-- Отображение результатов на прокручиваемом экране USER (Пользователь).
node[1].display.changescreen(display.SCREEN_USER_SWIPE)
node[1].display.settext(display.TEXT2, "Average Power: ".. string.format("%8f",
    average_power) .. " W")
node[2].display.settext(display.TEXT2, "Average Power: ".. string.format("%8f",
    average_power) .. " W")
```

## Результаты

Осциллограммы напряжения и тока, зарегистрированные прибором DMM6500, демонстрируют энергопотребление тестируемого устройства при его использовании. Вы можете определить состояние передачи данных устройством по областям большого потребляемого тока и видимым падениям напряжения батареи. Так как время между запусками этих измерений не превышает 2 мкс, данные о напряжении и токе синхронизированы практически точка в точку.

Вы можете расширить возможности этого примера, импортировав данные из буферов каждого прибора в компьютер и проанализировав их более тщательно.

Рис. 44. Измерение напряжения на главном узле



Рис. 45. Осциллограмма напряжения на главном узле

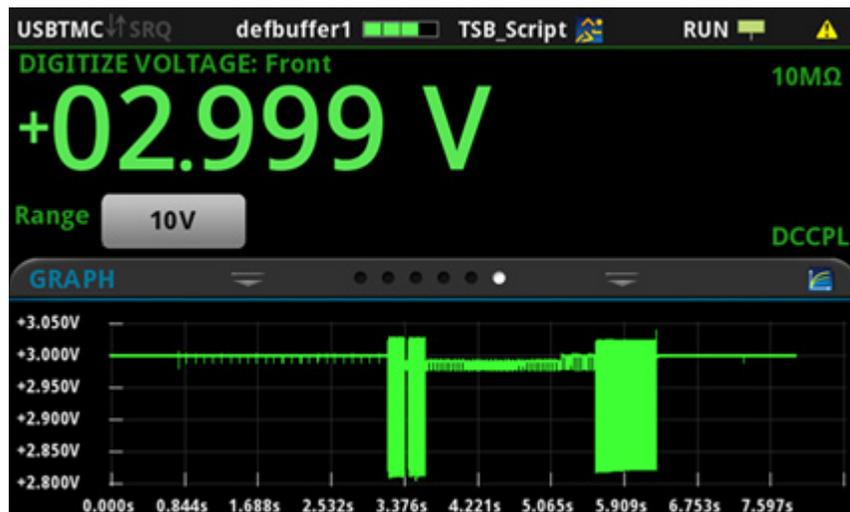
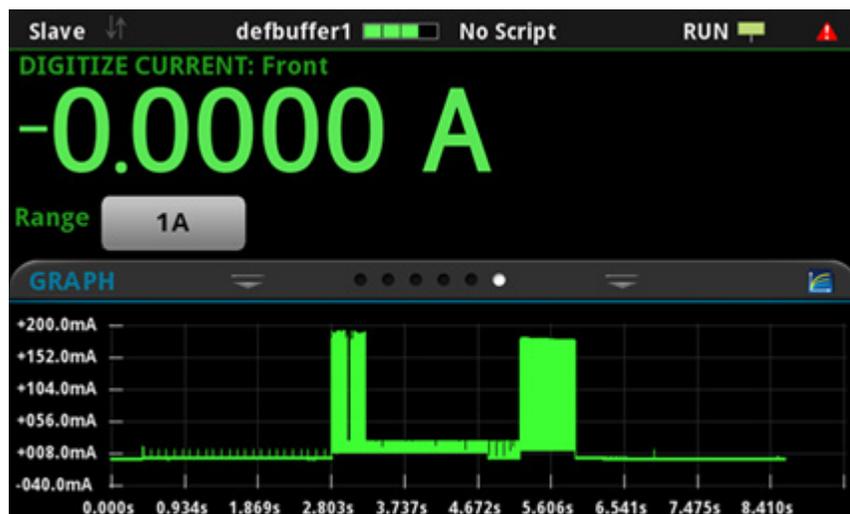


Рис. 46. Измерение тока на ведомом узле



Рис. 47. Осциллограмма тока на ведомом узле



---

## Часто задаваемые вопросы об устранении неполадок

### В этом разделе:

---

Об этом разделе .....	10-1
Где найти обновленные драйверы? .....	10-1
Есть ли программное обеспечение, при помощи которого можно быстро приступить к работе? .....	10-2
Как выполнить обновление микропрограммного обеспечения? .....	10-3
Почему прибор DMM6500 не считывает данные с запоминающего устройства USB? .....	10-3
Как изменить набор команд? .....	10-4
Как сохранить параметры текущего состояния прибора? .....	10-5
Почему изменились выполненные мной настройки? .....	10-5
Какой номер порта Ethernet необходимо использовать? .....	10-5

### Об этом разделе

В этом разделе собраны ответы на самые распространенные вопросы, связанные с прибором DMM6500.

