

[www.keithley.com](http://www.keithley.com)

# Мультиметры Keithley DMM7510

## Руководство по эксплуатации

### DMM7510-900-01R Апрель 2015



**KEITHLEY**

A Tektronix Company

A GREATER MEASURE OF CONFIDENCE

**Keithley Instruments, Inc.**

**Corporate Headquarters** • 28775 Aurora Road • Cleveland, Ohio 44139

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

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

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

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

Различаются следующие группы пользователей изделия:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

---

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


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


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


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

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


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


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

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

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

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

Символ  используется для маркировки клеммы для подключения к корпусу оборудования.

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

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

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

Запрещается подключать приборы и принадлежности к человеку.

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

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

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

---



### Содержание раздела:

Приветствие .....	1-1
Введение в данное руководство .....	1-1
Расширенная гарантия .....	1-2
Контактная информация .....	1-2
Информация на компакт-дисках .....	1-2

## Приветствие

Компания Keithley Instruments благодарит вас за выбор ее изделия. Модель DMM7510 – это графический мультиметр с выборкой данных с разрешением  $7\frac{1}{2}$  разряда, обладающий в дополнение к стандартным функциям цифрового мультиметра возможностью высокоскоростной оцифровки и большим графическим цветным сенсорным экраном. Цифровой мультиметр DMM7510 имеет широкий спектр измерительных возможностей, включая 17 измерительных функций. Помимо возможности измерений на постоянном токе с наилучшей в своем классе точностью, мультиметр оснащен такими функциями как измерение емкости, работа с токами 10 А и 18-битовая оцифровка тока и напряжения. Большой цветной сенсорный экран с диагональю 5" обеспечивает беспрецедентный уровень визуализации данных и взаимодействия, позволяя пользователям получить более глубокое понимание проводимых измерений.

Модель DMM7510 имеет великолепную точность и скорость измерения, необходимые для решения широкого круга задач: от системных процедур и тестирования на производстве до лабораторного применения. Модель DMM7510 подходит для использования на производстве, в области исследования и разработки, для проведения тестирования и научных работ.

## Введение в данное руководство

В этом руководстве даны подробные инструкции, которые помогут вам в работе с моделью DMM7510 производства Keithley Instruments. Кроме того, руководство содержит описание основных органов управления на передней панели для знакомства с прибором.

Подробное описание используемых команд содержится в справочном разделе по командам SCPI и TSP в документе «Model DMM7510 Reference Manual». Это руководство находится на компакт-диске, поставляемом вместе с прибором.

## Расширенная гарантия

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

## Контактная информация

Вы можете получить дополнительную информацию и ответы на вопросы в ближайшем представительстве компании Keithley Instruments или в головном офисе Keithley Instruments по телефону 1-800-93505595 для звонков из США и Канады (бесплатная линия) или по телефону +1-440-248-0400 для звонков из других стран. Контактные телефоны представительств в других странах см. на сайте компании Keithley Instruments (<http://www.keithley.com>).

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

## Информация на компакт-дисках

В комплект поставки каждого прибора модели DMM7510 входит компакт-диск с информацией о продукте The Model DMM7510 7½ Digit Multimeter Product Information (шифр компонента Keithley Instruments DMM7510-950-01)

**На компакт-диске с информацией о продукте The Model DMM7510 7½ Digit Multimeter Product Information содержится:**

- **Краткое руководство пользователя (Quick Start Guide)** содержит указания по распаковке, описывает основные соединения, дает обзор основных операций и содержит указания о быстрой проверке, позволяющей удостовериться в работоспособности прибора.
- **Руководство пользователя (User's Manual)** содержит примеры работы с прибором, которые могут стать основой для создания ваших собственных вариантов использования прибора.
- **Справочное руководство (Reference Manual)** включает вопросы продвинутого использования, информацию об обслуживании, способы решения проблем и подробные описания команд для программирования.
- **Краткое руководство по быстрой установке ПО (KickStart Software Quick Start Guide)** содержит указания, как быстро произвести измерения и получить результаты без программирования проверочного сценария.
- **Информация о принадлежностях (Accessories information):** информация о предлагаемых для модели DMM7510 принадлежностях.

Действующие драйверы и дополнительная информация о поддержке находятся на [веб-сайте Keithley Instruments](http://www.keithley.com) (<http://www.keithley.com>).

# Использование интерфейса передней панели

### Содержание раздела:

Обзор передней панели.....	2-1
Питание прибора.....	2-4
Использование интерфейса сенсорного экрана.....	2-5
Интерактивные дополнительные экраны.....	2-7
Обзор меню.....	2-12

## Обзор передней панели

Передняя панель модели DMM7510 показана на рисунке ниже. После рисунка приводится описание органов управления, находящихся на передней панели.

Рис 1: Передняя панель модели DMM7510



**Выключатель  
POWER**












Включает или выключает прибор. Для включения прибора нажмите на выключатель, чтобы он перешел в положение (|). Для выключения нажмите на выключатель, чтобы он перешел в положение (O).





**Клавиша HOME**



Возвращает прибор к отображению домашнего экрана.

<b>Клавиша MENU</b>		Открывает главное меню. Нажмите пиктограммы в основном меню, чтобы открыть экраны измерений, видов, запускающих сигналов, сценариев и системы. Подробнее см. в разделе «Обзор меню» (на стр. 2-12).
<b>Клавиша QUICKSET</b>		Открывает меню предварительно настроенных конфигураций, включая Voltage Waveform (кривая напряжения), Interval Measure (измерение интервала), Current Waveform (кривая тока) и External Scan (внешнее сканирование). Также позволяет выбирать режимы измерения и подстраивать характеристики для обеспечения лучшего разрешения или скорости.
<b>Клавиша HELP</b>		Открывает справку об области или объекте, которые выбраны на экране. Если при нажатии клавиши <b>HELP</b> не были выбраны область или объект, то выводится обзорная информация об отображаемом экране.
<b>Порт USB</b>		Вы можете сохранить буферные данные и сценарии на флеш-накопителе USB. Флеш-накопитель должен быть отформатирован в FAT.
<b>Сенсорный экран</b>		Модель DMM7510 имеет цветной сенсорный экран с размером 5 дюймов, используемый для перехода к дополнительным экранам и позициям меню. Для перехода к дополнительным интерактивным экранам нажмите на передней панели клавиши <b>MENU</b> , <b>QUICKSET</b> и <b>FUNCTIONS</b> . Подробнее см. в разделе «Сенсорный экран» (на стр. 2-5).
<b>Поворотная кнопка</b>		<p>Перемещение курсора и выбор позиций на экране.</p> <p><b>Поворот:</b> перемещает курсор для выделения значения в списке или пункта меню, которое требуется выбрать. Если курсор находится в поле ввода, то поворот кнопки увеличивает или уменьшает величину в поле.</p> <p><b>Нажатие:</b> выбирает отмеченный пункт или переходит к редактированию выбранного поля.</p>
<b>Клавиша ENTER</b>		Выбирает отмеченный пункт или переходит к редактированию выбранного поля.
<b>Клавиша EXIT</b>		Возвращает на предыдущий экран или закрывает диалоговое окно. Например, если отображается главное меню, то нажатие <b>ENTER</b> вернет на домашний экран. При просмотре экрана нижнего уровня (например, экрана событий) нажатие клавиши <b>EXIT</b> вернет на экран главного меню.
<b>Клавиша FUNCTIONS</b>		Отображает функции прибора. Для выбора функции коснитесь ее названия на сенсорном экране.



<b>Клавиша TRIGGER</b>		Доступ к настройкам и операциям, относящимся к запускающим сигналам. Действие клавиши <b>TRIGGER</b> зависит от состояния, в котором находится прибор.
<b>Светодиодный индикатор REMOTE</b>	REMOTE 	Светится, когда прибор управляется посредством удаленного интерфейса.
<b>Светодиодный индикатор LAN</b>	LAN 	Светится, когда прибор подключен к локальной сети (LAN).
<b>Светодиодный индикатор 1588</b>	1588 	Светится, когда прибор подключен к совместимому с IEEE-1588 устройству.

## ПРИМЕЧАНИЕ

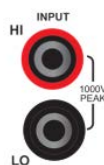
Обратите внимание, что функциональность 1588 в настоящее время не поддерживается. Эта функциональность станет доступна с обновлением прошивки. Дополнительные сведения см. в примечаниях к версии модели DMM7510 -- *Model DMM7510 Release Notes* на вебсайте компании Keithley Instruments (<http://www.keithley.com>).

### Клеммы SENSE



Клеммы SENSE HI и SENSE LO и клеммы INPUT используются при работе функций измерения сопротивления по четырехпроводной схеме, трехпроводного и четырехпроводного измерения температуры с помощью резистивного температурного датчика (РТД) и функций отношения постоянных напряжений.

### Клеммы INPUT



Клеммы INPUT HI и INPUT LO используются для всех измерений за исключением измерения тока.

### AMPS



Разъем AMPS используется с клеммой INPUT LO для измерения постоянного тока  $\leq 3$  А или СКЗ переменного тока ( $AC_{rms}$ ).

### Переключатель FRONT/REAR TERMINALS



Включает клеммы на передней или задней панели. Когда включены клеммы на передней панели, то видна зеленая «F» слева от переключателя. Когда включены клеммы на задней панели, то видна желтая «R» слева от переключателя.

## Питание прибора

Для подключения модели DMM7510 к сети электропитания и включения прибора выполните операции, описанные ниже. Модель DMM7510 работает от сети с напряжением от 100 В до 240 В и частотой 50 или 60 Гц. Прибор автоматически определяет сетевое напряжение и частоту. Убедитесь, что напряжение в вашей электросети подходит для питания прибора.

Необходимо включить мультиметр DMM7510 и дать ему прогреться в течение, по крайней мере, 90 минут, чтобы прибор вышел на заявленную точность.

### ВНИМАНИЕ

Работа с прибором при неправильном сетевом напряжении может повредить прибор, возможно, с потерей гарантии.

### ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

*Поставляемый с DMM7510 шнур питания имеет отдельную защитную жилу для заземления (защитное заземление), используемую в розетках с заземлением. Если подключение выполнено правильно, то корпус прибора соединен с землей сети электропитания через заземляющую жилу в шнуре питания. Пренебрежение защитным заземлением и заземленной розеткой может в случае возникновения неисправностей нанести вред здоровью или привести к смерти от поражения электрическим током.*

*Не заменяйте отсоединяемые шнуры электропитания на недостаточно качественные шнуры. Использование шнуров низкого качества может нанести вред здоровью или привести к смерти от поражения электрическим током.*

## Подключение шнура питания

*Для подключения шнура питания:*

1. Убедитесь, что выключатель POWER на передней панели находится в выключенном положении (O).
2. Подключите розетку на поставляемом шнуре питания к ответной розеточной части на задней панели.
3. Подключите другой конец шнура питания к заземленной розетке переменного тока.

## Включение или выключение модели DMM7510

*Для включения модели DMM7510:*

1. Перед включением прибора отключите от него все проверяемые устройства.
2. Для включения прибора нажмите выключатель **POWER** на передней панели для его перевода в положение (I).  
Прибор во время включения отображает строку состояния. По окончании включения отображается домашний экран.

*Для выключения модели DMM7510:*

1. Для выключения прибора нажмите выключатель **POWER** на передней панели для его перевода в положение (O).

## Использование интерфейса сенсорного экрана

Сенсорный экран позволяет быстро перейти к настройкам измерения, системным настройкам, состоянию прибора и теста, информации о буфере показаний и другим выполняемым прибором функциям. Модель DMM7510 также имеет различные дополнительные экраны, для доступа к которым нужно провести пальцем по экрану прибора. Перейти к дополнительным интерактивным экранам можно нажатием на клавиши MENU, QUICKSET и FUNCTION на передней панели.

### ⚠ ВНИМАНИЕ

Не касайтесь экрана острыми металлическими предметами, такими как пинцеты или отвертки, или остроконечными предметами, такими как ручки или карандаши. Настоятельно советуем использовать для управления прибором только пальцы. Прибор поддерживает управление сенсорным экраном в перчатках для чистых помещений.

## Выбор объектов на сенсорном экране

Для выбора объекта на отображаемом экране выполните одно из следующих действий:

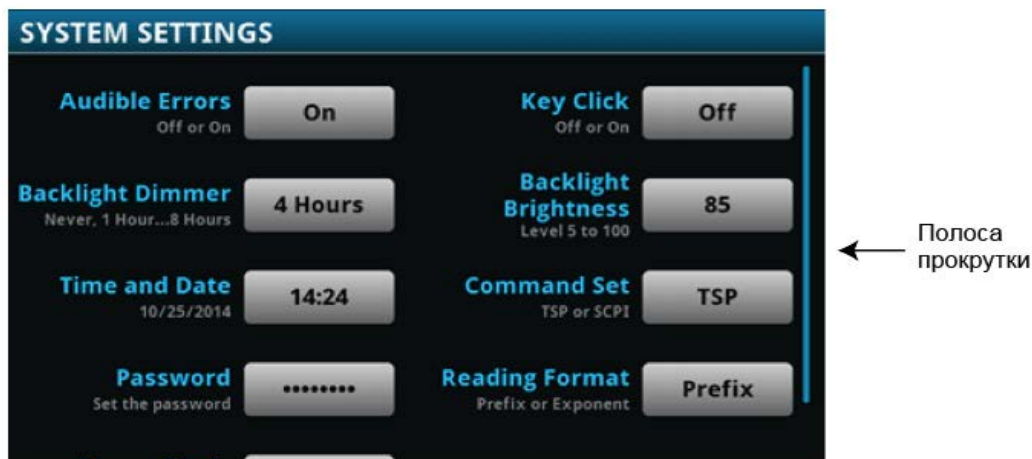
- Коснитесь его пальцем
- Поверните поворотную кнопку, чтобы выделить нужный объект, а затем нажмите на поворотную кнопку, чтобы выбрать этот объект.

В следующих разделах содержится более подробное описание сенсорного экрана модели DMM7510.

## Полоса прокрутки

Некоторые из интерактивных экранов имеют дополнительные позиции, отображаемые только после прокрутки экрана вниз. В правой части подобных экранов располагается полоса прокрутки. Для просмотра дополнительных позиций необходимо переместить индикатор вверх или вниз.

На рисунке ниже показан экран с полосой прокрутки.



## Ввод информации

При выборе некоторых позиций меню на экран выводится клавишное поле или клавиатура, которую можно использовать для ввода информации. Например, в случае ввода адреса GPIB с передней панели на экран выводится клавишное поле, как показано на рисунке ниже.

Рисунок 2: Клавишное поле на экране на передней панели для ввода адреса GPIB



Ввод информации осуществляется нажатием на экран для выбора символов и позиций на клавишном поле или клавиатуре. Курсор можно переместить в окно ввода также прикосновением к экрану. Курсор перемещается в ту точку окна ввода, к которой вы прикоснулись. При работе с числовыми клавишными полями для перемещения курсора на конкретную цифру можно также использовать поворотную кнопку.

При работе с числовыми клавишными полями поворотную кнопку можно использовать для установки значений следующим образом:

1. Поверните поворотную кнопку для выделения символа, который требуется изменить.
2. Нажмите поворотную кнопку, чтобы включить режим редактирования для выбранного символа.
3. Поверните поворотную кнопку для просмотра возможных вариантов.
4. Нажмите поворотную кнопку для установки символа.
5. Нажмите клавишу **ENTER** для сохранения изменений.

При работе с клавиатурами и клавишными полями поворотная кнопка может использоваться для выбора символов.

## Регулировка яркости подсветки и режим сохранения экрана

Регулировка яркости сенсорного экрана и кнопок модели DMM7510 осуществляется с помощью органов управления на передней панели или через дистанционный интерфейс. Также можно выполнить настройку, снижающую яркость подсветки экрана через определенное время, в течение которого не выполнялось никаких операций на передней панели (доступно только с экрана на передней панели). Настройки подсветки, установленные с помощью экрана на передней панели, сохраняются при проведении процедуры сброса или включения-выключения.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Срок службы экрана зависит от того, как долго экран находится в режиме полной яркости. Чем выше настройка яркости и чем дольше экран находится в режиме полной яркости, тем короче срок службы экрана.

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

1. Нажмите клавишу **MENU**.
2. В меню System выберите **Settings**.
3. Выберите кнопку рядом с позицией Backlight Brightness. На экран будет выведено диалоговое окно Backlight Brightness.
4. Перетащите ползунок на требуемый уровень яркости.
5. Выберите **OK** для сохранения настройки.

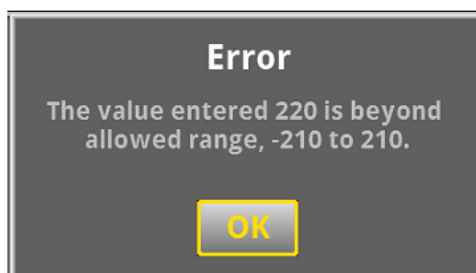
#### **Включение режима сбережения экрана с передней панели:**

1. Нажмите клавишу **MENU**.
2. В меню System выберите **Settings**.
3. Выберите кнопку рядом с позицией Backlight Dimmer. На экран будет выведено диалоговое окно Backlight Dimmer.
4. Выполните настройку режима сбережения экрана.

## Обзор сообщений о событиях

Во время эксплуатации или программирования на экран могут выводиться кратковременные сообщения в виде информации, предупреждения или уведомления об ошибке. Подробную информацию о сообщениях об ошибках см. в разделе «Использование журнала событий» в «Справочном руководстве к модели DMM7510» (*Model DMM7510 Reference Manual*).

Рисунок 3: Пример сообщения о событии на экране передней панели



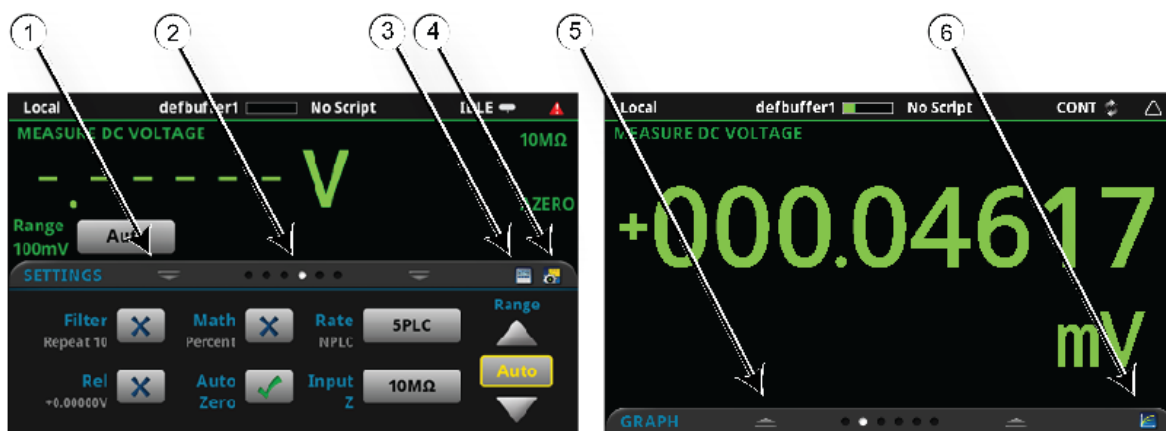
## Интерактивные дополнительные экраны


С помощью сенсорного экрана модели DMM7510 можно перейти к нескольким дополнительным экранам, если мягко провести пальцем по нижней половине экрана слева направо или справа налево. Ниже описан каждый из этих экранов.

