

**Keysight Technologies**

**34450A Цифровой мультиметр,  
5½ разрядов**

Руководство  
по эксплуатации

# Уведомления

## Уведомление об авторском праве

© Keysight Technologies, 2016 г. Согласно законодательству США и международным законам об авторском праве, полное или частичное воспроизведение настоящего документа в любом виде и любыми средствами (включая электронные средства хранения и извлечения данных и перевод на иностранные языки) запрещено без предварительного письменного согласия компании Keysight Technologies.

## Товарные знаки

Microsoft® является зарегистрированными товарными знаками корпорации Microsoft.

## Артикул производства

34450-90000RURU

## Редакция

Редакция 1, 1 июня 2017 г.

## Отпечатано:

Отпечатано в Малайзии

## Опубликовано:

Keysight Technologies  
Bayan Lepas Free Industrial Zone,  
11900 Penang, Malaysia (Малайзия)

## Лицензии на технологии

Аппаратное и (или) программное обеспечение, описываемое в данном документе, предоставляется по лицензии, и любое его использование или копирование допускается только на условиях такой лицензии.

## Декларация о соответствии

Декларацию о соответствии данного изделия и других изделий компании Keysight можно загрузить через Интернет. Для этого перейдите по адресу <http://www.keysight.com/go/conformity>. Затем найдите нужную декларацию о соответствии по номеру изделия.

## Права правительства США

Программное обеспечение представляет собой «коммерческое компьютерное программное обеспечение» согласно определению этого термина в Правилах закупок для федеральных нужд FAR 2.101. В соответствии с Правилами закупок для федеральных нужд FAR 12.212 и 27.405-3, а также с Дополнением к Правилам закупок для нужд обороны DFARS 227.7202 правительство США приобретает коммерческое компьютерное программное обеспече-

ние на тех же условиях, на которых это программное обеспечение обычно предоставляется публице. Соответственно, компания Keysight предоставляет Программное обеспечение правительственным заказчикам США на условиях стандартной коммерческой лицензии, закрепленных в лицензионном соглашении с конечным пользователем (EULA), копия которого доступна по адресу <http://www.keysight.com/find/sweula>. Лицензия, определяемая в Лицензионном соглашении с конечным пользователем, представляет собой эксклюзивный набор полномочий, согласно которым правительство США может использовать, модифицировать, распространять или раскрывать Программное обеспечение. Лицензионное соглашение с конечным пользователем и оговоренная в нем лицензия не требуют и не позволяют компании Keysight, среди прочего: (1) предоставлять техническую информацию, связанную с коммерческим компьютерным программным обеспечением, или документацию на компьютерное программное обеспечение, которая обычно не предоставляется публице; равно как и (2) отказываться от прав в пользу правительства или так или иначе предоставлять правительству права, за исключением таких прав, которые обычно предоставляются публице, на использование, модификацию, воспроизведение, передачу в свободный доступ, выполнение, отображение или раскрытие коммерческого компьютерного программного обеспечения или документации на коммерческое компьютерное программное обеспечение. Никаких дополнительных требований в отношении правительственных учреждений, помимо предусмотренных в Лицензионном соглашении с конечным пользователем, не предусматривается, кроме случаев, когда требования в отношении таких условий, прав или лицензий прямо установлены для всех поставщиков коммерческого компьютерного программного обеспечения в соответствии с Правилами закупок для федеральных нужд FAR и Дополнением к Правилам закупок для нужд обороны DFARS и специально оговорены в письменной форме в других разделах Лицензионного соглашения с конечным пользователем. Компания Keysight не несет обязанности по обновлению, изменению или иной модификации Программного обеспечения. В отношении технических данных согласно определению этого термина в п. 2.101 Правил FAR и в соответствии с пунктами 12.211 и 27.404.2 Правил FAR, а также с п. 227.7102 Правил DFARS правительство США получает не более чем Ограниченные права согласно определению этого термина в п. 27.401 Правил закупок для федеральных нужд FAR или в п. 227.7103-5 (с) Правил закупок для нужд обороны DFAR, в зависимости от применимости к любым техническим данным.