### Где найти обновленные драйверы?

Последние версии драйверов и дополнительные сведения см. на сайте службы поддержки компании Keithley Instruments.

*Просмотр списка драйверов, доступных для вашего прибора:*

1. Перейдите на сайт [ru.tek.com/keithley](http://ru.tek.com/keithley).
2. Введите номер модели вашего прибора.
3. В списке выберите пункт **Software Driver** (Программный драйвер).

---

### ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы используете «родной» драйвер LabVIEW™ или драйвер IVI, необходимо настроить прибор DMM6500 так, чтобы в нем использовался набор команд SCPI. Сведения о том, как изменить набор команд, см. в разделе [Как изменить набор команд?](#) (на стр. 3-19)

---

## **Есть ли программное обеспечение, при помощи которого можно быстро приступить к работе?**

Да. Компания Keithley предоставляет средства Keithley KickStart и Keithley TestScript Builder, при помощи которых можно начать работу с прибором DMM6500.

Keithley KickStart — это программа, при помощи которой можно настроить прибор и запустить испытание, не используя ни одного языка программирования.

Keithley TestScript Builder (TSB) — это программное средство, упрощающее создание сценариев тестирования при использовании модуля работы со сценариями Test Script Processor (TSP®).

Оба программных средства доступны на сайте [ru.tek.com/keithley](http://ru.tek.com/keithley).

## Как выполнить обновление микропрограммного обеспечения?

### Осторожно!

Не выключайте питание прибора и не извлекайте запоминающее устройство USB до завершения процесса обновления.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Файл микропрограммного обеспечения следует разместить в корневом каталоге запоминающего устройства USB. Кроме этого файла в этом расположении не должно быть других файлов микропрограммного обеспечения. Обновить микропрограммное обеспечение или вернуть более старую версию микропрограммного обеспечения можно как на передней панели, так и на виртуальной передней панели.

*На передней панели или виртуальной передней панели выполните следующие действия:*

1. Скопируйте файл микропрограммного обеспечения (UPG-файл) на запоминающее устройство USB.
2. Убедитесь в том, что файл микропрограммного обеспечения находится в корневом каталоге запоминающего устройства USB и что кроме этого файла в этом расположении нет других файлов микропрограммного обеспечения.
3. Отключите все клеммы, подключенные к прибору.
4. Включите питание прибора.
5. Вставьте запоминающее устройство в порт USB на передней панели прибора.
6. На передней панели прибора нажмите клавишу **MENU** (Меню).
7. В разделе System (Система) выберите пункт **Info/Manage** (Информация и управление).
8. Выберите один из указанных ниже вариантов обновления.
  - Чтобы выполнить обновление до более новой версии микропрограммного обеспечения, выберите пункт **Upgrade to New** (Выполнить обновление до новой версии).
  - Чтобы вернуться к предыдущей версии микропрограммного обеспечения, выберите пункт **Downgrade to Older** (Вернуться к более старой версии).
9. При дистанционном управлении прибором отобразится соответствующее сообщение. Нажмите **Yes** (Да) для продолжения.
10. По завершении обновления перезагрузите прибор.

В процессе выполнения обновления отображается соответствующее сообщение.

Файлы обновлений доступны на сайте [ru.tek.com/keithley](http://ru.tek.com/keithley).

## Почему прибор DMM6500 не считывает данные с запоминающего устройства USB?

Убедитесь в том, что запоминающее устройство USB отформатировано для файловой системы FAT32. Прибор DMM6500 поддерживает только накопители с файловыми системами FAT и FAT32 и основной загрузочной записью (MBR).