## Заголовок интерактивного дополнительного экрана

В заголовке интерактивного дополнительного экрана содержатся следующие элементы:

**Рисунок 4: Развернутое и свернутое состояние интерактивных дополнительных экранов модели DMM7510**



№ поз.	Элемент экрана	Описание
1	Индикатор сворачивания	Для сворачивания дополнительного экрана можно провести пальцем вниз.
2	Индикатор дополнительного экрана	Индикатор дополнительных экранов показывает, какой из экранов выбран. При пролистывании вправо или влево изменяется цвет следующего кружка, указывая тем самым, какой экран в последовательности отображается в данный момент. Для перехода к конкретному экрану без пролистывания выберите конкретный кружок.
3	Ярлык для перехода к вычислениям 	Выбор данного ярлыка позволяет открыть меню CALCULATIONS SETTINGS.
4	Ярлык для перехода к настройкам 	Выбор данного ярлыка позволяет открыть меню настроек измерения MEASURE SETTINGS для выбранной функции.
5	Индикатор восстановления	Указывает, что движением вверх можно отобразить дополнительный интерактивный экран.
6	Ярлык для перехода к графикам 	Выбор данного ярлыка позволяет открыть экран Graph.

## Дополнительный экран FUNCTIONS

На экране FUNCTIONS выделяется выбранный в данный момент режим измерения, при необходимости пользователь может выбрать другой режим нажатием на соответствующую кнопку.

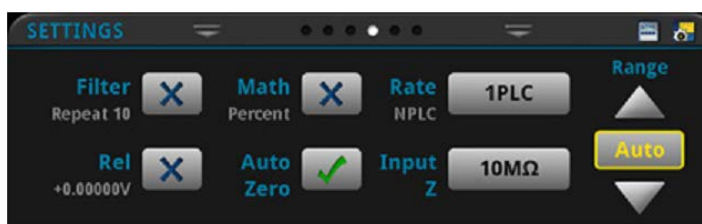
Рисунок 5: Интерактивный дополнительный экран FUNCTIONS



## Дополнительный экран SETTINGS

Экран SETTINGS позволяет с передней панели перейти к некоторым из настроек прибора для выбранного режима измерения. На экране показываются текущие настройки прибора, которые могут быть изменены при необходимости. Список доступных настроек зависит от того, какая функция находится в данный момент в активном состоянии.

Рисунок 6: Дополнительный экран SETTINGS



Чтобы запретить или разрешить какую-либо настройку, выберите прямоугольное поле рядом с этой настройкой так, чтобы в нем появился знак X (запретить) или галочка (разрешить).

Для просмотра справочной информации о настройке выберите кнопку с помощью поворотной кнопки, а затем нажмите клавишу **HELP**.

## Дополнительный экран STATISTICS

На экран STATISTICS выводятся сведения о состоянии активного буфера и показаний в нем. Кнопка **Clear Active Buffer** позволяет удалить данные из активного буфера.

Рисунок 7: Дополнительный экран STATISTICS

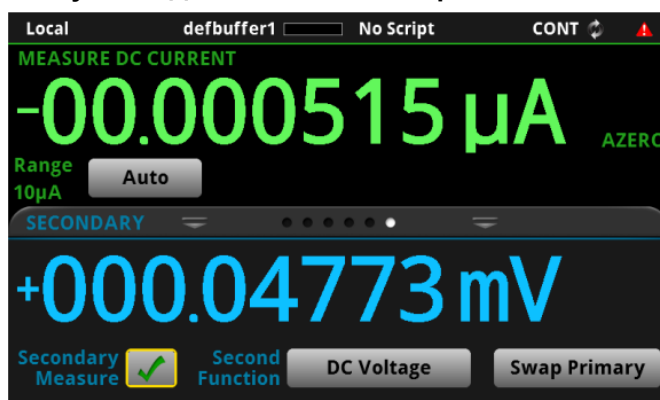


## Дополнительный экран SECONDARY

Дополнительный экран SECONDARY позволяет отображать результаты двух измерений на одном экране передней панели.

Для включения отображения результатов второго измерения нажмите Second Function, а затем Secondary Measure. Отображение результатов второго измерения возможно только в режиме непрерывного измерения (Continuous Measurement Mode) и в режиме ручного запуска (Manual Trigger Mode). Подробнее см. в разделе «Отображение результатов двух измерений» в разделе 4.

Рисунок 8: Дополнительный экран SECONDARY



## ПРИМЕЧАНИЕ

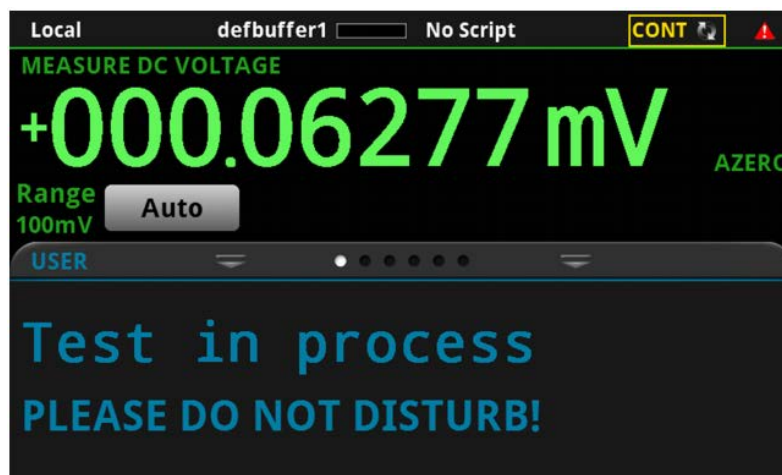
В зависимости от выбранных функций в момент переключения между типами измерений можно услышать щелчок реле. Продолжительное использование функции второго измерения может стать причиной сокращения срока службы реле.



## Дополнительный экран USER

Вы можете запрограммировать свой собственный текст, который будет отображаться на дополнительном экране USER. Например, можно запрограммировать модель DMM7510 так, чтобы на экране отображалось сообщение о том, что в данный момент идет выполнение теста. Подробнее см. в п. «Настройка сообщения для вывода на экран USER» в «Справочном руководстве к модели DMM7510» (*Model DMM7510 Reference Manual*).

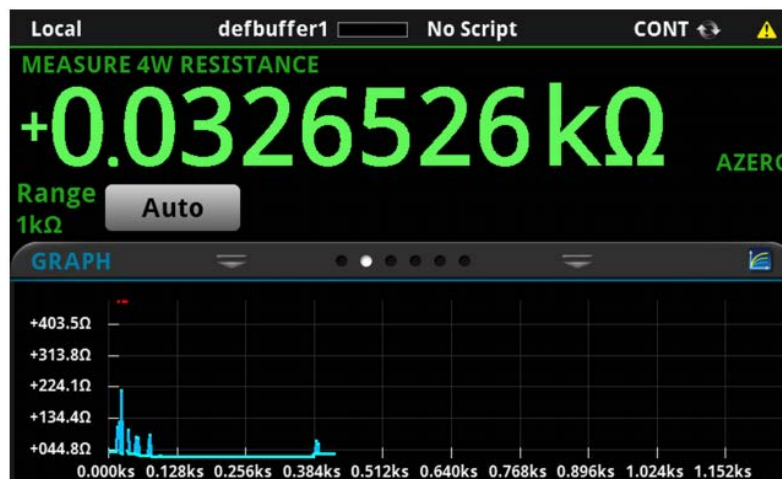
Рисунок 9: Дополнительный экран USER



## Дополнительный экран GRAPH

На дополнительном экране GRAPH показано графическое представление показаний из выбранного в данный момент буфера.

Рисунок 10: Дополнительный экран GRAPH



Для увеличения графика и для доступа к настройкам графика выберите иконку графического представления в правой части заголовка дополнительного экрана. Также можно открыть полнофункциональный экран Graph посредством нажатия клавиши **MENU** и выбора позиции **Graph** в меню Views.

## Обзор меню

Для доступа к главному меню нажмите клавишу **MENU** на передней панели модели DMM7510. На рисунке ниже показана структура главного меню.

Рисунок 11: Главное меню модели DMM7510



В главное меню входят подменю, подписанные зеленым шрифтом в верхней части экрана. Прикосновение к пиктограмме каждого подменю позволяет открывать соответствующие интерактивные экраны.

### Меню Measure

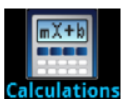
Меню группы Measure позволяют выбирать, конфигурировать и выполнять операции измерения с передней панели.



Иконка QuickSet в верхнем левом углу главного меню позволяет изменять функцию, регулировать процесс измерения и конфигурировать опции быстрой настройки. Доступ к меню QuickSet также возможен посредством нажатия клавиши **QUICKSET** на передней панели.



Меню Settings группы Measure содержит настройки текущей функции измерения, отображаемой индикатором текущей функции в верхнем правом углу меню. Список доступных настроек зависит от текущей функции, выбранной с помощью клавиши **FUNCTION** на передней панели.



Меню **Calculations** содержит настройки способа обработки и вывода полученных результатов измерения.



Меню **Config Lists** позволяет выбирать существующий список конфигурации измерения, создавать новый список, загружать настройки конфигурации в прибор (систему) и обратно, а также просматривать настройки индекса в списке конфигурации.



Меню **Reading Buffers** позволяет просматривать список существующих буферов с результатами измерений и выбирать активный, а также создавать, сохранять, удалять, изменять размер и удалять буферы с экрана.

## Меню Views

Меню группы Views позволяют выбирать, конфигурировать и просматривать данные, полученные в результате выполнения измерительных операций.



Меню **Graph** открывает экран, на котором отображается график измерений в выбранных буферах в виде кривых. Также на экран выводятся закладки, позволяющие настраивать вид графика в соответствии с конкретными потребностями пользователя.

Также с помощью данного экрана пользователь может выбрать режим запуска и инициировать модель запуска.



Меню **Histogram** позволяет отображать в графическом виде распределение данных измерения, находящихся в выбранном буфере. Также меню содержит вкладки для настройки параметров гистограммы в соответствии с потребностями пользователя.



Меню **Reading Table** позволяет просмотреть данные в выбранном буфере.

## Меню Trigger

Меню группы Trigger позволяют выполнять настройки модели запуска с передней панели.



Меню **Templates** позволяет выбирать из нескольких предустановленных моделей запуска. При выборе шаблона настройки, которые можно указать для данного шаблона, отображаются в нижней части экрана.



Меню **Configure** позволяет просматривать и изменять структуру и параметры модели запуска. Также вы можете контролировать работу модели запуска.

## Меню Scripts

Меню группы Scripts позволяют конфигурировать, запускать и управлять сценариями с передней панели. Сценарии (скрипты) – это блоки команд, которые прибор может запускать как группу.



Меню **Run** содержит список сценариев, которые можно запустить немедленно. Также пользователь может скопировать сценарий в сценарий, который запускается каждый раз при подаче питания на прибор. Пользователь имеет доступ к сценариям, находящимся в приборе или на флеш-накопителе USB.



Меню **Manage** позволяет копировать сценарии в прибор и на флеш-накопитель USB и обратно. Также с помощью этого меню можно удалять сценарии из прибора или с флеш-накопителя USB.



Меню **Create Setup** позволяет сохранять текущие настройки и списки конфигураций прибора в сценарий конфигурации. После сохранения данный сценарий можно использовать для восстановления настроек.



Меню **Record** позволяет записывать действия и сохранять их в макро-сценарий, запуск и управление которым осуществляется аналогично остальным сценариям с помощью опций в меню Scripts или с помощью команд режима дистанционного управления. Обратите внимание, что сохраняются только настройки; нажатия клавиш или операции только с передней панелью не сохраняются.

## Меню System

Меню группы System позволяют конфигурировать общие настройки прибора с передней панели модели DMM7510. Среди этих настроек – журнал событий, настройки связи, подсветки, времени и пароля.

Ниже описываются настройки, доступные на указанных интерактивных экранах.



Event Log

Меню **Event Log** позволяет просматривать и удалять записи в журнале событий, а также устанавливать, какие из событий необходимо отображать или регистрировать.



Communication

Меню **Communications** открывает группу вкладок, содержащих информацию о настройках связи модели DMM7510. Большинство вкладок содержат настройки, которые можно изменять.



Settings

Меню **Settings** содержит общие настройки прибора, включая настройки звукового сигнала и звука клавиш, яркости подсветки и таймера, времени и даты, уровень доступа к системе, пароль и настройки формата показаний.



Calibration

Меню **Calibration** обеспечивает запуск и управление автоматической калибровкой. Автоматическая калибровка позволяет компенсировать погрешности измерения, возникающие в результате воздействия температуры и с течением времени. Также в этом меню можно посмотреть даты заводской настройки и поверки.



Info/Manage

Меню **Info/Manage** обеспечивает доступ к информации о версии и серийном номере прибора, а также к настройкам встроенного программного обеспечения прибора и функций сброса.

# Использование удаленного интерфейса

### Содержание раздела:

Интерфейсы удаленного взаимодействия .....	3-1
Поддерживаемые удаленные интерфейсы .....	3-2
Связь по GPIB .....	3-2
Связь по LAN .....	3-5
Связь по USB.....	3-7
Использование веб-интерфейса .....	3-12
Определение используемого набора команд .....	3-14

## Интерфейсы удаленного взаимодействия

Модель DMM7510 поддерживает отправку команд и получение данных в удаленном режиме с использованием одного из доступных интерфейсов связи.

В один момент времени управлять моделью DMM7510 можно только по одному интерфейсу связи. Первый интерфейс, по которому получено сообщение, возьмет управление прибором. Если другой интерфейс посылает сообщение, то ему может быть передано управление прибором. В зависимости от режима доступа для смены интерфейса может потребоваться ввод пароля.

Модель DMM7510 автоматически определяет тип интерфейса связи (LAN, GPIB или USB) при подключении к соответствующему порту на задней панели прибора. В большинстве случаев специальные настройки на приборе не требуются. Кроме того, при смене типа подключаемого интерфейса нет необходимости перезагружать прибор.

## Поддерживаемые удаленные интерфейсы

Модель DMM7510 поддерживает следующие удаленные интерфейсы:

- **GPIB**: интерфейсная шина общего назначения семейства IEEE-488
- **Ethernet (LAN)**: связь по локальной сети Ethernet
- **USB**: порт USB, тип B
- **TSP-Link**: высокоскоростная шина для связи и синхронизации запускающих сигналов, к которой проектировщики систем для проведения испытаний могут подключать несколько приборов в конфигурации ведущий/ведомый.

Дополнительные сведения о TSP-Link находятся в разделе «TSP-Link System Expansion Interface» в документе *Model DMM7510 Reference Manual*.

**Рисунок 12: Схема подключения модели DMM7510 к интерфейсам удаленной связи**



## Связь по GPIB

Интерфейс GPIB у модели DMM7510 соответствует стандарту IEEE 488.1 и поддерживает общие команды и топологию статусной модели стандарта IEEE 488.2.

К GPIB можно подключать до 15 устройств, включая контроллер. Максимальная длина будет меньшей из величин:

- Количество устройств, умноженное на 2 метра
- 20 метров

Игнорирование указанных ограничений может привести к неустойчивой работе шины.

## Установите ПО драйвера GPIB

Сверьтесь с документацией к вашему контроллеру GPIB касательно того, где получить драйверы. Keithley Instruments также советует вам проверить веб-сайт производителя контроллера GPIB на наличие новейшей версии драйверов или ПО.

Установка драйверов должна выполняться перед подключением соответствующих устройств. Это позволит избежать постановки соответствия между аппаратными средствами и неправильным драйвером.

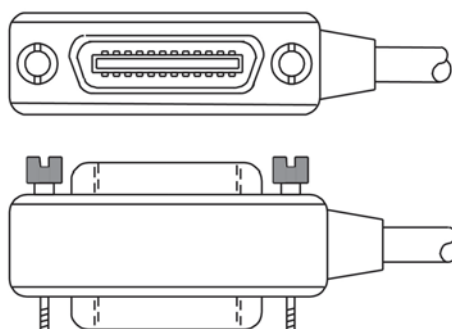
## Установите карты GPIB в компьютер

Сведения об установке контроллеров GPIB содержатся в документации производителя контроллера GPIB.

## Подключите кабели GPIB к прибору

Для подключения прибора к интерфейсу GPIB воспользуйтесь кабелем со стандартными разъемами GPIB, как показано ниже.

Рисунок 13: Разъем GPIB

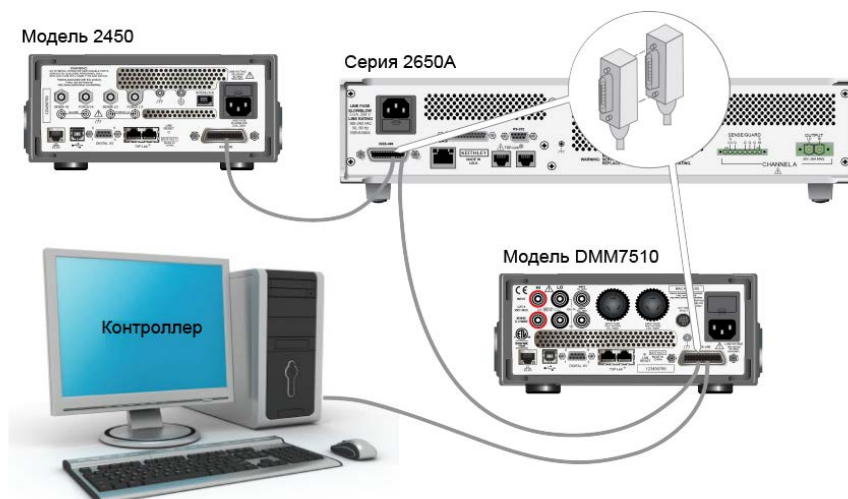


Для организации нескольких параллельных соединений рекомендуется крепить разъемы друг к другу. У каждого разъема есть два винта, гарантирующих надежность соединения. На рисунке ниже показана типичная схема соединений системы для проведения испытаний с несколькими приборами.

### **⚠ ВНИМАНИЕ**

Во избежание возможных механических повреждений не крепите к одному прибору более трех разъемов. Для минимизации вызываемых электромагнитным излучением помех используйте только экранированные GPIB-кабели. Для приобретения экранированных кабелей обращайтесь в Keithley Instruments.

Рисунок 14: Пример подключения прибора к GPIB



## Установка адреса GPIB

По умолчанию адрес GPIB устанавливается равным 16. Вы можете установить адрес равным любому значению от 0 до 30 при условии, что оно уникально для системы. Необходимо следить, чтобы не возникало конфликтов с адресами других приборов или контроллера GPIB.

### ПОДСКАЗКА

Адрес контроллера GPIB обычно устанавливается равным 0 или 21. На всякий случай не присваивайте никаким приборам адреса 0 и 21. Процедуру смены адреса контроллера GPIB см. в соответствующей документации.

Прибор записывает свой адрес в энергонезависимую память. При получении команды на сброс или при выключении и последующем включении прибора изменение адреса не происходит.

**Чтобы установить адрес GPIB с передней панели:**

1. Нажмите клавишу **MENU**.
2. В меню System выберите **Communication**. Откроется окно SYSTEM COMMUNICATION.
3. Выберите вкладку GPIB.
4. Выберите число рядом с Address. Отобразится диалоговое окно GPIB Address.
5. Введите адрес.
6. Выберите **OK**.



## Связь по LAN

Взаимодействие с прибором может осуществляться посредством локальной сети (LAN).