## Гарантия

МАТЕРИАЛЫ В НАСТОЯЩЕМ ДОКУМЕНТЕ ПРЕДОСТАВЛЯЮТСЯ НА УСЛОВИЯХ «КАК ЕСТЬ» И МОГУТ БЫТЬ ИЗМЕНЕНЫ В ПОСЛЕДУЮЩИХ РЕДАКЦИЯХ БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО УВЕДОМЛЕНИЯ. КРОМЕ ТОГО, В РАМКАХ, МАКСИМАЛЬНО ДОПУСКАЕМЫХ ДЕЙСТВУЮЩИМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВОМ, КОМПАНИЯ KEYSIGHT ОТКАЗЫВАЕТСЯ ОТ ЛЮБЫХ ГАРАНТИЙ — ЯВНЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ — В ОТНОШЕНИИ НАСТОЯЩЕГО РУКОВОДСТВА И СОДЕРЖАЩИХСЯ В НЕМ СВЕДЕНИЙ, ВКЛЮЧАЯ, СРЕДИ ПРОЧЕГО, ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ ТОВАРНОГО КАЧЕСТВА И ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ КОНКРЕТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. KEYSIGHT НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ЛЮБЫЕ ОШИБКИ, А ТАКЖЕ СЛУЧАЙНЫЕ ИЛИ ОПСРЕДОВАННЫЕ УБЫТКИ, СВЯЗАННЫЕ С ДОСТАВКОЙ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЛИ ПРЕДОСТАВЛЕНИЕМ НАСТОЯЩЕГО ДОКУМЕНТА ИЛИ ЛЮБОЙ СОДЕРЖАЩЕЙСЯ В НЕМ ИНФОРМАЦИИ. ПРИ НАЛИЧИИ ОТДЕЛЬНОГО ПИСЬМЕННОГО СОГЛАШЕНИЯ МЕЖДУ KEYSIGHT И ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ, ГАРАНТИЙНЫЕ УСЛОВИЯ КОТОРОГО В ОТНОШЕНИИ ПРОДУКЦИИ, РАССМАТРИВАЕМОЙ В НАСТОЯЩЕМ ДОКУМЕНТЕ, ПРОТИВОРЕЧАТ ПРИВЕДЕННЫМ ЗДЕСЬ УСЛОВИЯМ, ПРЕИМУЩЕСТВЕННОЮ СИЛУ ИМЕЮТ ГАРАНТИЙНЫЕ УСЛОВИЯ ТАКОГО ОТДЕЛЬНОГО СОГЛАШЕНИЯ.

## Информация об опасности

### ВНИМАНИЕ!

Предупредительная надпись ВНИМАНИЕ! означает опасность. Она обращает внимание на порядок и режимы работ, а также аналогичные регламенты, несоблюдение или неточное соблюдение которых может привести к повреждению оборудования или утрате важных данных. Прежде чем продолжить работу в зоне предупредительной надписи «ВНИМАНИЕ!» убедитесь, что указанные на ней условия полностью понятны и соблюдены.

### ОСТОРОЖНО!

Предупредительная надпись «ОСТОРОЖНО!» означает опасность. Она обращает внимание на порядок и режимы работ, а также аналогичные регламенты, несоблюдение или неточное соблюдение которых может привести к причинению телесных повреждений, в том числе со смертельным исходом. Прежде чем продолжить работу в зоне предупредительной надписи «ОСТОРОЖНО!», убедитесь, что указанные на ней условия полностью понятны и соблюдены.

## Символы опасности

Следующие символы, отображаемые на приборе и в документации, указывают на меры предосторожности, которые необходимо принять для обеспечения безопасной эксплуатации прибора.