В ОС Microsoft® Windows® можно узнать, какая файловая система используется на запоминающем устройстве USB, отобразив его свойства.

## Как изменить набор команд?

Можно изменить набор команд, используемых при работе с прибором DMM6500. Ниже перечислены доступные наборы команд дистанционного управления.

- SCPI: язык, ориентированный на прибор и созданный на основе стандарта SCPI.
- TSP: язык программирования сценариев, включающий команды управления, ориентированные на прибор. Эти команды можно выполнить на автономном приборе. TSP можно использовать для отправки отдельных команд или для объединения нескольких команд в сценарий.
- SCPI2000: язык, ориентированный на прибор, при помощи которого можно запускать код, разработанный для приборов Keithley Instruments серии 2000.
- SCPI34401: язык, ориентированный на прибор, при помощи которого можно запускать код, разработанный для приборов Keysight модели 34401.

Сочетать наборы команд нельзя.

---

### ПРИМЕЧАНИЕ

Сразу после поставки из компании Keithley Instruments прибор DMM6500 настроен для работы с набором команд SCPI DMM6500.

---

#### ***Настройка набора команд на передней панели:***

1. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
2. В разделе System (Система) выберите пункт **Settings** (Параметры).
3. Выберите **Command Set** (Набор команд).

Вам будет предложено перезапустить прибор.

#### ***Определение того, какой набор команд выбран, через интерфейс дистанционного управления***

Отправьте следующую команду:

```
*LANG?
```

#### ***Выбор набора команд SCPI через интерфейс дистанционного управления***

Отправьте следующую команду:

```
*LANG SCPI
```

Перезагрузите прибор.

#### ***Выбор набора команд TSP через интерфейс дистанционного управления***

Отправьте следующую команду:

```
*LANG TSP
```

Перезагрузите прибор.

## Как сохранить параметры текущего состояния прибора?

Вы можете сохранить параметры прибора в виде сценария при помощи меню на передней панели или интерфейса дистанционного управления. После сохранения параметров можно вызвать сценарий или скопировать его на запоминающее устройство USB.

**На передней панели выполните следующие действия:**

1. В приборе DMM6500 настройте параметры, которые необходимо сохранить.
2. Нажмите клавишу **MENU** (Меню).
3. В разделе Scripts (Сценарии) выберите пункт **Save Setup** (Сохранить настройку). Откроется окно SAVE SETUP (Сохранить настройку).
4. Выберите **Create** (Создать). Отобразится клавиатура.
5. При помощи клавиатуры введите имя сценария.
6. На отображаемой клавиатуре нажмите кнопку **OK**. Сценарий будет добавлен во внутреннюю память.

**Использование команд SCPI**

В приборе настройте параметры, которые необходимо сохранить. Чтобы сохранить настройку, отправьте следующую команду:

```
*SAV <n>
```

Здесь <n> — целое число от 0 до 4.

### ПРИМЕЧАНИЕ

В меню работы со сценариями на передней панели прибора настройки, сохраненные при помощи команды \*SAV, имеют имя Setup0x, где x — значение, которое вы задали для параметра <n>.

**Использование команд TSP**

В приборе настройте параметры, которые необходимо сохранить. Чтобы сохранить настройку, отправьте следующую команду:

```
createconfigscript ("setupName")
```

Здесь *setupName* — имя созданного сценария настройки.

## Почему изменились выполненные мной настройки?

Многие команды в приборе DMM6500 сохраняются для функции измерений, которая была активна на момент настройки этих команд. Например, предположим, что вы настроили функцию измерения тока и задали количество отображаемых разрядов. Если вы включите функцию измерения напряжения, количество отображаемых разрядов изменится на значение, которое было задано при последнем использовании функции измерения напряжения. Когда вы снова включите функцию измерения тока, количество отображаемых разрядов изменится на ранее заданное вами значение.

## Какой номер порта Ethernet необходимо использовать?

Необходимо использовать порт с номером 5025.



---

# Дальнейшие действия

### В этом разделе:

---

[Дополнительные сведения о приборе DMM6500..... 11-1](#)

## Дополнительные сведения о приборе DMM6500

Данное руководство подготовлено, чтобы можно было начать использовать цифровой мультиметр DMM6500 с разрешением 6,5 разрядов. Более подробные сведения см. в документе *Справочное руководство по модели DMM6500* компании Keithley Instruments.