При подключении через LAN можно через браузер зайти на внутреннюю веб-страницу прибора и изменить некоторые из настроек прибора. Подробнее см. в разделе «Использование веб-интерфейса» (на стр. 3-123-12).

Модель DMM7510 – это прибор, соответствующий LXI версии 1.4 Core 2011, который поддерживает TCP/IP и отвечает требованиям стандарта IEEE 802.3 (Ethernet LAN). Прибор оснащен одним портом ЛВС (расположенным на задней панели прибора), который поддерживает возможность соединения по сети 10 Мбит/с или 100 Мбит/с. Выбор скорости осуществляется автоматически.

Модель DMM7510 также поддерживает Multicast DNS (mDNS) и DNS Service Discovery (DNS-SD, обнаружение службы разрешения имен), что полезно в ЛВС без централизованного администрирования.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Перед установкой соединения по LAN проконсультируйтесь с вашим сетевым администратором, чтобы учесть специфичные для вашей сети требования.

## Настройка связи по LAN на приборе

Данный раздел содержит описание процедуры настройки связи по LAN в автоматическом или ручном режиме.

### Проверка настроек связи

Перед конфигурированием LAN можно проверить настройки связи без внесения каких-либо изменений.

**Процедура проверки настроек связи на приборе:**

1. Нажмите клавишу **MENU**.
2. В меню System выберите **Communication**. Откроется окно SYSTEM COMMUNICATION.
3. Выберите одну из вкладок –  **GPIB, USB, LAN** или **TSP-Link** – для просмотра настроек выбранного интерфейса.
4. Нажмите клавишу **EXIT** для выхода из окна SYSTEM COMMUNICATION без внесения изменений.

## Настройка конфигурации ЛВС в автоматическом режиме

При подключении к LAN с DHCP-сервером или использовании прямого соединения между прибором и управляющим компьютером следует воспользоваться автоматическим выбором IP-адреса.

В случае выбора Auto прибор попытается получить IP-адрес у DHCP сервера. Если это не удастся сделать, то он вернется к локальному IP-адресу из диапазона от 169.254.1.0 до 169.254.254.255.

### ПРИМЕЧАНИЕ

И управляющий компьютер («хост»), и прибор должны быть установлены в автоматический режим конфигурирования LAN. Хотя и возможно установить один из них в ручной режим, это сложнее в настройке.

**Чтобы установить автоматический выбор IP-адреса с передней панели:**

1. Из домашнего экрана нажмите **MENU**.
2. В меню System выберите **Communication**.
3. Выберите вкладку **LAN**.
4. Для TCP/IP Mode выберите **Auto**.
5. Выберите **Apply Settings**, чтобы сохранить выполненные настройки.

## Настройка конфигурации **LAN** в ручном режиме

При необходимости IP-адрес прибора можно настроить вручную.

Вы также можете разрешить или запретить настройки DNS, либо назначить имя хоста для сервера DNS.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Свяжитесь с отделом информационных технологий (отдел IT) в вашей компании, чтобы при подключении прибора к корпоративной сети получить правильный IP-адрес для прибора.

IP-адрес прибор может содержать ведущие нули, а IP-адрес компьютера – нет.

**Для настройки IP-адреса на приборе вручную:**

1. Из домашнего экрана (Home) нажмите **MENU**.
2. В меню System выберите **Communication**.
3. Выберите вкладку **LAN**.
4. В поле TCP/IP Mode выберите **Manual**.
5. В поле Local IP введите IP-адрес ЛВС. Чтобы изменить цифру, можно к ней прикоснуться.
6. В поле Gateway введите адрес шлюза.
7. В поле Subnet введите маску подсети.
8. Выберите **Apply Settings**, чтобы сохранить выполненные настройки.

## Настройка связи по LAN на компьютере

В этом разделе описана процедура настройки связи по LAN на вашем компьютере.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Не изменяйте IP-адрес без согласования с системным администратором. Ввод неверного IP-адреса может привести к тому, что компьютер не сможет подключиться к вашей корпоративной сети или возникнет конфликт с другим компьютером в сети.

Запишите все сетевые настройки перед тем, как начнете что-либо менять в существующей конфигурации, на карточке сетевого интерфейса. После обновления сетевых настроек предыдущие настройки пропадут. Это может вызвать проблемы с повторным подключением управляющего компьютера к корпоративной сети, в частности, если DHCP запрещен.

Не забудьте перед повторным подключением управляющего компьютера к корпоративной сети вернуть все настройки к изначальным. Более подробные инструкции вам даст ваш системный администратор.

## Дождитесь, чтобы индикатор LAN на передней панели постоянно горел зеленым

Немигающий зеленый индикатор состояния LAN подтверждает, что прибору назначен IP-адрес. Примите во внимание, что установка связи между компьютером и прибором может занять несколько минут.

## Установите ПО LXI Discovery Browser на ваш компьютер

---

LXI Discovery Browser позволяет определять IP-адреса LXI-сертифицированных приборов. После определения IP-адреса вы можете дважды щелкнуть по нему в LXI Discovery Browser, чтобы открыть веб-интерфейс прибора.

Программное обеспечение Keithley LXI Discovery Browser доступно для скачивания на [вебсайте Keithley Instruments](http://www.keithley.com) (<http://www.keithley.com>).

**Чтобы найти Keithley LXI Discovery Browser на веб-сайте Keithley:**

1. Выберите вкладку **Support**.
  2. В поле номера модели (model number) введите DMM7510.
  3. В списке выберите **Software** и щелкните по пиктограмме поиска. Отобразится список приложений для прибора.
  4. Более подробные сведения о приложении находятся в прилагаемом файле readme.
- Подробнее о LXI Consortium см. на сайте [LXI Consortium website](http://www.lxistandard.org) (<http://www.lxistandard.org>).

## Запустите LXI Discovery Browser

---

**Чтобы запустить ПО LXI Discovery Browser:**

1. Из меню «Пуск» Microsoft Windows выберите **Keithley Instruments**.
2. Выберите **LXI Discovery Browser**.
3. Щелкните по **LXI Discovery Browser**. Отобразится окно Keithley LXI Discovery Browser. Браузер LXI Discovery отображает приборы, которые он находит в сети, и назначенные им IP-адреса.
4. Дважды щелкните по IP-адресу в диалоговом окне LXI Discovery Browser. Откроется веб-страница для этого прибора.

Дополнительные сведения об использовании веб-страниц находятся в разделе «Веб-интерфейс» в «*Справочном руководстве к модели DMM7510*» (*Model DMM7510 Reference Manual*).

## Связь по USB

Для использования порта USB на задней панели необходимо, чтобы на управляющем компьютере был установлен уровень Virtual Instrument Software Architecture (VISA). Подробнее см. в разделе «Установка Keithley I/O Layer» в «*Справочном руководстве к модели DMM7510*» (*Model DMM7510 Reference Manual*).

VISA содержит драйвер USB-класса для протокола USB Test and Measurement Class (USBTMC), который после установки позволит операционной системе Microsoft® Windows® распознать прибор.

При подключении устройства USB, которое запускает протокол USBTMC или USBTMC-USB488 на компьютер, драйвер VISA автоматически определяет это устройство. Обратите внимание, что драйвер VISA автоматически распознает только устройства USBTMC или USBTMC-USB488. Он не распознает другие устройства, такие как принтеры, сканеры и устройства хранения информации.

В этом разделе термин «USB-приборы» обозначает устройства, работающие по протоколу USBTMC или USBTMC-USB488.

## Подключение компьютера к модели DMM7510 посредством USB

Для подключения модели DMM7510 к компьютеру посредством USB-соединения воспользуйтесь Keithley Instruments Model USB-B-1 из комплекта поставки прибора.

Для каждой модели DMM7510 требуется отдельный USB-кабель для подключения к компьютеру.

### **Чтобы подключить прибор к компьютеру посредством USB:**

1. Подключите конец кабеля с разъемом типа А к компьютеру.
2. Подключите конец кабеля с разъемом типа В к прибору.
3. Включите питание на приборе. Когда компьютер обнаружит новое USB-соединение, запустится помощник по установке нового оборудования.
4. Если откроется диалоговое окно с предложением поиска ПО на сайте Windows Update, ответьте **Нет (No)**, затем щелкните **Далее (Next)**.
5. В диалоговом окне «USB Test and Measurement device» щелкните **Далее (Next)**, затем щелкните **Завершить (Finish)**.

## Обмен информацией с прибором

Чтобы прибор обменивался информацией с устройством USB, необходимо использовать NI-VISA™. Для подключения к правильному USB-прибору VISA необходим строковый ресурс в следующем формате:

```
USB0::0x05e6::0x7510::[serial number]::INSTR
```

Где:

- 0x05e6: идентификатор производителя Keithley
- 0x7510: номер модели прибора
- [serial number]: серийный номер прибора (серийный номер также есть на задней панели)
- INSTR: указание использовать протокол USBTMC

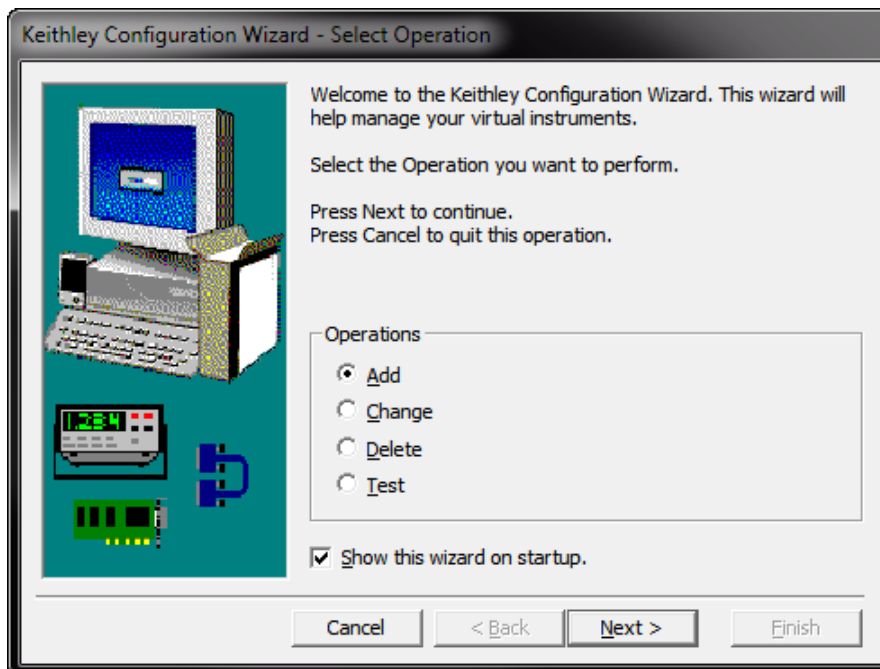
Для определения данных параметров вы можете запустить Keithley Configuration Panel (панель настройки Keithley), которая автоматически определяет все приборы, подключенные к компьютеру.

Если вы установили уровень Keithley I/O Layer, то панель Keithley Configuration Panel будет доступна в меню «Пуск» Microsoft® Windows®.

Чтобы использовать *Keithley Configuration Panel* для определения строкового ресурса VISA:

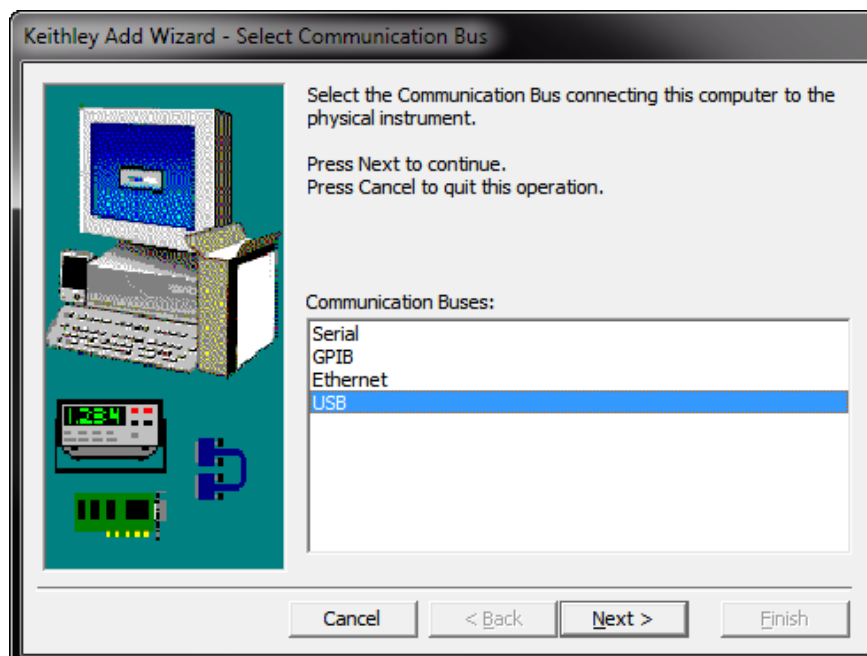
1. Щелкните **Пуск > Все программы > Keithley Instruments > Keithley Configuration Panel (Start→All Programs → Keithley Instruments → Keithley Configuration Panel)**. Отобразится диалоговое окно **Select Operation**.

Рисунок 15: Диалоговое окно **Select Operation**



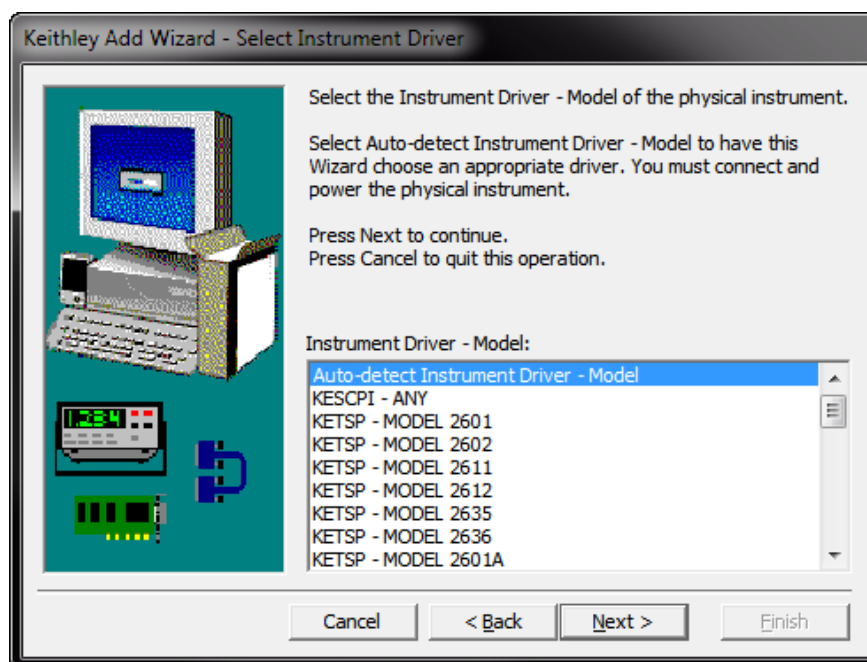
2. Выберите **Add**.
3. Щелкните **Next**. Отобразится диалоговое окно **Select Communication Bus**.

Рисунок 16: Диалоговое окно **Select Communication Bus**



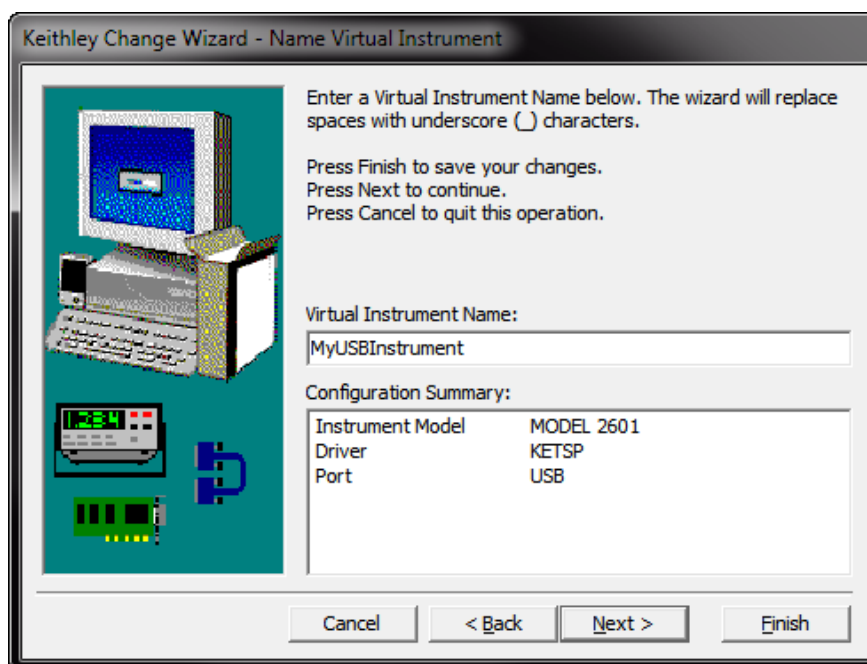
4. Выберите **USB**.
5. Щелкните **Next**. Отобразится диалоговое окно **Select Instrument Driver**.

Рисунок 17: Диалоговое окно Select Instrument Driver



6. Выберите **Auto-detect Instrument Driver - Model**.
7. Щелкните **Next**. Отобразится диалоговое окно Configure USB со строковым ресурсом для определенного VISA прибора.
8. Щелкните **Next**. Отобразится диалоговое окно Name Virtual Instrument.

Рисунок 18: Диалоговое окно Name Virtual Instrument

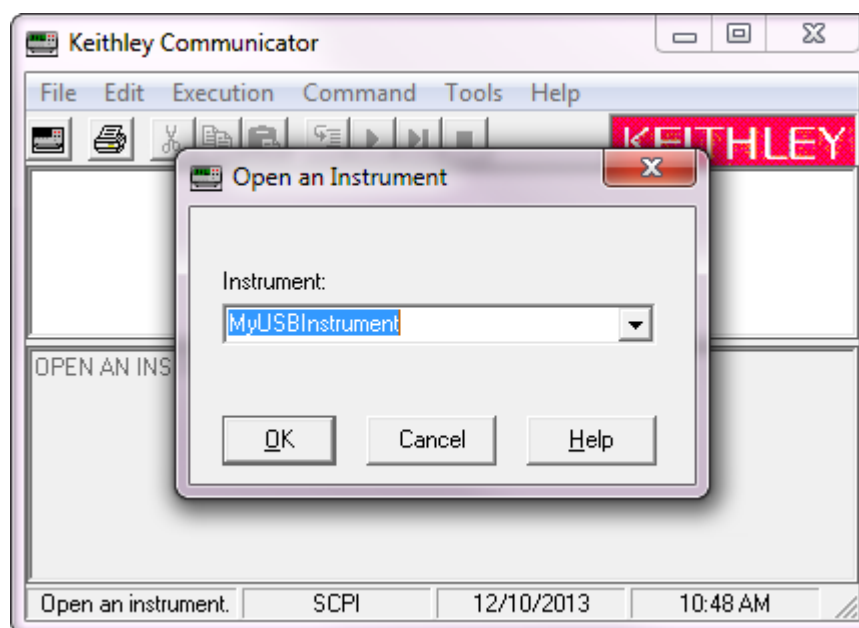


9. В поле Virtual Instrument Name введите имя, которое вы хотите использовать при обращении к прибору.
10. Щелкните **Finish**.
11. Щелкните **Cancel**, чтобы закрыть «помощника» (Wizard).
12. Сохраните конфигурацию. Для этого выберите **File > Save** в Keithley Configuration Panel.

**Проверьте прибор через Keithley Communicator:**

1. Щелкните **Пуск > Все программы > Keithley Instruments > Keithley Communicator (Start→All Programs→Keithley Instruments→Keithley Communicator)**.
2. Выберите **File > Open Instrument** для того, чтобы открыть прибор, которому вы только что дали имя.

**Рисунок 19: Окно Open an Instrument в Keithley Communicator**



3. Щелкните **OK**.
4. Отправьте на прибор команду и убедитесь, что прибор отвечает.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Если в вашей системе установлена полная версия NI-VISA, вы можете запустить NI-MAX или программу VISA Interactive Control. Сведения можно найти в документации National Instruments.

Если в вашей системе установлены Agilent IO Libraries, вы можете запустить Agilent Connection Expert, чтобы проверить ваши USB-приборы. Сведения можно найти в документации Agilent.

## Использование веб-интерфейса

Веб-интерфейс модели DMM7510 позволяет выполнять настройки и управлять прибором с помощью веб-страницы. Веб-страница включает следующую информацию:

- Состояние прибора.
- Модель прибора, серийный номер, версию встроенного ПО и последнее сообщение LXI.
- Кнопку **ID**, чтобы помочь вам найти прибор.
- Виртуальную переднюю панель и командный интерфейс для управления прибором.
- Доступ к файлу `.csv`, содержащему данные буфера, в который сохраняются показания.
- Возможности администрирования и информация о LXI

Веб-страница прибора располагается во встроенном ПО прибора. Изменения, выполняемые через веб-интерфейс, немедленно применяются к прибору.

## Подключение к веб-интерфейсу прибора

После установки связи между прибором и LAN вы можете открыть веб-страницу прибора.

**Чтобы получить доступ к веб-интерфейсу:**

1. Откройте браузер на управляющем компьютере.
2. Введите IP-адрес прибора в адресную строку браузера. Например, если IP-адрес прибора 192.168.1.101, то в адресной строке введите 192.168.1.101.
3. Нажмите **Enter** на клавиатуре компьютера, чтобы открыть веб-страницу прибора.
4. Если будут запрошены имя пользователя и пароль, введите их. Значение по умолчанию для обоих `admin`.

## Советы по решению проблем с LAN

Если вы не можете подключиться к веб-интерфейсу прибора, то проверьте следующие пункты:

- Проверьте, что сетевой кабель подключен к порту LAN на задней панели прибора, а не к одному из портов TSP-Link®.
- Проверьте, что сетевой кабель подключен к правильному порту компьютера. Порт ЛВС на ноутбуке может отключаться, если ноутбук подключен к док-станции.
- Проверьте, что во время конфигурации использовалась настроечная информация для правильной карты Ethernet.
- Проверьте, что сетевая карта на компьютере не отключена.
- Проверьте, что IP-адрес прибора совместим с IP-адресом компьютера.
- Проверьте, что маска подсети на приборе такая же, как маска подсети компьютера.

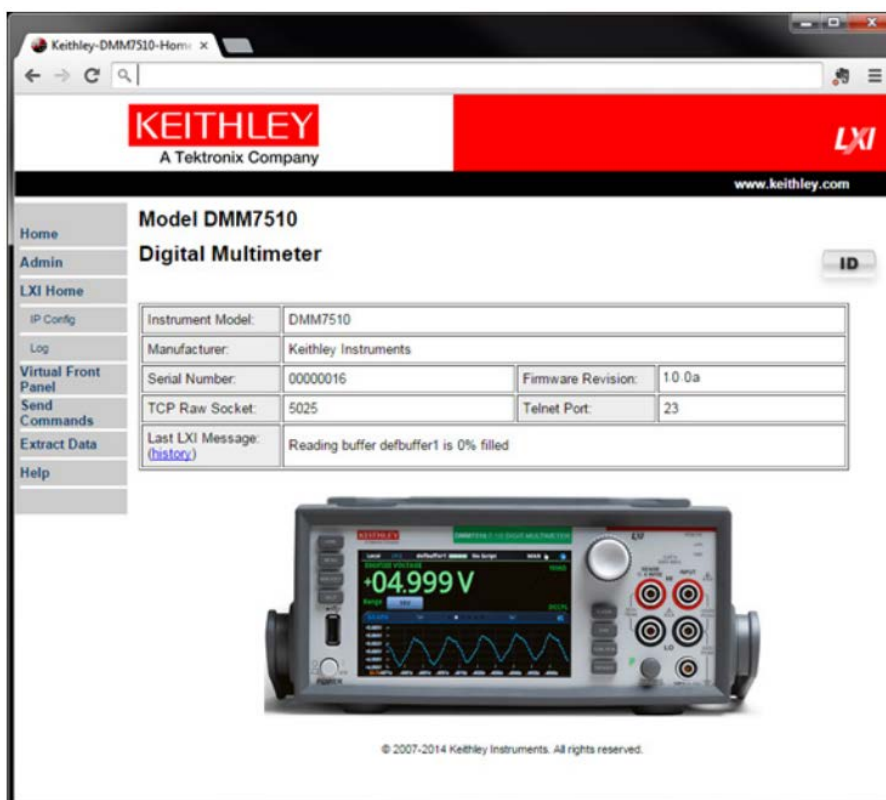


Кроме этого, можно перезагрузить компьютер и прибор. Для перезагрузки прибора:

1. Выключите питание прибора, затем включите.
2. Подождите не менее 60 секунд, чтобы настройка сети завершилась.
3. Нажмите клавишу **MENU**.
4. В меню System выберите **Communication**.
5. Выберите вкладку LAN.
6. Проверьте настройки.

Если выполнение описанных выше рекомендаций не решит проблему, то обратитесь к вашему системному администратору.

**Рисунок 20: Домашняя страница веб-интерфейса модели DMM7510**



Домашняя страница веб-интерфейса прибора содержит основные сведения о приборе, включая:

- Модель прибора, информацию о производителе, серийный номер и версию прошивки.
- Номер TCP Raw Socket и номер Telnet Port.
- Последнее сообщение LXI. По ссылке на архив сообщений можно перейти на домашнюю страницу LXI.
- Кнопку **ID** для помощи в идентификации прибора. См. раздел «Идентификация прибора» (на стр. 3-14).

## Идентификация прибора

При наличии нескольких приборов вы можете щелкнуть по кнопке ID, чтобы определить, с которым из приборов вы взаимодействуете в данный момент.

Перед попыткой найти прибор убедитесь, что с прибором установлено удаленное соединение.

### *Для идентификации прибора:*

В верхнем правом углу домашней страницы щелкните по кнопке **ID**.

Кнопка станет зеленой, а индикатор состояния ЛВС на приборе замигает.

Щелкните по кнопке **ID** еще раз, чтобы вернуть ее исходный цвет и вернуть индикатор состояния ЛВС к постоянному свечению.

## Просмотр событий LAN в журнале событий

В журнал событий записываются все события LXI, которые прибор формирует и получает. Журнал содержит следующие сведения:

- Столбец EventID содержит идентификатор события, которое сгенерировало событие.
- Столбец System Timestamp показывает время в секундах и наносекундах, когда событие произошло.
- Столбец Data отображает текст сообщения события.

Для очистки журнала событий и обновления информации на экране щелкните по кнопке **Refresh**.

## Определение используемого набора команд

Вы можете изменить набор команд, который используется с моделью DMM7510. В доступные наборы удаленных команд входят:

- SCPI: специальный язык, построенный по стандарту SCPI.
- TSP: язык программирования, содержащий управляющие команды, которые можно выполнить с отдельного прибора. TSP можно использовать для отправки отдельных команд или формирования сценариев из нескольких команд.

Смешивание наборов команд не допускается.

### ПРИМЕЧАНИЕ

После доставки из Keithley Instruments модель DMM7510 настроена на работу с набором команд Model DMM7510 SCPI.

### *Используя переднюю панель:*

1. Нажмите клавишу **MENU**.
2. В меню System выберите **Settings**.
3. Выберите кнопку рядом с Command Set.
4. Выберите набор команд.
5. На экран прибора будет выведено сообщение с предложением перезагрузить прибор.

**Проверка выбранного набора команд выбран:**

Пошлите команду:

\*LANG?

**Переход на набор команд SCPI с удаленного интерфейса:**

Пошлите команду:

```
*LANG SCPI
```

Перезагрузите прибор.

**Переход на набор команд TSP с удаленного интерфейса:**

Пошлите команду:

```
*LANG TSP
```

Перезагрузите прибор.

# Основные измерения с использованием передней панели

### Содержание раздела:

Обзор измерений, выполняемых с помощью модели DMM7510 ...	4-1
Измерительные возможности DMM7510 .....	4-2
Прогрев .....	4-2
Меры предосторожности при работе с сильноточными цепями ....	4-2
Измерения напряжения постоянного тока .....	4-3
Измерение напряжения переменного тока .....	4-6
Измерение постоянного тока .....	4-7
Измерение переменного тока .....	4-9
Измерения сопротивления .....	4-11
Измерение сопротивления с компенсацией смещения .....	4-18
Проверка целостности .....	4-20
Измерения частоты .....	4-22
Измерение периода .....	4-24
Измерения характеристик диодов .....	4-25
Температурные измерения .....	4-27
Измерения емкости .....	4-29
Измерение отношения величин постоянного напряжения .....	4-31
Функции оцифровки сигнала .....	4-34
Отображение результатов двух измерений .....	4-40
Вывод результатов измерения на экран .....	4-41

## Обзор измерений, выполняемых с помощью модели DMM7510

В данном разделе приводится описание схем подключения и основных измерений в каждом режиме.

### ПРИМЕЧАНИЕ

При составлении данного обзора измерений предполагалось, что режим измерения установлен на непрерывный (Continuous Measurement) (режим по умолчанию). При необходимости установите индикатор режима запуска на режим Continuous.

Рисунок 21: Индикатор режима запуска



## Измерительные возможности DMM7510

Модель DMM7510 выполняет следующие измерения:

- Измерения напряжения постоянного тока в диапазоне от 10 нВ до 1000 В
- Измерения истинного СКЗ переменного тока в диапазоне от 0,1 мкВ до 700 В
- Измерения постоянного тока в диапазоне от 1 пА до 10 А
- Измерения переменного тока в диапазоне от 1 нА до 10 А
- Измерения сопротивления по двухпроводной схеме в диапазоне от 0,1 мкОм до 1 ГОм
- Измерения сопротивления по четырехпроводной схеме в диапазоне от 0,1 мкОм до 1 ГОм
- Измерения целостности цепи в диапазоне от 100 мОм до 1 кОм
- Измерения частоты до 1 МГц при напряжении от 100 мВ до 700 В
- Измерения периода до 1 МГц при напряжении от 100 мВ до 700 В
- Измерения напряжения на диодах в диапазоне от 1 мкВ до 10 В
- Измерения температуры с помощью термометров сопротивления (РТД) по трех- и четырехпроводной схеме в диапазоне от -220 °С до 630 °С
- Измерение температуры с помощью термисторов в диапазоне от -80 °С до 150 °С
- Измерения емкости в диапазоне от 0,1 пФ до 1000 мкФ
- Измерения  $V_{input}$  и  $V_{sense}$  в диапазоне от 10 нВ до 1000 В; измерения  $V_{sense}$  доступны только на пределах 100 мВ, 1 В и 10 В
- Измерения напряжения с оцифровкой в диапазоне от 10 мкВ до 1000 В
- Измерения тока с оцифровкой в диапазоне от 1 нА до 10 А

## Прогрев

После включения DMM7510 необходимо прогреть в течение не менее полутора часов для стабилизации собственной температуры прибора. Если прибор подвергался воздействию экстремальных температур, необходимо увеличить продолжительность прогрева.

## Меры предосторожности при работе с сильноточными цепями

Для обеспечения безопасной эксплуатации при работе с сильноточными распределенными цепями ознакомьтесь и следуйте указаниям ниже.

### ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

**Возникновение дуговых разрядов взрывного характера в сильноточных цепях может привести к травмированию или смерти. В случае подключения DMM7510 к сильноточной цепи при установке на предел тока или предел низкого сопротивления происходит виртуальное закорачивание цепи. Возникновение опасных дуг возможно даже при установке DMM7510 на предел напряжения в случае сокращения минимального зазора напряжения во внешних подключениях.**

**В соответствии со стандартом IEC 60664 Международной электротехнической комиссии (IEC) порты модели 7510 относятся к категории II (CAT II) до 300 В. Запрещается превышать данное ограничение. Помимо этого запрещается подключать DMM7510 к цепям CAT III или CAT IV. Невыполнение данного требования может привести к повреждению прибора или травмированию оператора.**

При выполнении измерений в силовых цепях используйте измерительные провода, соответствующие следующим требованиям:

- Измерительные провода должны иметь полную изоляцию.
- Используйте только те провода, которые могут быть подключены к цепи (например, зажимы «крокодил» или разъемы с плоским наконечником) для работы в автоматическом режиме.
- Не используйте измерительные провода, уменьшающие зазор напряжения. Использование подобных проводов приводит к снижению защиты от электрических дуг и создает опасную ситуацию.

### Процедура тестирования цепи питания

Для тестирования цепей питания используйте следующую процедуру:

1. Отключите питание от цепи с помощью стандартного устройства соединения/разъединения. Например, отсоедините шнур питания устройства или переведите в выключенное состояние выключатель питания.
2. Подсоедините измерительные провода к тестируемой цепи. Используйте измерительные провода, отвечающие требованиям безопасности для данного случая. При работе с напряжениями выше 42 В используйте измерительные провода с двойной изоляцией или установите дополнительный изолирующий барьер для защиты оператора.
3. Установите на модели DMM7510 нужную измерительную функцию и предел.
4. Подайте питание в цепь с помощью установленного устройства соединения/разъединения и проведите измерения без отсоединения мультиметра.
5. Отключите подачу питания в цепь с помощью установленного устройства соединения/разъединения.
6. Отсоедините измерительные провода от тестируемой цепи.

### Измерения напряжения постоянного тока

Данный раздел содержит описание процедуры измерения напряжения постоянного тока с передней панели.

#### ВНИМАНИЕ

**Входы:** Запрещается подавать напряжение с пиковым значением более 1000 В между INPUT HI и LO. Невыполнение данного требования может привести к повреждению прибора.

## Схема подключения для измерения постоянного напряжения

Рисунок 22: Подключение к разъемам на передней панели для измерения напряжения постоянного тока

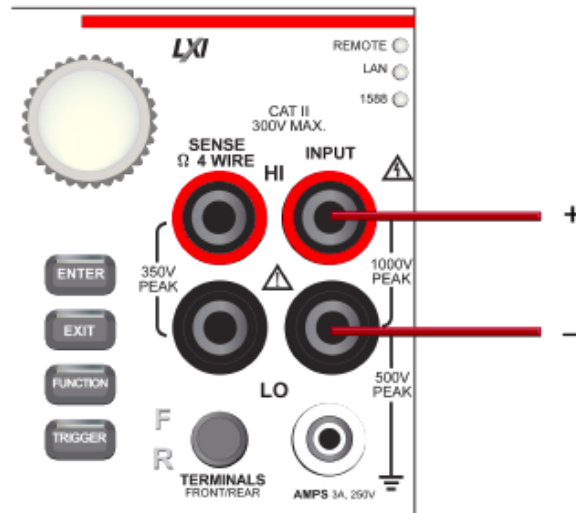
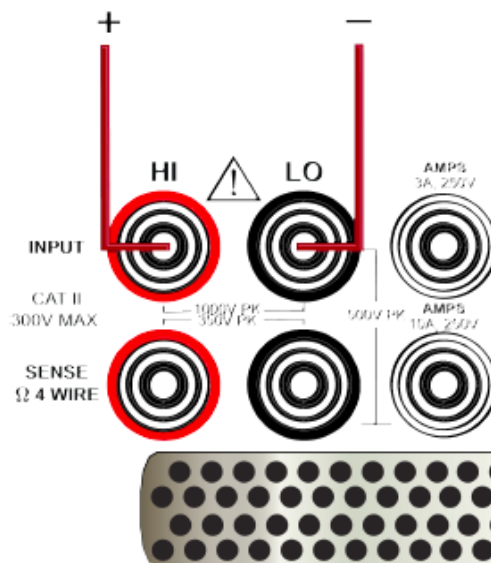


Рисунок 23: Подключение к разъемам на задней панели для измерения напряжения постоянного тока



## Измерение напряжения постоянного тока с помощью передней панели

### Измерение напряжения постоянного тока с помощью передней панели:

1. Подключите устройства в соответствии с рисунками выше.
2. Нажмите клавишу **FUNCTION**.
3. Выберите **DC Voltage**.
4. Нажмите и удерживайте клавишу **TRIGGER** в течение 2 секунд и убедитесь, что прибор установлен в режим непрерывного измерения (Continuous Measurement).

Прибор начинает выводить результаты измерения на экран на передней панели.

## Отображение показаний напряжения в децибелах

Прибор может отображать результаты измерения напряжения постоянного или переменного тока в децибелах (dB), что позволяет отобразить большой диапазон результатов измерения в существенно меньшем объеме. Соотношение между дБ и напряжением определяется следующим равенством:

$$\text{dB} = 20 \log \left| \frac{V_{\text{in}}}{V_{\text{ref}}} \right|$$

Где:

$V_{\text{in}}$  – сигнал постоянного или переменного тока на входе

$V_{\text{ref}}$  – установленный опорный уровень напряжения

Если применение относительного смещения находится во включенном состоянии в момент перехода на режим отображения в дБ, то значение преобразуется в дБ, а затем к полученной величине в дБ применяется величина относительного смещения. Если величина относительного смещения применяется уже после активизации режима отображения в дБ, то величина относительного смещения применяется уже к величине в дБ.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Наибольшая отрицательная величина, отображаемая в дБ, составляет -160 дБ, что включает соотношение  $V_{\text{in}} = 1$  мкВ и  $V_{\text{ref}} = 1000$  В.

## Входной импеданс при измерении напряжения постоянного тока

Пользователь может установить режим входного импеданса для функции измерения напряжения постоянного тока и оцифровки напряжения на автоматический (AUTO) или 10 МОм для всех пределов.

Автоматический режим входного импеданса обеспечивает измерение с минимальным шумом и максимальной изоляцией на тестируемом устройстве. При выборе автоматического режима входного импеданса пределы напряжения от 100 мВ до 10 В имеют входной импеданс более 10 ГОм. Для пределов 100 В и 1000 В между входными клеммами HI и LO устанавливается входной делитель 10 МОм.

Когда входной импеданс устанавливается на 10 МОм, то для пределов от 100 мВ до 1000 В устанавливается входной делитель на 10 МОм на участке между входными клеммами HI и LO. Импеданс 10 МОм обеспечивает получение стабильных результатов измерения при разомкнутых клеммах (примерно 100 мкВ при скорости отсчетов 1 PLC).

Автоматический режим входного импеданса является компромиссом между низким уровнем шума напряжения постоянного тока на пределах 100 мВ и 1 В и оптимизацией шума измерения вследствие инжекции заряда. Модель DMM7510 имеет оптимальные показатели низкого уровня шума и инжекции заряда при входном импедансе тестируемого устройства менее 100 кОм. При входном импедансе тестируемого устройства (ТУ) более 100 кОм установка входного импеданса на 10 МОм позволяет получить максимально низкий уровень шума на пределах 100 мВ и 1 В. Получение низкого уровня шума и инжекции заряда на короткое время на пределах 100 мВ и 1 В возможно с помощью отключения функции автоматической коррекции нуля. Для пределов от 10 В до 1000 В обе настройки входного импеданса обеспечивают получение низкого значения инжекции заряда.