Поддержку и дополнительные сведения о приборе можно получить на сайте [ru.tek.com/keithley](http://ru.tek.com/keithley). На сайте вы можете получить доступ к указанным ниже ресурсам.

- The Knowledge Center (Центр знаний), в котором имеются указанные ниже справочники.
  - *Справочник по измерениям малых значений: точные измерения постоянного тока, напряжения и сопротивления*
  - *Справочник по переключениям: руководство по переключению сигналов в автоматизированных системах тестирования*
- Руководства по применению.
- Последние версии драйверов.
- Информация о сопутствующих приборах.

Специалист по применению приборов в местном представительстве компании-производителя поможет выбрать прибор, его конфигурацию и способ применения. Контактные данные см. на веб-сайте.



---

## Предметный указатель

### G

GPIB  
 Установка • 3-10

### R

RS-232 • 3-13

### S

SCPI • 3-19

### T

TSP • 3-19  
 TSP-Link • 3-15

### B

Введение • 1-1, 4-1, 5-1, 6-1, 7-1, 8-1, 9-1  
 Ввод информации • 2-6  
 Включение и выключение прибора DMM6500 • 2-4  
 Выбор элементов на сенсорном экране • 2-5  
 Выборка значений температуры с заданным временным интервалом • 7-4  
 Выключатель POWER (Питание) • 2-1  
 Выполнение основных измерений при помощи органов управления на передней панели • 1-3, 4-1

### Г

гарантия • 1-2  
 Где найти обновленные драйверы? • 10-1

### Д

Дальнейшие действия • 1-3, 11-1  
 дисплей  
 сенсорный • 2-5  
 Добро пожаловать! • 1-1  
 Домашняя страница веб-интерфейса • 3-18  
 Дополнительные сведения • 3-12, 3-15, 3-16  
 Дополнительные сведения о приборе DMM6500 • 11-1

### Е

Есть ли программное обеспечение, при помощи которого можно быстро приступить к работе? • 10-2

### И

Идентификация прибора • 3-18, 3-19  
 Измерение мощности с использованием функции оцифровки и TSP-Link • 1-3, 9-1, 9-4  
 Измерение напряжения постоянного тока с высокой точностью • 1-3, 5-1, 5-3  
 Измерение сопротивления с использованием четырёхпроводной схемы и компенсации смещения • 1-3, 6-1, 6-4  
 Интерактивные прокручиваемые экраны • 2-8  
 интерфейс дистанционного управления • 3-1  
 Интерфейсы для удалённой связи • 3-1, 5-3, 6-4, 7-4  
 Использование TSP • 7-7  
 Использование веб-интерфейса • 3-3, 3-16  
 Использование интерфейса дистанционного управления • 1-3, 3-1  
 Использование команд SCPI • 5-5, 6-5, 7-6, 8-6, 9-4  
 Использование команд TSP • 5-6, 6-6, 8-8, 9-6  
 Использование передней панели • 5-4, 6-4, 7-5  
 Использование средства LXI Discovery Tool • 3-5  
 Испытание для классификации резисторов и разделения их на группы • 8-3

### К

Как выполнить обновление микропрограммного обеспечения? • 10-3  
 Как изменить набор команд? • 10-4  
 Как сохранить параметры текущего состояния прибора? • 10-5  
 Какой номер порта Ethernet необходимо использовать? • 10-5  
 Клавиша MENU (Меню) • 2-16  
 Классификация резисторов и разделение их на группы • 1-3, 8-1  
 команда  
 набор команд • 3-19  
 Комплект документации • 1-2  
 Контактная информация • 1-2

### М

Меню Channel (Канал) • 2-17  
 Меню Measure (Измерение) • 2-17  
 Меню Scripts (Сценарии) • 2-19  
 Меню System (Система) • 2-19

Меню Trigger (Синхронизация) • 2-18  
Меню Views (Представления) • 2-18

## **Н**

Настройка автоматической конфигурации  
локальной сети • 3-4  
Настройка адреса GPIB • 3-13  
Настройка конфигурации локальной сети  
вручную • 3-4  