При использовании входного делителя 10 МОм измерительная клемма INPUT HI подключается к INPUT LO.

Обратите внимание, что при включении входного делителя некоторые внешние устройства (такие как высоковольтные пробники) должны быть установлены на режим нагрузки 10 МОм.

### Настройка входного импеданса с передней панели:

1. Нажмите клавишу **MENU**.
2. Выберите **Settings**.
3. Выберите настройку **Input Impedance**.



**Настройка входного импеданса с помощью команд SCPI:**

`[:SENSe[1]]:<function>:INPutimpedance`

**Настройка входного импеданса с помощью команд TSP:**

Напряжение постоянного тока: `dmm.measure.inputimpedance` .

Измерение напряжения с оцифровкой: `dmm.digitize.inputimpedance`

**Измерение напряжения переменного тока**

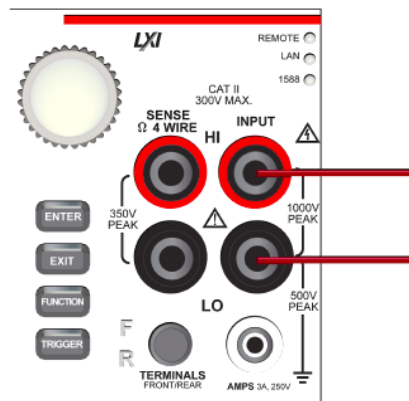
Данный раздел содержит описание процедуры измерения напряжения переменного тока с передней панели.

**⚠ ВНИМАНИЕ**

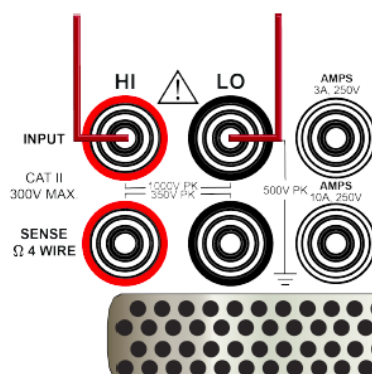
Запрещается подавать напряжение с пиковым значением более 1000 В между INPUT HI и LO. Невыполнение данного требования может привести к повреждению прибора.

**Схема подключения для измерения напряжения переменного тока**

**Рисунок 24: Подключение к разъемам на передней панели для измерения напряжения переменного тока**



**Рисунок 25: Подключение к разъемам на задней панели для измерения напряжения переменного тока**



## Измерение напряжения переменного тока с помощью передней панели

**Измерение напряжения переменного тока с помощью передней панели:**

1. Подключите устройства в соответствии с рисунками выше.
2. Нажмите клавишу **FUNCTION**.
3. Выберите **AC Voltage**.
4. Нажмите и удерживайте клавишу **TRIGGER** в течение 2 секунд и убедитесь, что прибор установлен в режим непрерывного измерения (Continuous Measurement).

Прибор начинает выводить результаты измерения на экран на передней панели.

## Измерение постоянного тока

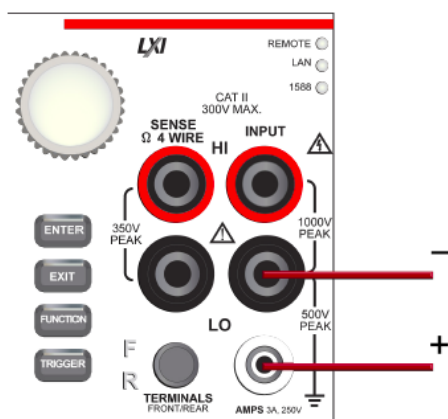
Данный раздел содержит описание процедуры измерения постоянного тока с передней панели.

### **⚠ ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ**

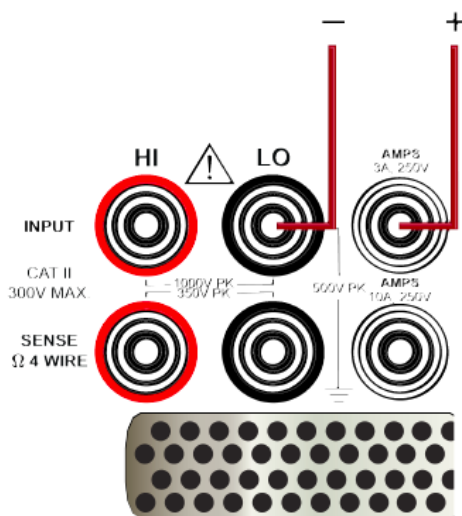
**Чтобы избежать поражения электрическим током, запрещается выполнять соединения или разъединения при наличии питания в тестируемой цепи.**

## Схема подключения для измерения постоянного тока

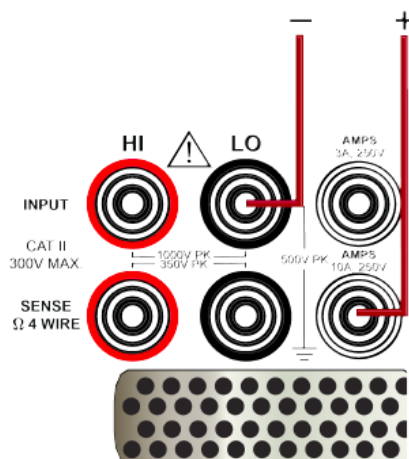
Рисунок 26: Подключение к разъемам на передней панели для измерения постоянного тока (3 А или менее)



**Рисунок 27: Подключение к разъемам на задней панели для измерения постоянного тока (3 А или менее)**



**Рисунок 28 : Подключение к разъемам на задней панели для измерения постоянного тока (10 А и менее)**



## Измерение постоянного тока с помощью передней панели

### Измерение постоянного тока с помощью передней панели:

1. Подключите устройства в соответствии с рисунками выше.
2. Нажмите клавишу **FUNCTION**.
3. Выберите **DC Current**.
4. Нажмите и удерживайте клавишу **TRIGGER** в течение 2 секунд и убедитесь, что прибор установлен в режим непрерывного измерения (Continuous Measurement).

Прибор начинает выводить результаты измерения на экран на передней панели.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Если активизированы разъемы задней панели (переключатель TERMINALS установлен на REAR) и включен режим автоматической установки пределов, то прибор может устанавливать в автоматическом режиме пределы только до 3 А. Предел 10 А не включен в алгоритм автоматической установки.

## Измерение переменного тока

Данный раздел содержит описание процедуры измерения переменного тока с передней панели.

## ⚠ ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

*Чтобы избежать поражения электрическим током, запрещается выполнять соединения или разъединения при наличии питания в тестируемой цепи.*

## Схема подключения для измерения переменного тока

Рисунок 29: Подключение к разъемам на передней панели для измерения переменного тока (3 А или менее)

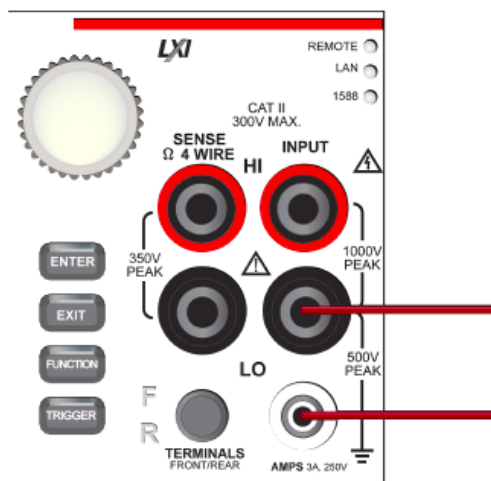


Рисунок 30: Подключение к разъемам на задней панели для измерения переменного тока (3 А или менее)

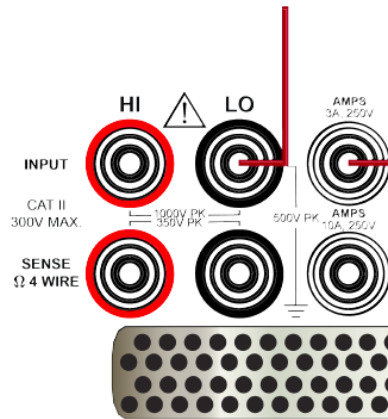
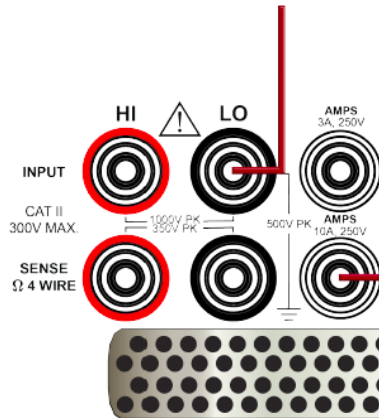


Рисунок 31: Подключение к разъемам на задней панели для измерения переменного тока (3 А или более)



## Измерение переменного тока с помощью передней панели

### Измерение переменного тока с помощью передней панели:

1. Подключите устройства в соответствии с рисунками выше.
2. Нажмите клавишу **FUNCTION**.
3. Выберите **AC Current**.
4. Нажмите и удерживайте клавишу **TRIGGER** в течение 2 секунд и убедитесь, что прибор установлен в режим непрерывного измерения (Continuous Measurement).

Прибор начинает выводить результаты измерения на экран на передней панели.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Если активизированы разъемы задней панели (переключатель TERMINALS установлен на REAR) и включен режим автоматической установки пределов, то прибор может устанавливать в автоматическом режиме пределы только до 3 А. Предел 10 А не включен в алгоритм автоматической установки.

## Измерения сопротивления

Измерения сопротивления с помощью модели DMM7510 можно проводить по двухпроводной или четырехпроводной схеме.

Для измерения сопротивлений более 1 кОм, как правило, используется двухпроводная схема. Для измерения сопротивлений менее 1 кОм рекомендуется использовать четырехпроводную схему, позволяющую компенсировать сопротивление измерительных проводов.

### ВНИМАНИЕ

Запрещается подавать напряжение с пиковым значением более 1000 В между INPUT HI и LO. Невыполнение данного требования может привести к повреждению прибора.

При измерении высоких сопротивлений в условиях высокой влажности используйте изолированные кабели марки Teflon™ с целью минимизации погрешностей вследствие утечки в кабелях.

## Сравнение двухпроводной и четырехпроводной схем

Для измерения с помощью мультиметра DMM7510 можно использовать двухпроводную или четырехпроводную схему подключения.

Четырехпроводную схему рекомендуется использовать в следующих случаях:

- Измерения низких значений импеданса
- Измерения импеданса менее 100 кОм

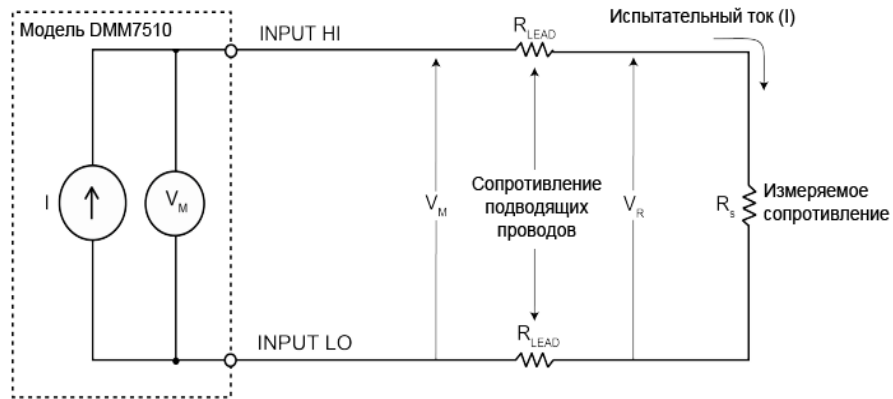
Четырехпроводную схему рекомендуется использовать в случаях, когда необходимо учитывать падение напряжения из-за сопротивления проводов или контактов, что может повлиять на точность измерения. Подобная ситуация возможна при работе с низкоомными устройствами при измерении через релейный выключатель и сопротивления канала в активном состоянии.

Двухпроводную схему можно использовать в случаях, когда падение напряжения вследствие использования двухпроводной схемы и сопротивления проводов минимально в сравнении с сопротивлением тестируемого устройства.

### Точность измерения сопротивления по двухпроводной схеме

Преимуществом двухпроводной схемы является то, что для измерения требуется только два измерительных провода, а скорость снятия показаний выше. Однако, как показано на рисунке ниже, к результату измерения добавляется общее сопротивление проводов, что может существенно повлиять на точность результата измерения сопротивления по двухпроводной схеме, в частности, при работе с низкоомными устройствами.

**Рисунок 32: Измерение сопротивления высокоомного устройства по двухпроводной схеме**



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

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

$I$  = Испытательный ток

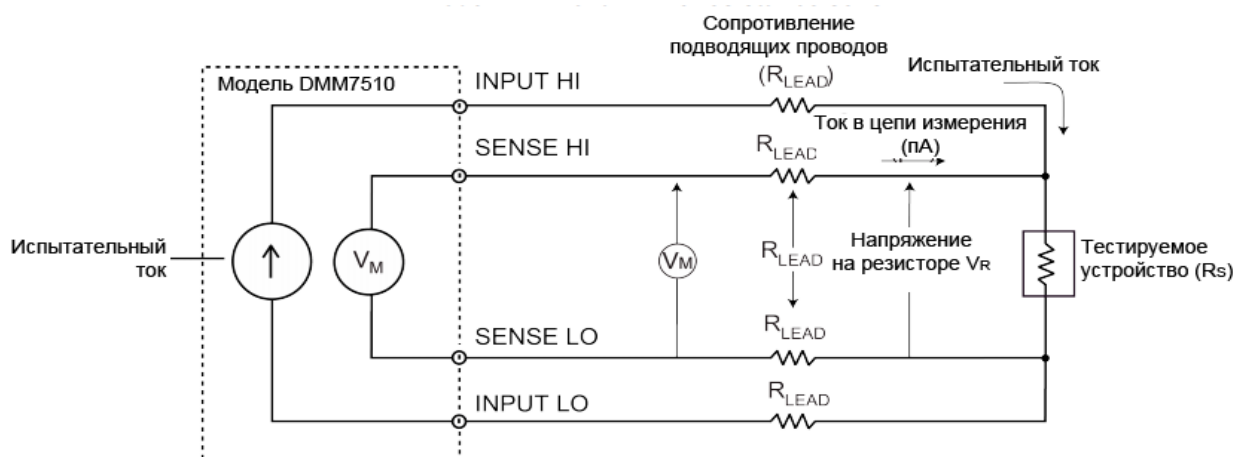
$V_M$  = Измеренное напряжение

$V_R$  = Напряжение на резисторе

### Сокращение влияния сопротивления подводящих проводов с помощью четырехпроводной схемы

Подключение по четырехпроводной схеме, показанное на рисунке ниже, позволяет сократить или компенсировать полностью влияние сопротивления подводящих проводов. Влияние сопротивления подводящих проводов максимально сокращается посредством измерения напряжения на тестируемом резисторе с помощью второго комплекта измерительных выводов. Ток, проходящий по измерительным выводам, ничтожный, и полученная величина напряжения практически равна напряжению на тестируемом резисторе. Обратите внимание, что измерительные выводы должны подключаться к тестируемому резистору как можно ближе, чтобы избежать включения сопротивления измерительных проводов в полученное значение.

Рисунок 33: Измерение сопротивления с помощью DMM7510 по четырехпроводной схеме



Ток в измерительной цепи ничтожен, поэтому  $V_M = V_R$

Измеренное сопротивление составляет  $\frac{V_M}{I} = \frac{V_R}{I} = R_s$ .

### Обнаружение разомкнутых выводов

При использовании четырехпроводной схемы возможно получение нестабильных показаний в случае размыкания клемм Sense HI, Sense LO или обеих. Это может быть следствием повреждения измерительных выводов.

Избежать появления нестабильных показаний вследствие размыкания выводов можно с помощью функции обнаружения разомкнутых выводов. При активизации данной функции и установке предела на значения от 1 Ом до 1 МОм, прибор подает в импульсном режиме отрицательный ток в течение 1 мс на клеммы Sense HI и Sense LO. Если сигнал на любой из клемм менее -10 мВ, то на экран выводится сообщение "OverflowΩ". Если сигнал превышает -10 мВ, прибор автоматически прекращает подавать ток и продолжает выполнять измерение по четырехпроводной схеме. При работе на пределах от 10 МОм до 1 ГОм отрицательный ток подается только на клемму Sense LO, что позволяет сократить время настройки и шум ТУ.

При включенной функции обнаружения разомкнутых выводов присутствует минимальное влияние на скорость снятия показаний и увеличение надежности и целостности результатов измерения.

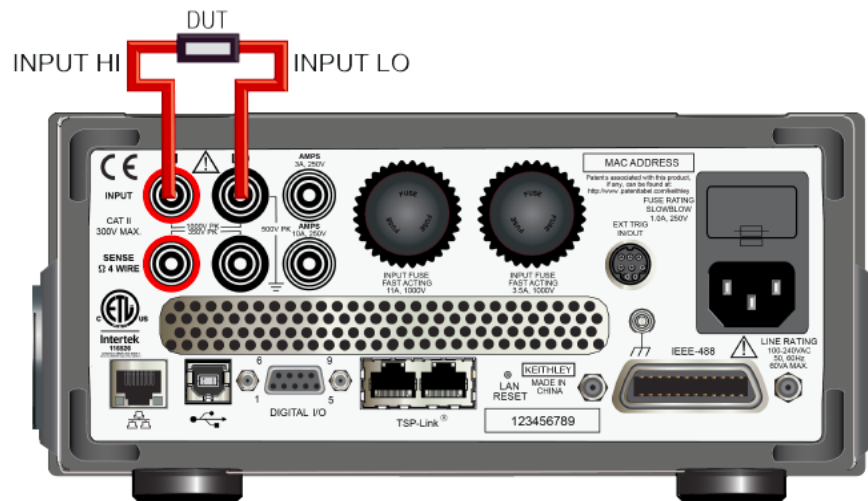
Функция обнаружения разомкнутых выводов снижает скорость снятия показаний на 2 мс, в течение которых выполняется проверка клемм Sense HI и Sense LO. Также при измерениях, выполняемых с использованием длинных емкостных кабелей или коммутаторов, импульсный ток, используемый для обнаружения разомкнутых выводов, может приводить к увеличению времени стабилизации и снижению точности, особенно на пределах от 10 кОм до 1 МОм.



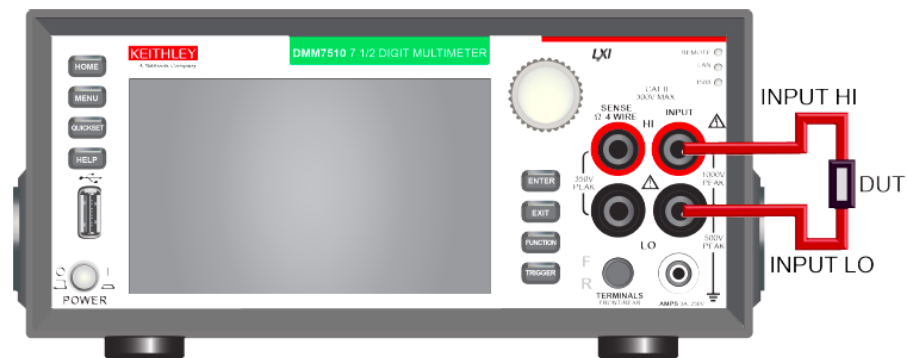
### Подключение по двухпроводной схеме

Подключение по двухпроводной схеме показано на рисунках ниже.

**Рисунок 34: Подключение ТУ к разъемам на задней панели по двухпроводной схеме**



**Рисунок 35: Подключение ТУ к разъемам на передней панели по двухпроводной схеме**



### Подключение по четырехпроводной схеме

Использование четырехпроводной схемы позволяет добиться максимальной точности при измерении низкоомных устройств. Специфицированные значения точности, приводимые при описании измерительных возможностей прибора, гарантируются только при условии использования четырехпроводной схемы.

Четырехпроводная схема подключения демонстрируется на рисунках ниже.

### Подключение по четырехпроводной схеме

Измерительные выводы должны подключаться максимально близко к тестируемому устройству.

**Рисунок 36: Подключение по четырехпроводной схеме к разъемам на задней панели DMM7510**



**Рисунок 37: Подключение по четырехпроводной схеме к разъемам на передней панели DMM7510**



## Измерение сопротивления по двухпроводной схеме

Рисунок 38: Подключение по двухпроводной схеме к разъемам на передней панели для измерения сопротивления

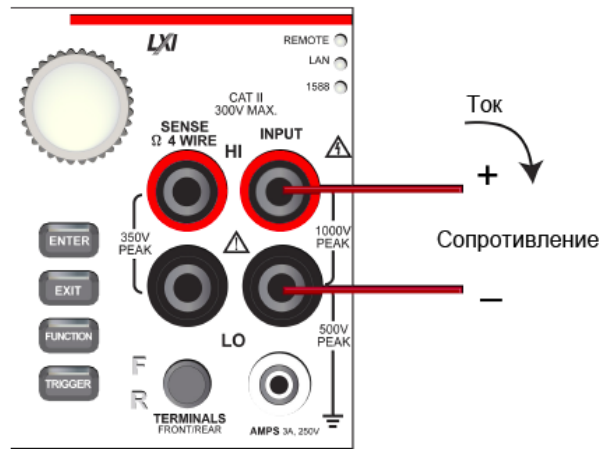
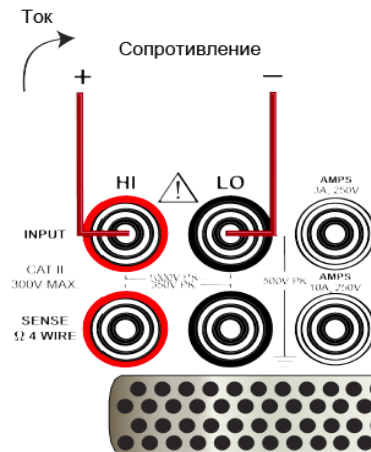


Рисунок 39: Подключение по двухпроводной схеме к разъемам на задней панели для измерения сопротивления



## Измерение сопротивления по двухпроводной схеме с помощью передней панели

### Измерение сопротивления по двухпроводной схеме с помощью передней панели

1. Подключите устройства в соответствии с рисунками выше.
2. Нажмите клавишу **FUNCTION**.
3. Выберите **2W Res**.
4. Если прибор установлен в режим непрерывного измерения, то прибор начинает выводить результаты измерения на экран на передней панели.  
Если прибор установлен в режим ручного запуска или использования модели запуска, то для выполнения измерения нажмите клавишу **TRIGGER**.

## Подключение по четырехпроводной схеме

Рисунок 40: Подключение по четырехпроводной схеме к разъемам на передней панели для измерения сопротивления

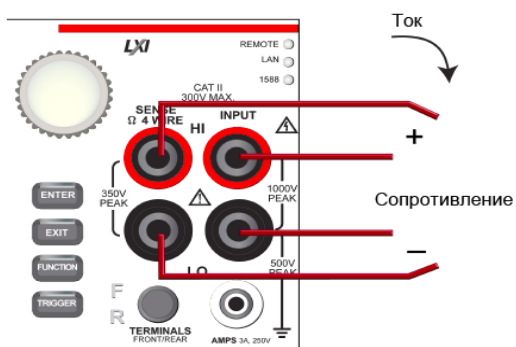
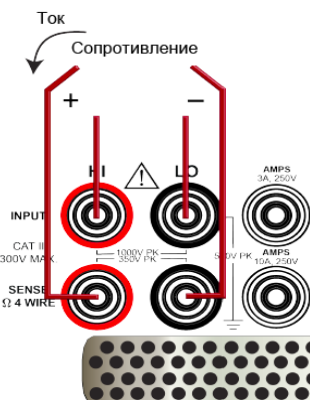


Рисунок 41: Подключение по четырехпроводной схеме к разъемам на задней панели для измерения сопротивления



## Измерение сопротивления по четырехпроводной схеме с помощью передней панели

### Измерение сопротивления по четырехпроводной схеме с помощью передней панели

1. Подключите устройства в соответствии с рисунками выше.
2. Нажмите клавишу **FUNCTION**.
3. Выберите **4W Res**.
4. Нажмите и удерживайте клавишу **TRIGGER** в течение 2 секунд и убедитесь, что прибор установлен в режим непрерывного измерения (Continuous Measurement).

Прибор начинает выводить результаты измерения на экран на передней панели.

### **Измерение сопротивления с компенсацией смещения**

Точность измерения сопротивления может ухудшаться под воздействием паразитных термоэлектрических потенциалов ( $V_{EMF}$ ). Для устранения помех от этих нежелательных термоэлектрических потенциалов можно использовать компенсацию смещения.

При работе с четырехпроводной схемой после включения компенсации смещения предел измерения ограничивается до максимум 100 кОм. Функция компенсации смещения автоматически включается при активизации функции схемы с малыми токами («сухой» схемы).

В двухпроводном режиме измерения сопротивления функция компенсации смещения всегда выключена.

При измерении температуры функция компенсации смещения доступна только для трехпроводного термометра или четырехпроводного термометра сопротивления (3-wire RTD, 4-wire RTD).

### **Измерение сопротивления в режиме схемы с малыми токами (Dry circuit)**

При стандартных измерениях сопротивления напряжение холостого хода составляет от 6,4 В до 14,7 В в зависимости от выбранного предела измерения. При измерении сопротивления в режиме Dry circuit напряжение холостого хода ограничено до диапазона от 20 мВ до 27 мВ, позволяя тем самым выполнять измерения сопротивления, при которых требуется низкое напряжение холостого хода, таких как измерение мощности и измерения сопротивления при малом уровне выбросов.

Режим Dry circuit можно использовать только в четырехпроводной схеме ( $\Omega 4$ ) на пределах измерения до 10 к $\Omega$  (максимальное сопротивление 2,4 кОм).

Для компенсации паразитных термоэлектрических потенциалов здесь можно использовать компенсацию смещения. При активизации режима Dry circuit компенсация смещения включается автоматически.

### **Измерение сопротивления контактов (контроль наличия окисной пленки)**

В идеале между контактами соединителей или реле должно быть нулевое переходное сопротивление. Однако в реальности возможно образование на контактах окисной пленки, обладающей высоким (вплоть до нескольких сотен мОм) сопротивлением. Образование окисной пленки вызывает изменение переходного сопротивления контактов с течением времени и при изменении условий окружающей среды (например, температуры и влажности).

У мультиметра DMM7510 и у других стандартных мультиметров для измерения низкоомных сопротивлений обычно применяется четырехпроводная схема. Однако в стандартном режиме измерения действует относительно высокое напряжение холостого хода, которое вызывает пробой окисной пленки, в результате чего теряется смысл таких измерений.

Ограничение прикладываемого к измеряемой цепи напряжения до 25 мВ сводит к минимуму его воздействие на измеряемый контактный переход. Столь низкое напряжение не способно вызвать пробой окисной пленки, что обеспечивает достоверность измерения переходного сопротивления с учетом сопротивления окисной пленки.

Окисные пленки могут формироваться, в частности, у соединений на микрочипах полупроводниковых изделий. Чтобы точно измерить сопротивление, вносимое окисной пленкой, следует измерять его в режиме схемы с малыми токами во избежание пробоя окисной пленки.

### Включение и выключение режима Dry circuit для измерения сопротивления

Измерение сопротивления в режиме Dry circuit возможно только в четырехпроводной схеме.

После включения режима Dry circuit на экран справа от измерения выводится индикатор DRYCR.

При измерении с помощью четырехпроводной схемы на пределах от 1 до 100 кОм и в режиме Dry circuit от 1 до 10 кОм появление термоэлектрических потенциалов в измерительных выводах или тестируемом устройстве может привести к погрешностям в измерении. Для компенсации данной погрешности при переходе в режим Dry circuit автоматически включается функция компенсации смещения.

При включении компенсации смещения выполняются два измерения. Первое измерение выполняется с испытательным током  $I_{off}$ , подаваемым с HI и LO и измеряемым на клеммах Sense HI и Sense LO. Второе измерение выполняется на клеммах Sense HI и Sense LO с испытательным током  $I_{on}$ , протекающим от HI к LO. Разница между измерениями  $I_{on}$  и  $I_{off}$  применяется в качестве величины смещения для компенсации влияния термоэлектрических потенциалов.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Если включен режим Dry circuit, автоматически активизируется режим компенсации смещения (справа от измерения отображается OCOMP). Если использование компенсации смещения не требуется, после включения режима Dry circuit отключите функцию компенсации смещения.

#### С передней панели:

1. Нажмите клавишу **FUNCTION**.
2. Выберите **4W Res.**
3. Нажмите клавишу **MENU**.
4. Прокрутите экран вниз.
5. Установите настройку Dry Circuit в положение ON, чтобы включить милливольтовый режим, или в положение OFF, чтобы выключить.
6. Нажмите клавишу **HOME** для возврата к экрану измерения.

#### С использованием команд SCPI:

Отправьте команду:

```
:SENSe:FUNction "FRES"  
:SENSe:FRES:DCIRcuit ON
```

#### С использованием команд TSP:

Отправьте команду:

```
dmm.measure.func = dmm.FUNC_4W_RESISTANCE  
dmm.measure.drycircuit = dmm.ON
```

### Измерения сопротивления в режиме Dry circuit

Убедитесь, что включен режим измерения по четырехпроводной схеме. Подробнее см. в п. «Измерение сопротивления по четырехпроводной схеме» на стр. 4-17.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Запрещается выполнять подключения к тестируемому устройству до включения режима Dry circuit.

#### *Измерение в режиме Dry circuit:*

1. Включите режим Dry circuit. См. п. «Включение/выключение режима Dry circuit» (на стр. 4-19).
2. Подключите ТУ по четырехпроводной схеме.
3. Выберите индикатор способа запуска и установите **Manual Trigger Mode**.
4. Нажмите клавишу **TRIGGER**.
5. Снимите показание с экрана. В случае отображения сообщения “Overflow” устанавливайте более высокий предел до тех пор, пока не будет отображено нормальное показание, или выберите режим Auto для автоматической установки предела. В случае выбора предела вручную используйте самый низкий из возможных для получения наилучшего разрешения.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Как и для других измерительных настроек состояния режима Dry circuit и компенсации смещения сохраняются с режимом измерения сопротивления по четырехпроводной схеме. В случае выбора другой измерительной функции необходимо заново установить режим измерения по четырехпроводной схеме, включенное или выключенное состояние режима Dry circuit и компенсации смещения.

### Проверка целостности

В данном разделе описывается процедура проверки целостности цепи с передней панели.

Модель DMM7510 способна проверять целостность с использованием двухпроводной схемы и предела 1 кОм с установленным пользователем пороговым уровнем сопротивления. Если результаты измерения ниже установленного порогового уровня, прибор отображает показания сопротивления. Если результаты измерения превышают установленный пороговый уровень, прибор выводит сообщение “OPEN” (разомкнуто).

Функция проверки целостности не поддерживает относительное смещение. Используйте операцию  $m \pm b$ , где  $b$  является смещением, для компенсации сопротивления кабеля.

## ПРИМЕЧАНИЕ

Скорость снятия показаний для проверки целостности всегда установлена на 0,006 PLC (0,006 периода сетевого напряжения).

## Схемы подключения для проверки целостности цепи

Рисунок 42: Подключение к разъемам на передней панели для проверки целостности

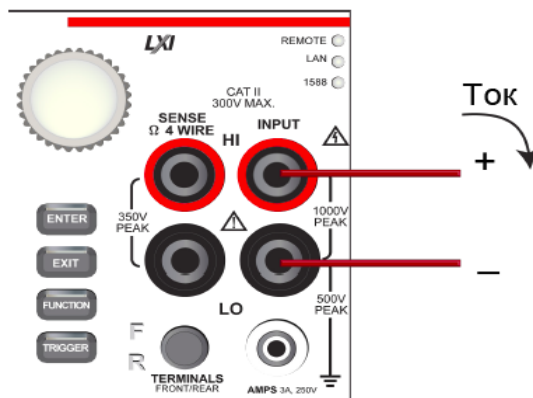
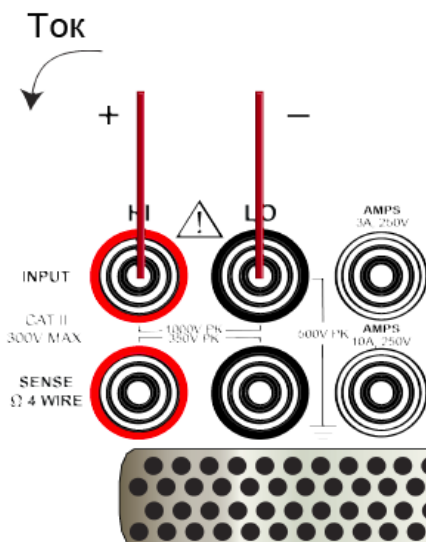


Рисунок 43: Подключение к разъемам на задней панели для проверки целостности



## Проверка целостности цепи с помощью передней панели

### Проверка целостности цепи с помощью передней панели

1. Подключите устройства в соответствии с рисунками выше.
2. Нажмите клавишу **FUNCTION**.
3. Выберите **Continuity**.
4. Нажмите и удерживайте клавишу **TRIGGER** в течение 2 секунд и убедитесь, что прибор установлен в режим непрерывного измерения (Continuous Measurement).

Прибор начинает выводить результаты измерения на экран на передней панели.



## Измерения частоты

В данном разделе описывается процедура измерения частоты с передней панели. Измерения частоты могут проводиться только для сигналов напряжения.

Измерения частоты и периода поддерживают установку фиксированного предела и автоматический режим выбора предела в диапазоне от 100 мВ до 700 В. Пределы масштабируются соответственно СКЗ синусоидального напряжения.

В случае выбора режима автоматической установки предела измерение выполняется в 2 этапа: измерение напряжения переменного тока и измерение частоты или периода. При измерении напряжения переменного тока прибор измеряет амплитуду и выбирает предел так, чтобы сигнал составлял от 11% до 110%. Второе измерение включает измерение частоты или периода.

Частота и период указываются для входного сигнала прямоугольной формы. Входной сигнал должен составлять более 10% от предела напряжения переменного тока. Если входной сигнал менее 20 мВ и измеряется на пределе 100 мВ, частота должна быть больше 10 Гц. Для входных сигналов синусоидальной формы частота на входе должна быть более 100 Гц.

Пользователь может установить метод запуска по пересечению нулевой линии в диапазоне от -700 В до 700 В. Входной сигнал связан по переменному току с обнаружением пересечения нулевой линии.

Пороговые уровни масштабируются до 100% пика выбранного предела. Например, если выбран предел 1 В, а пороговый уровень установлен на 0,5 В, измеритель частоты или периода отсчитывает части сигнала на входе при уровне более 0,5 В или  $0,353 V_{СКЗ}$  для синусоидальных сигналов.

Для использования порогового уровня необходимо установить пороговый предел на конкретное значение (в данном случае выбор автоматической настройки предела невозможен).

### ВНИМАНИЕ

Запрещается подавать напряжение с пиковым значением более 1000 В между INPUT HI и LO. Невыполнение данного требования может привести к повреждению прибора.

## Схемы подключения для измерения частоты

Рисунок 44: Подключение к разъемам на передней панели для измерения частоты

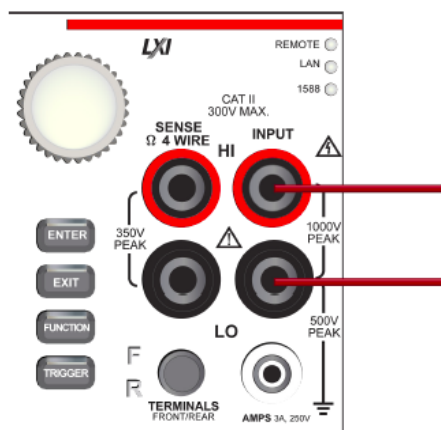
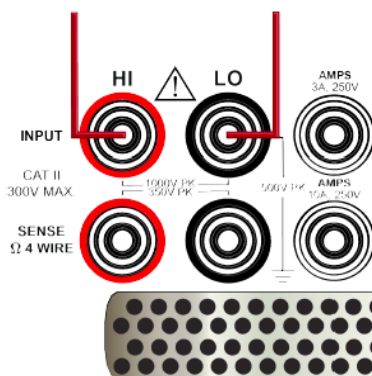


Рисунок 45: Подключение к разъемам на задней панели для измерения частоты



## Измерение частоты с помощью передней панели

### Измерение частоты с помощью передней панели

1. Подключите устройства в соответствии с рисунками выше.
2. Нажмите клавишу **FUNCTION**.
3. Выберите **Frequency**.
4. Нажмите и удерживайте клавишу **TRIGGER** в течение 2 секунд и убедитесь, что прибор установлен в режим непрерывного измерения (Continuous Measurement).

Прибор начинает выводить результаты измерения на экран на передней панели.

## Измерение периода

В данном разделе описывается процедура измерения периода с передней панели. Измерения периода могут проводиться только для сигналов напряжения.

### ⚠ ВНИМАНИЕ

Запрещается подавать напряжение с пиковым значением более 1000 В между INPUT HI и LO. Невыполнение данного требования может привести к повреждению прибора.

## Схемы подключения для измерения периода

Рисунок 46: Подключение к разъемам на передней панели для измерения периода

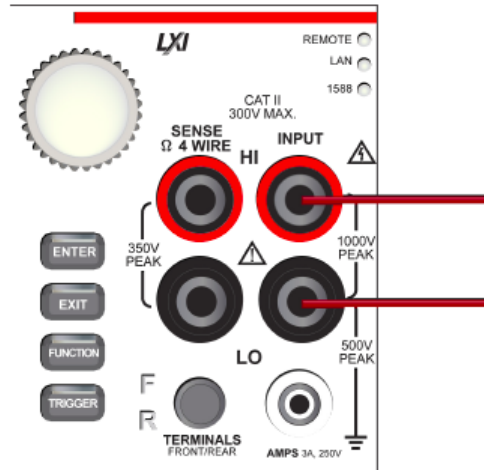
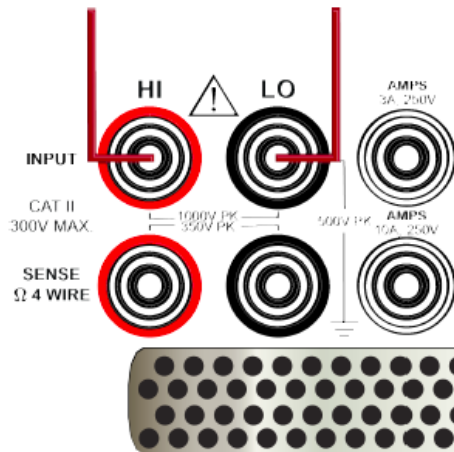


Рисунок 47: Подключение к разъемам на задней панели для измерения периода



## Измерение периода с помощью передней панели

### Измерение периода с помощью передней панели

1. Подключите устройства в соответствии с рисунками выше.
2. Нажмите клавишу **FUNCTION**.
3. Выберите **Period**.
4. Нажмите и удерживайте клавишу **TRIGGER** в течение 2 секунд и убедитесь, что прибор установлен в режим непрерывного измерения (Continuous Measurement).