Настройка связи по локальной сети на  
компьютере • 3-5  
Настройка связи по локальной сети на приборе •  
3-3  
Настройка узлов для кода TSP • 9-5  
Необходимое оборудование • 5-1, 6-2, 7-1, 8-1, 9-  
2

## **О**

Об этом разделе • 10-1  
Обмен данными с прибором • 3-6  
Оборудование, необходимое для работы с этим  
примером • 4-1  
Общие сведения о данном руководстве • 1-1  
Общие сведения о меню • 2-2, 2-16  
Общие сведения о передней панели • 1-3, 2-1  
Определение набора команд, которые  
предполагается использовать • 3-19, 10-1  
Организация разделов руководства • 1-3  
Основные измерения, выполняемые при помощи  
органов управления на передней панели • 4-3

## **П**

передняя панель  
интерфейс • 2-1  
использование • 2-1  
питание  
вкл. • 2-4  
Питание прибора • 2-4  
Поддерживаемые интерфейсы дистанционного  
управления • 3-2  
Подключение к веб-интерфейсу прибора • 3-17  
Подключение к прибору • 3-14, 3-16  
Подключение кабелей GPIB к прибору • 3-11  
Подключение компьютера к прибору DMM6500  
через USB • 3-6  
Подключения устройств • 4-2, 5-2, 6-2, 7-2, 8-2, 9-  
2  
Подождите, пока индикатор состояния локальной  
сети не начнет светиться зелёным цветом • 3-5  
Подсоединение шнура питания • 2-4  
Полосы прокрутки • 2-6  
Почему изменились выполненные мной  
настройки? • 10-5

Почему прибор DMM6500 не считывает данные с  
запоминающего устройства USB? • 10-3  
Примеры применения • 1-3  
Проверка параметров связи • 3-3  
Прокручиваемый экран FUNCTIONS (Функции) •  
2-10  
Прокручиваемый экран GRAPH (График) • 2-13  
Прокручиваемый экран SCAN (Сканирование) • 2-  
15  
Прокручиваемый экран SECONDARY  
(Вспомогательный) • 2-12  
Прокручиваемый экран SETTINGS (Параметры) •  
2-10  
Прокручиваемый экран STATISTICS (Статистика)  
• 2-11  
Прокручиваемый экран USER (Пользователь) • 2-  
13  
Просмотр сообщений о событиях • 2-8

## **Р**

Распаковка и осмотр • 3-10, 3-13, 3-15  
расширенная гарантия • 1-2  
Расширенная гарантия • 1-2  
Регулировка яркости и диммера подсветки • 2-7  
Результаты • 9-8  
Результаты теста • 5-7, 6-7, 7-8  
Рекомендации по устранению неполадок,  
связанных с локальной сетью • 3-3, 3-17

## **С**

Связь по локальной сети • 3-3  
Связь по шине GPIB • 3-10  
Связь через USB • 3-5  
Сенсорный дисплей • 2-2, 2-5  
Сканирование температуры с заданным  
временным интервалом • 1-3, 7-1  
Строка заголовков прокручиваемого экрана • 2-8

## **У**

Установка • 3-10, 3-14, 3-15  
Установка платы KTTI-GPIB (дополнительная  
принадлежность) • 3-10  
Установка платы KTTI-RS232 (дополнительная  
принадлежность) • 3-13  
Установка платы KTTI-TSP (дополнительная  
принадлежность) • 3-15, 9-2  
устранение неполадок • 10-1  
часто задаваемые вопросы • 10-1

## **Ч**

Часто задаваемые вопросы • 10-1  
Часто задаваемые вопросы об устранении  
неполадок • 1-3, 10-1

## **Ш**

Шаблон модели синхронизации  
испытание для классификации и разделения  
на группы • 8-5

## **Я**

яркость подсветки • 2-7

Specifications are subject to change without notice.  
All Keithley trademarks and trade names are the property of Keithley Instruments.  
All other trademarks and trade names are the property of their respective companies.

Keithley Instruments  
Corporate Headquarters • 28775 Aurora Road • Cleveland, Ohio 44139 • 440-248-0400 • Fax: 440-248-6168 • 1-800-935-5595 • [www.tek.com/keithley](http://www.tek.com/keithley)

---