Прибор начинает выводить результаты измерения на экран на передней панели.

## Измерения характеристик диодов

Модель DMM7510 позволяет измерять падение напряжения в режиме прямого тока диодов общего назначения и напряжение туннельного пробоя стабилитронов. Измерение падения напряжения в режиме прямого тока можно выполнять на пределе 10 В с постоянным испытательным током (уровень смещения). Уровень смещения может быть установлен на 10 мкА, 100 мкА или 1 мА.



### ПОДСКАЗКА

Ток  $I_{test}$  в режиме проверки диодов имеет большую стабильность, но он составляет  $\pm 5\%$  от фактического значения. Для простой проверки ВАХ полупроводников можно определить фактическую величину воспроизводимого тока  $I_{test}$  с помощью команды дистанционного управления, позволяющей получить точное значение тока для настройки уровня смещения. При работе с набором команд SCPI используйте команду [:SENSe[1]]:<function>:BIAS:ACTual?, при работе с набором команд TSP - dmm.measure.bias.actual.



### ВНИМАНИЕ

Запрещается подавать напряжение с пиковым значением более 1000 В между INPUT HI и LO. Невыполнение данного требования может привести к повреждению прибора.

## Схемы подключения для проверки диодов

Рисунок 48: Подключение к разъемам на передней панели для проверки диодов

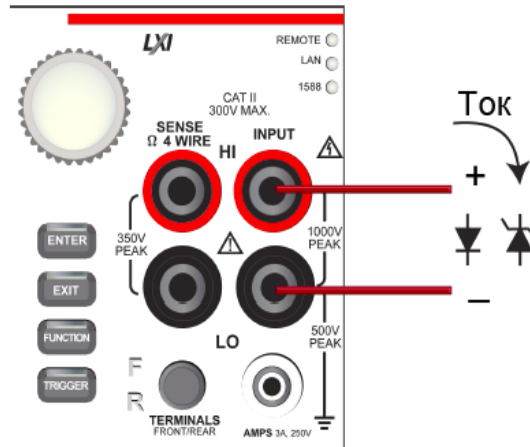
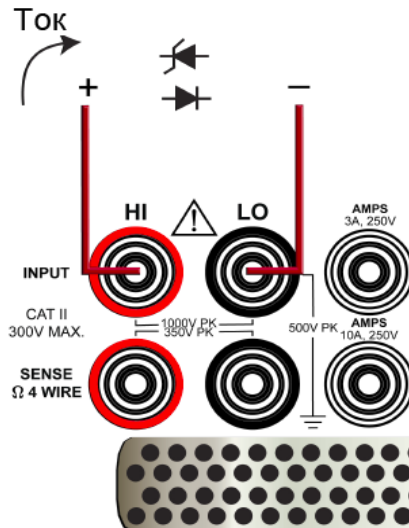


Рисунок 49: Подключение к разъемам на задней панели для проверки диодов



### Измерение смещения диода в режиме прямого тока с помощью передней панели

#### Измерение смещения диода в режиме прямого тока с помощью передней панели

1. Подключите устройства в соответствии с рисунками выше.
2. Нажмите клавишу **FUNCTION**.
3. Выберите **Diode**.
4. Нажмите и удерживайте клавишу **TRIGGER** в течение 2 секунд и убедитесь, что прибор установлен в режим непрерывного измерения (Continuous Measurement).

Прибор начинает выводить результаты измерения на экран на передней панели.

## Температурные измерения

В данном разделе содержится настройки температурных измерений. Температуру можно измерять с помощью термопар, термисторов и трех- или четырехпроводных термометров сопротивления (РТД).

### Схемы подключения для измерения температуры

Рисунок 50: Подключение термистора по двухпроводной схеме

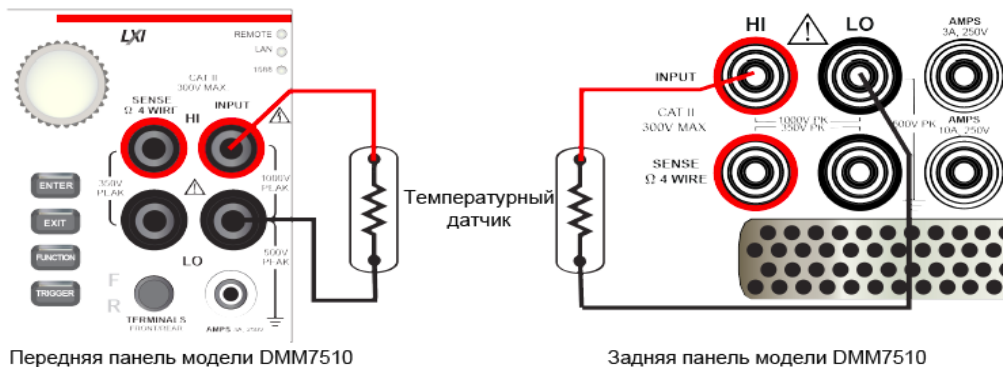
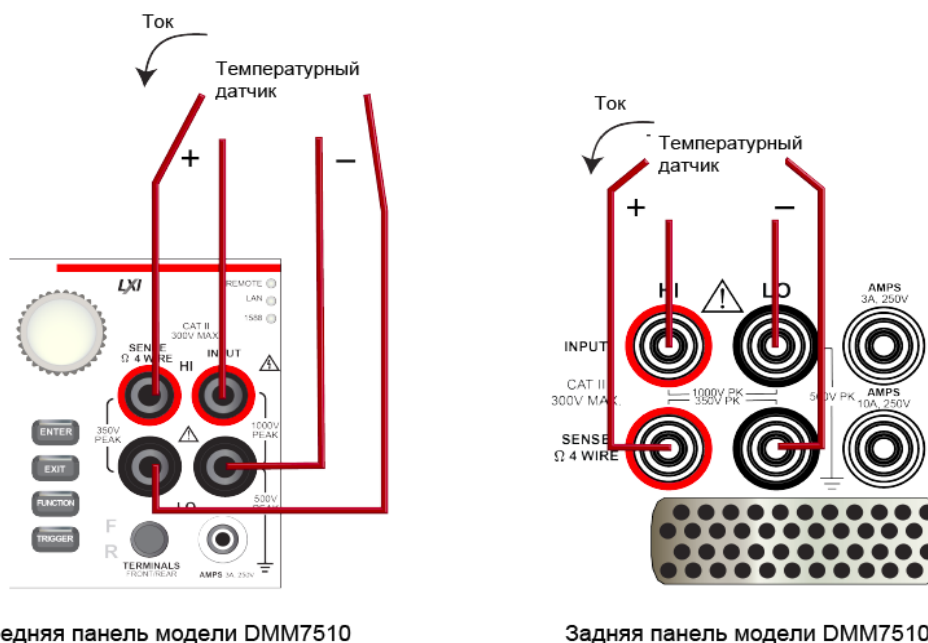


Рисунок 51: Подключение термометра сопротивления по четырехпроводной схеме



## Температурные измерения с помощью передней панели

### Температурные измерения с помощью передней панели

1. Подключите устройства в соответствии с рисунками выше.
2. Нажмите клавишу **FUNCTION**.
3. Выберите **Temperature**.
4. Нажмите и удерживайте клавишу **TRIGGER** в течение 2 секунд и убедитесь, что прибор установлен в режим непрерывного измерения (Continuous Measurement).

Прибор начинает выводить результаты измерения на экран на передней панели.

### Типы температурных датчиков

Для работы с моделью DMM7510 можно использовать термопары, термисторы, трехпроводные и четырехпроводные термометры сопротивления.

При работе с термопарами используемый температурный диапазон зависит от типа термопары. Модель DMM7510 поддерживает работу с термопарами типа B, E, J, K, N, R, S и T.

Модель DMM7510 поддерживает работу с термисторами типа 2252, 5000 и 10000. Обратите внимание, что для вычисления температуры термистора используются коэффициенты аппроксимации кривой. Коэффициенты аппроксимации кривой, указываемые производителями термисторов, могут не совпадать с коэффициентами, используемыми моделью DMM7510/

Модель DMM7510 поддерживает трехпроводные и четырехпроводные типы термометров сопротивления:

- PT100
- D100
- F100
- PT385
- PT3916

Также пользователь может установить пользовательский тип датчика. В случае выбора пользовательского типа датчика можно определить величины «альфа», «бета», «дельта» и «ноль» резистивного датчика температуры.

В случае измерения температуры с помощью трехпроводного термометра сопротивления используются входные клеммы HI, LO и SENSE LO. SENSE LO измеряет сопротивление подводных проводов и корректирует результат измерения сопротивления перед преобразованием полученного значения в температуру. Точность трехпроводного РТД указывается с рассогласованием сопротивления подводных проводов в 0,1 Ом для INPUT HI и INPUT LO. На каждые 0,1 Ом рассогласования сопротивления подводных проводов добавляйте 0,25 °C.

При использовании четырехпроводного РТД, по умолчанию, модель DMM7510 измеряет температуру с активизацией компенсации смещения и функции обнаружения разомкнутых цепей, что обеспечивает получение максимально точных и надежных результатов при измерении низких сопротивлений РТД. Если в приоритете находится высокая скорость измерения, а не максимальная точность, то функцию компенсации смещения и обнаружения разомкнутых цепей для трех- и четырехпроводных РТД можно отключить.

## Измерения емкости

Модель DMM7510 позволяет измерять электрическую емкость.

В режиме измерения емкости через тестируемое устройство подается постоянный ток  $I_{test}$  и измеряется напряжение (dV) в течение фиксированного временного интервала (dt). Измерение емкости выглядит следующим образом:

$$I_{test} \cdot dt / dV$$

Измерение емкости выполняется в 2 этапа: разряд и заряд. Во время этапа разряда тестируемое устройство подключается через внутренний источник тока 13 мА и разряжается до примерно 0 В. На этапе заряда подается ток  $I_{test}$  и измеряется напряжение. Если напряжение на ТУ превышает 2,8 В  $\pm$  10%, то подача тока  $I_{test}$  приостанавливается и напряжение удерживается до этапа разряда. Если напряжение менее 2,8 В, то выполняется вычисление результирующей емкости.

Измерение емкости может производиться на пределах от 1 нФ до 1 мФ. На каждом пределе выполняется измерение от 0% до 120% от полной шкалы. Скорость снятия показаний зависит от предела и % от полной шкалы.

Токи разряда 13 А и  $I_{test}$  имеют защиту до 1000 В.

Измерение емкости имеет фиксированное апертурное время.

### ВНИМАНИЕ

Запрещается подавать напряжение с пиковым значением более 1000 В между INPUT HI и LO. Невыполнение данного требования может привести к повреждению прибора.



## Схемы подключения для измерения емкости

Рисунок 52: Подключение к разъемам на передней панели для измерения емкости

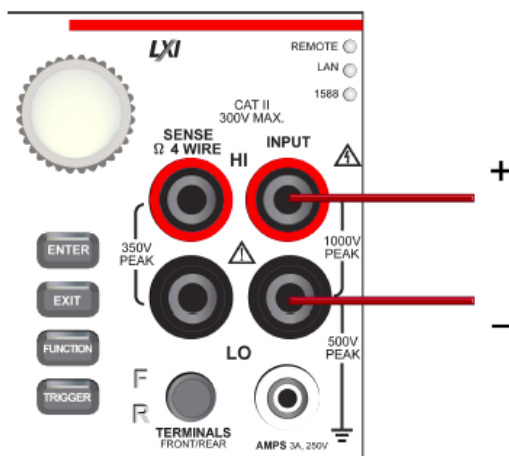
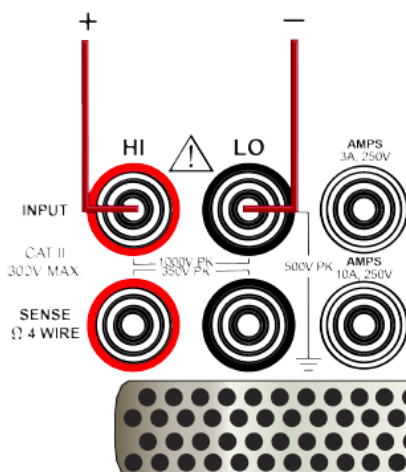


Рисунок 53: Подключение к разъемам на задней панели для измерения емкости



## Измерение емкости с помощью передней панели

### Измерение емкости с помощью передней панели

1. Подключите устройства в соответствии с рисунками выше.
2. Нажмите клавишу **FUNCTION**.
3. Выберите **Capacitance**.
4. Нажмите и удерживайте клавишу **TRIGGER** в течение 2 секунд и убедитесь, что прибор установлен в режим непрерывного измерения (Continuous Measurement).

Прибор начинает выводить результаты измерения на экран на передней панели.

## Измерение отношения величин постоянного напряжения

Функция измерения отношения величин постоянного напряжения вычисляет соотношение между напряжением на входе (числитель) и опорным напряжением (знаменатель). Данная функция полезна в случаях, когда необходимо сравнить одно или более значений напряжения с каким-то одним. Сравнение возможно только для напряжений постоянного тока.

Клеммы SENSE используются в качестве опорного напряжения ( $V_s$ ). Клеммы SENSE позволяют измерять напряжение постоянного тока на пределах 100 мВ, 1 В и 10 В.

Клеммы INPUT служат для вывода напряжения ( $V_i$ ), которое будет сравниваться с опорным значением, и позволяют измерять напряжение постоянного тока на пределах 100 мВ, 1 В, 10 В, 100 В и 1000 В.

Отношение вычисляется следующим образом:

$$\text{Отношение} = \frac{V_{\text{input}} - V_{\text{input\_rel}}}{V_{\text{sense}} - V_{\text{sense\_rel}}}$$

### ⚠ ВНИМАНИЕ

SENSE HI и LO должны иметь привязку к INPUT LO.

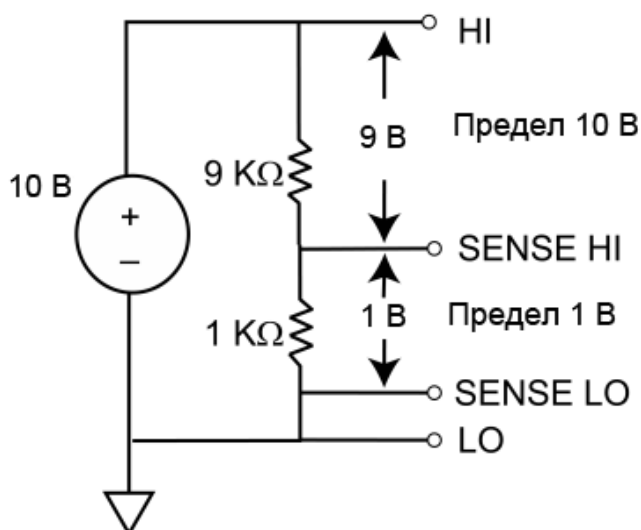
Запрещается подавать на SENSE HI сигнал, превышающий 125%, с привязкой к INPUT LO, от выбранного предела измерения.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Для получения доступа к дополнительному значению в буфере показаний необходимо тип буфера установить на настройку Full. Дополнительное значение доступно в разделе Reading Details на передней панели или может быть получено с помощью команды SCPI :TRACe:DATA? или команды TSP bufferVar.extravalues.

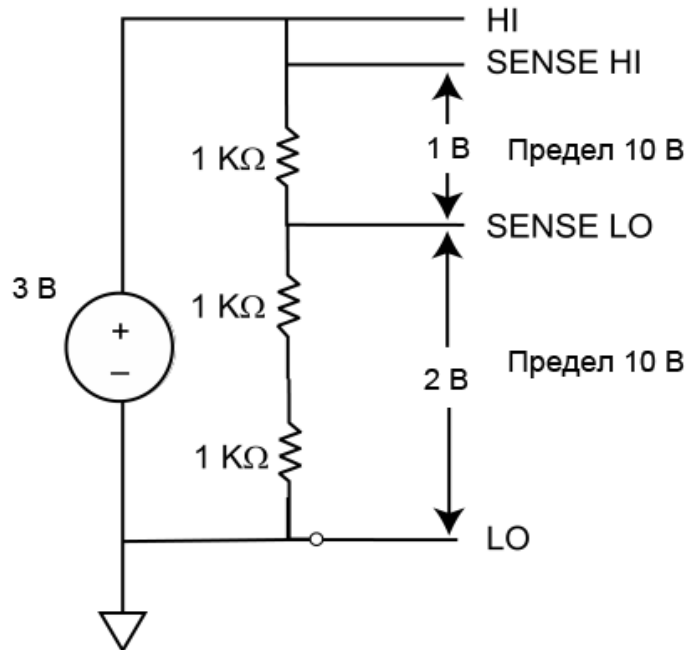
Например, если вы работаете с резистивной цепью 9 кОм/ 1 кОм, подключите к цепи источник напряжения 10 В. Подключите к резистивной цепи 9 кОм/ 1 кОм измерительные клеммы Input HI и LO и выберите предел измерения 1 В. Подключите Sense HI и LO к участку цепи 1 кОм и выберите предел 100 мВ. Измерение отношения выдаст результат примерно 10.00000.

**Рисунок 54: Пример цепи 9 кОм/ 1 к Ом с отношением величин постоянного напряжения**



В качестве еще одного примера можно рассмотреть резистивную цепь 1 кОм/ 1 кОм/ 1 кОм. Если напряжение 3 В подается на все три резистора 1 кОм, а напряжение  $V_{\text{sense}}$  на первый резистор 1 кОм, установите  $V_{\text{input}}$  на предел 10 В, а  $V_{\text{sense}}$  на предел 1 В. Результатом измерения соотношения будет примерно 3.00000. Если  $V_{\text{sense}}$  будет установлено на предел 1 В, то на экране отобразится сообщение о переполнении, поскольку клеммы SENSE HI и SENSE LO превышают максимальное допустимое отношение к клеммам LO в 125%. Отношение SENSE HI к LO составляет 3 В, а SENSE LO к LO – 2 В, соответственно.

**Рисунок 55: Пример цепи 1 кОм/1 кОм/ 1 кОм с отношением постоянного напряжения**



### ⚠ ВНИМАНИЕ

Запрещается подавать напряжение с пиковым значением более 1000 В на клеммы INPUT или более 350 В на клеммы SENSE. Невыполнение данного требования может привести к повреждению прибора.

## Схемы подключения для измерения отношения величин постоянного напряжения

Рисунок 56: Подключение к разъемам на передней панели для измерения отношения величин постоянного напряжения

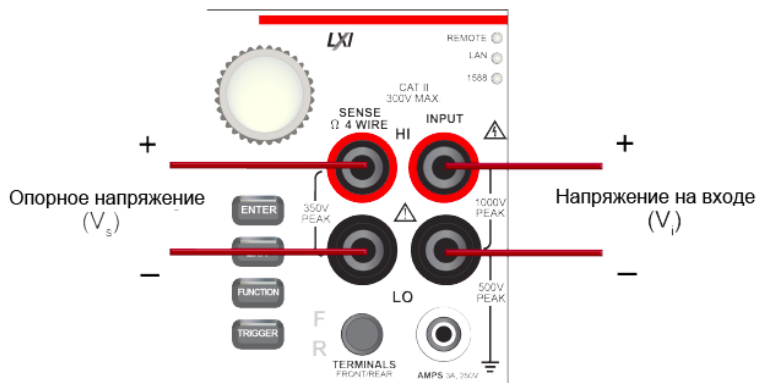
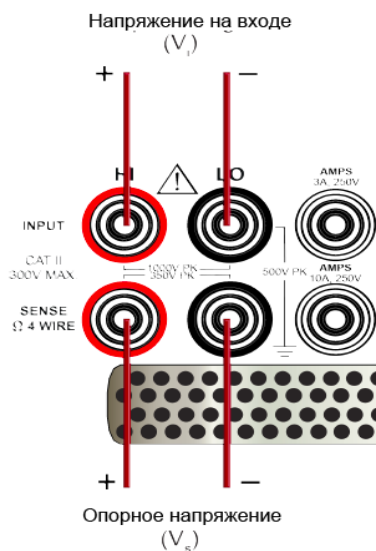


Рисунок 57: Подключение к разъемам на задней панели для измерения отношения величин постоянного напряжения



## Измерение отношения величин постоянного напряжения с помощью передней панели

### Измерение отношения величин постоянного напряжения с помощью передней панели

1. Подключите устройства в соответствии с рисунками выше.
2. Нажмите клавишу **FUNCTION**.
3. Выберите **DCV Ratio**.
4. Нажмите и удерживайте клавишу **TRIGGER** в течение 2 секунд и убедитесь, что прибор установлен в режим непрерывного измерения (Continuous Measurement).

Прибор начинает выводить результаты измерения на экран на передней панели.

## Функции оцифровки сигнала

Функции оцифровки модели DMM7510 позволяют выполнять быстрые измерения с предсказуемым интервалом. Скорость, чувствительность и полоса пропускания функций оцифровки позволяют получать точные показания напряжения и тока быстрых сигналов, например, при работе с датчиками, аудиоустройствами, медицинскими устройствами, линиями питания и промышленным оборудованием. Функции оцифровки позволяют получать 1000000 показаний в секунду при разрешении  $4\frac{1}{2}$  разряда. Функции оцифровки напряжения и тока имеют отдельные внутренние сигнальные тракты, оптимизированные для быстрой реакции на изменения сигнала.

Скорость выборки определяет частоту вывода показаний функций оцифровки. Значение скорости можно установить в диапазоне от 1000 до 1000000 показаний в секунду.

Апертура определяет время преобразования показания. Это происходит при сборе данных для формирования показания. Апертурное время устанавливается с интервалом 1 мкс. Если величина апертуры более 1 мкс, то отображаемые данные усредняются для получения показания.

Скорость выборки влияет на доступные настройки апертуры. Максимальное значение апертуры определяется соотношением  $1/\text{скорость выборки}$  (с округлением до ближайшего целого числа). Прибор автоматически скорректирует настройки апертуры, если скорость выборки устанавливается на значение, которое не поддерживает текущую настройку апертуры. В случае возникновения подобной ситуации на экран выводится предупреждение с отображением новой настройки апертуры.

Счет – это число раз, которое выполняется снятие показаний с выбранной скоростью выборки и апертурой после обнаружения триггера. В непрерывном режиме (Continuous) прибор генерирует автоматические триггеры. В ручном режиме для формирования триггера необходимо нажать клавишу TRIGGER на передней панели. Также можно выбрать и другие типы триггеров.

В случае использования языка команд TSP для команд измерения и оцифровки применяется соответствующий синтаксис. Например, команда для изменения предела функции измерения выглядит следующим образом:

```
dmm.measure.range = 100
```

Команда для изменения предела оцифровки:

```
dmm.digitize.range = 100
```

Функции оцифровки напряжения и тока поддерживают работу с теми же пределами, что и функции измерения постоянного напряжения (от 100 мВ до 1000 В) и постоянного тока (от 10 мкА до 3 А при подключении к разъемам на передней панели и от 10 мкА до 10 А при подключении к разъемам на задней панели). Функции оцифровки не поддерживают возможности автоматической установки предела, автоматической коррекции нуля или автоматической установки задержки.

## Измерение напряжения с оцифровкой

Функции оцифровки модели DMM7510 позволяют выполнять быстрые измерения напряжения с предсказуемым интервалом.

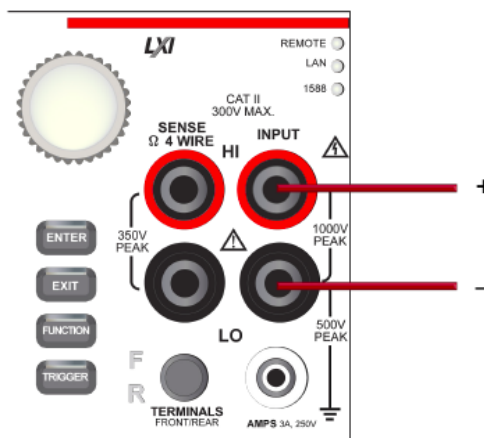
### ВНИМАНИЕ

Запрещается подавать напряжение с пиковым значением более 1000 В между INPUT HI и LO. Невыполнение данного требования может привести к повреждению прибора.

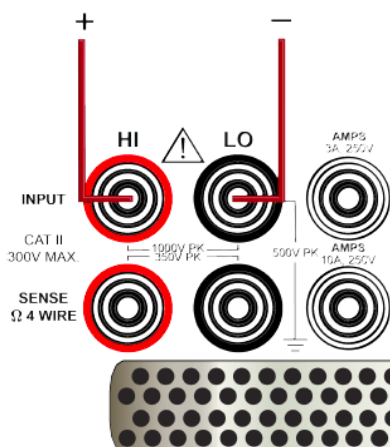
**Схемы подключения для измерения напряжения с оцифровкой**

На рисунках ниже демонстрируются схемы подключения к разъемам на передней и задней панелях для измерения напряжения с оцифровкой.

**Рисунок 58: Подключение к разъемам на передней панели для измерения напряжения с оцифровкой**



**Рисунок 59: Подключение к разъемам на задней панели для измерения напряжения с оцифровкой**



## Измерение напряжения с оцифровкой с помощью передней панели

### Измерение напряжения с оцифровкой с помощью передней панели

1. Подключите устройства в соответствии с рисунками на стр. 4-35.
2. Нажмите клавишу **FUNCTION**.
3. Выберите вкладку **Digitize Functions**.
4. Выберите **Digitize Voltage**.
5. Нажмите клавишу **MENU**.
6. В меню Measure выберите **Settings**.
7. Сделайте необходимые настройки.
8. Нажмите и удерживайте клавишу **TRIGGER** в течение 2 секунд и убедитесь, что прибор установлен в режим непрерывного измерения (Continuous Measurement).

Прибор начинает выводить результаты измерения на экран на передней панели.

## Измерение тока с оцифровкой

Функции оцифровки модели DMM7510 позволяют выполнять быстрые измерения тока с предсказуемым интервалом.

### ВНИМАНИЕ

Запрещается подавать напряжение с пиковым значением более 250 В между INPUT LO и входом AMPS. Невыполнение данного требования может привести к повреждению прибора.

Схемы подключения для измерения тока с оцифровкой

Рисунок 60: Подключение к разъемам на передней панели для измерения тока с оцифровкой

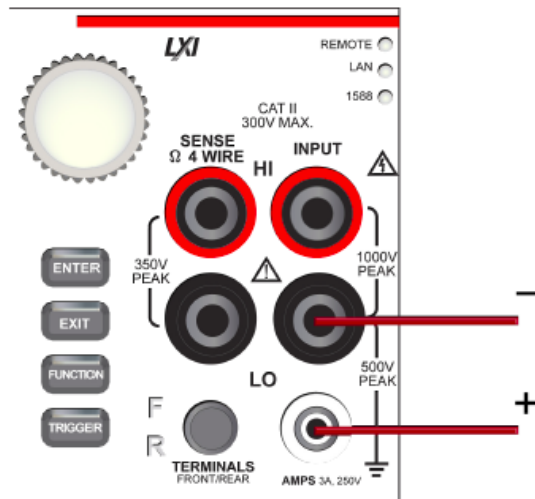


Рисунок 61: Подключение к разъемам на задней панели для измерения тока с оцифровкой (токи менее 3 А)

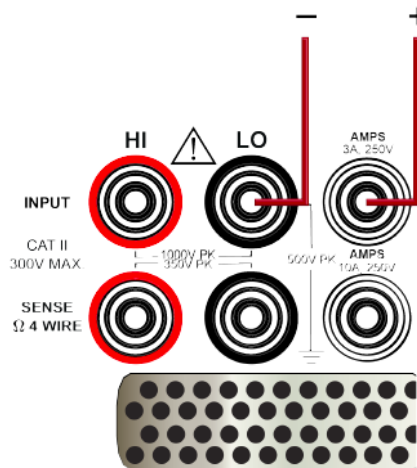
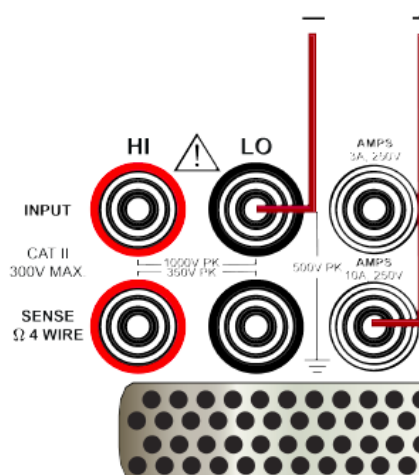


Рисунок 62: Подключение к разъемам на задней панели для измерения тока с оцифровкой (токи менее 10 А)





## Измерение тока с оцифровкой с помощью передней панели

### Измерение тока с оцифровкой с помощью передней панели

1. Подключите устройства в соответствии с рисунками выше.
2. Нажмите клавишу **FUNCTION**.
3. Выберите вкладку **Digitize Functions**.
4. Выберите **Digitize Current**.
5. Нажмите и удерживайте клавишу **TRIGGER** в течение 2 секунд и убедитесь, что прибор установлен в режим непрерывного измерения (Continuous Measurement).

Прибор начинает выводить результаты измерения на экран на передней панели.

## Апертура и скорость выборки в режиме оцифровки

В большинстве случаев установка апертуры на значение по умолчанию позволяет получить качественные результаты. В случае выбора автоматического режима прибор выполняет как можно больше измерений за период выборки. В автоматическом режиме устанавливается значение 1 Мвыборка/секунда (с округлением до целого числа в сторону уменьшения).

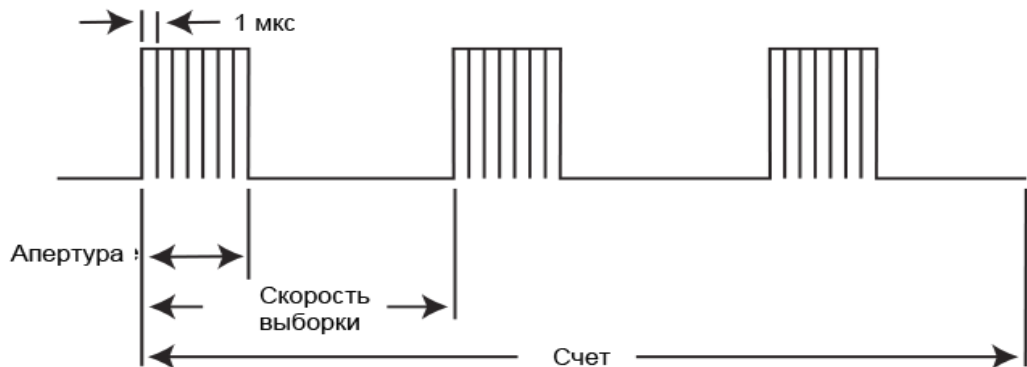
Пользователь может установить значение апертуры вручную в случае необходимости использования апертуры, содержащей более 1 дискретного усредненного значения за 1 мкс.

Несмотря на то, что максимальная скорость выборки составляет 1 миллион выборок в секунду, входной фильтр АЦП устанавливается на крайнюю точку по уровню 3 дБ, немного превышающую 350 кГц, для предотвращения «проскальзывания» (aliasing). Таким образом, входной сигнал частотой 350 кГц или выше ослабляется с коэффициентом 0,707. В случае динамических сигналов данное ослабление может стать причиной вывода показаний с ослаблением. Подробнее см. в технических характеристиках.

В случае работы с частотами на входе выше 500 кГц возможно появление проблем с обработкой сигнала вследствие «проскальзывания».

На рисунке ниже показано отношение апертуры, скорости выборки и счета.

**Рисунок 63: Апертура, скорость выборки и счет в режиме оцифровки**



В случае большого значения счета (более 8000000) и скорости выборки (более 150000) возможна потеря данных. Рекомендуется установить одну из настроек на меньшее значение.

## Связь по постоянному и переменному току

---

В режиме оцифровки напряжения пользователь может установить режим связи сигнала на связь по постоянному или переменному току.

В случае выбора связи по постоянному току прибор измеряет все переменные и постоянные компоненты входного сигнала тока. Разрешение измерения составляет от 1 мкВ до 1000 В.

Если режим входного импеданса установлен на автоматический, то связь по постоянному току обеспечивает измерение с минимальным шумом и максимальной изоляцией для измерения нагрузки, более 10 ГОм на пределах от 100 мВ до 10 В. На пределах 100 В и 1000 В между входными клеммами HI и LO устанавливается делитель 10 МОм.

Если входной импеданс установлен на 10 МОм, то на пределах 100 В и 1000 В между входными клеммами HI и LO устанавливается делитель 10 МОм, что позволяет получить стабильные показания с разомкнутыми входными клеммами (примерно 1 мВ). На пределах 100 В и 1000 В обеспечивается наилучшая полоса пропускания (примерно 20 кГц). Пределы от 100 мВ до 10 В имеют стабильную ширину полосы пропускания в 600 кГц при любой настройке входного импеданса.

При выборе связи по переменному току прибор выполняет измерение только переменного компонента входного сигнала. В режиме связи по переменному току модель DMM7510 имеет оптимальные настройки для обеспечения стабильной ширины полосы пропускания в 600 кГц на всех пределах.

При связи по переменному току используется резистивно-емкостный фильтр, который можно установить на быстрый или медленный режим. Внутренними средствами величина R фиксируется на значении 1,1 МОм на участке между клеммами HI и LO, что позволяет оптимизировать ширину полосы пропускания и нагрузку измерения.

## Отображение результатов двух измерений

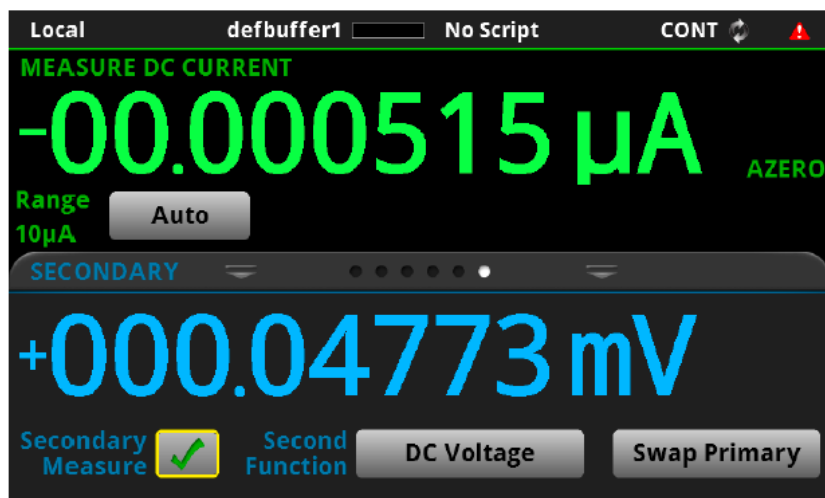
Модель DMM7510 позволяет одновременно выполнять измерения в различных режимах и отображать результаты. Результаты измерений отображаются на экране на передней панели и сохраняются в буферах данных.

Для включения функции отображения двух измерений переключитесь из домашнего экрана в интерактивный дополнительный экран SECONDARY. Данная возможность доступна только при работе с передней панелью прибора.

### ПРИМЕЧАНИЕ

В зависимости от выбранных функций в момент переключения между типами измерений можно услышать щелчок реле. Продолжительное использование функции второго измерения может стать причиной сокращения срока службы реле.

Рисунок 64: Дополнительный экран SECONDARY



## Двойные измерения

При использовании функции двойных измерений любые настройки, выполняемые с передней панели прибора, применяются к основной функции (отображаемой в верхней части экрана Secondary). Чтобы изменить настройки дополнительной функции (отображаемой в нижней части экрана Secondary), необходимо переключиться между функциями. Выберите кнопку **Swap Primary**, чтобы поменять местами основную и дополнительную функции. Изменения, вносимые в настройки функции в то время, когда она является основной, сохраняются для данной измерительной функции до тех пор, пока не будут специально изменены.

Результаты измерения хранятся в отдельных буферах. По умолчанию результаты измерения с помощью основной функции сохраняются в буфер `defbuffer1`, а результаты измерения с помощью дополнительной функции – в буфере `defbuffer2`. Для основной функции можно сменить буфер, переведя его в активное состояние. Изменение буфера для дополнительной функции невозможно.

Для измерений, выполняемых с помощью дополнительной функции, невозможно использовать модель запуска.

### **Выполнение измерений с помощью дополнительной функции:**

1. Выполните подключения к прибору так, чтобы удовлетворялись требования обоих типов измерения. Подробнее см. в разделе «Обзор измерений с помощью модели DMM7510» на стр. 4-1.
2. Переключитесь на экран SECONDARY.
3. Выполните настройки основной функции.
4. Нажмите Second Function, чтобы выбрать дополнительную функцию.
5. В случае необходимости изменения настроек дополнительной функции выберите **Swap Primary**. Выполните настройки, затем выберите **Swap Primary** еще раз.
6. Нажмите и удерживайте клавишу **TRIGGER** в течение 2 секунд, выберите непрерывный режим (**Continuous Measurement**) или ручной режим (**Manual Trigger**).
7. Если выбран непрерывный режим (**Continuous Measurements**), прибор запускает процесс измерения для обеих функций. В случае выбора ручного режима (**Manual Trigger**), запуск измерения осуществляется по нажатию клавиши **TRIGGER**.

## Вывод результатов измерения на экран

В процессе измерения прибор может выполнять дополнительные операции с полученными результатами, что влияет на информацию, выводимую на экран и сохраняемую в буфер.

Операции, влияющие на отображаемые результаты:

- Применение фильтров
- Относительное смещение
- Математические операции
- Проверка соответствия установленным ограничениям

Если не включена ни одна из указанных операций, значение, отображаемое на экране на передней панели, является фактическим результатом измерения.

Если включены какие-либо из указанных операций, то отображаемое значение – это результат измерения, к которому были применены включенные операции. Операции применяются в порядке, указанном выше.

Например, если было выполнено измерение и включены операции относительного смещения и теста на соответствие установленным ограничениям, то сначала к результату измерения будет применено относительное смещение, а затем выполнена операция проверки соответствия установленным ограничениям.