	Клемма заземления		Прочие опасности (подробная информация приводится в данном руководстве и отмечена заголовками «ОСТОРОЖНО!» или «ВНИМАНИЕ!»)
	Опасность поражения электрическим током	<b>CAT IV</b> <b>300 V</b>	Категория измерений II согласно МЭК Входы могут быть подключены к силовым цепям (до 300 В пер. тока) в условиях перенапряжения категории II.
	Клемма заземления корпуса или шасси		

## Нормативная маркировка

 <p><b>CE</b> ISM 1-A</p>	<p>Знак CE является зарегистрированным товарным знаком Европейского сообщества. Знак CE обозначает, что товар соответствует всем применимым европейским правовым директивам.</p>	 <p>Знак RCM является зарегистрированным товарным знаком Управления по связи и вещанию Австралии (Australian Communications and Media Authority).</p>
<p><b>ICES/NMB-001</b></p>	<p>ICES/NMB-001 обозначает, что данное устройство относится к классу приборов, применяемых в промышленности, науке и медицине, и соответствует канадскому нормативному документу ICES-001. Cet appareil ISM est conforme a la norme NMB-001 du Canada.</p>	 <p>Этот прибор соответствует требованиям к маркировке Директивы по утилизации отходов производства электрического и электронного оборудования (WEEE) 2002/96/EC. Такая маркировка на устройстве обозначает, что оно является электрическим или электронным устройством, не предназначенным для утилизации с обычными бытовыми отходами.</p>
 <p><b>CSA</b> C US</p>	<p>Знак CSA является зарегистрированным товарным знаком Канадской ассоциации по стандартизации.</p>	 <p>Этот символ указывает период, в течение которого не ожидается утечка или распад опасных или токсичных веществ при обычном использовании. Ожидаемый срок эксплуатации прибора составляет сорок лет.</p>

## Сведения о мерах предосторожности

Ниже описаны общие меры предосторожности, которые необходимо соблюдать на всех этапах эксплуатации, обслуживания и ремонта данного прибора. Несоблюдение данных мер предосторожности и специальных предупреждений в других разделах настоящего руководства является нарушением норм безопасности при проектировании, изготовлении и использовании прибора по назначению. Компания Keysight Technologies не несет никакой ответственности в случае несоблюдения пользователем этих требований.

### **ОСТОРОЖНО!**

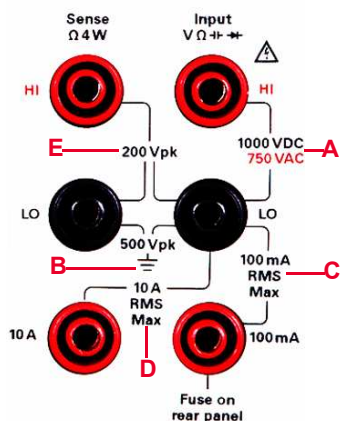
- Не нарушайте заземление шнура питания. Подключайте его к заземленной розетке.
- Эксплуатация прибора с нарушением порядка, указанного предприятием-изготовителем, не допускается.
- Во избежание поражения электрическим током или травмы не используйте мультиметр без панелей или корпуса.
- Не заменяйте детали или не модифицируйте прибор во избежание угрозы возникновения дополнительных опасностей. Чтобы обеспечить работоспособность защитных функций прибора, для выполнения технического обслуживания или ремонта его следует вернуть в офис продаж или обслуживания компании Keysight Technologies.
- Отсоединение главного питания и измерительного входа: отключите прибор от стенной розетки, снимите шнур питания и отключите все пробники ото всех клемм перед обслуживанием прибора. Крышку прибора имеет право снимать только квалифицированный сервисный персонал.
- Сетевой предохранитель и предохранитель и тока: для обеспечения защиты от возгорания заменяйте сетевой предохранитель и предохранитель тока только предохранителями указанного типа и номинала.

**ОСТОРОЖНО!**

- Категория измерений II согласно МЭК. Входные клеммы HI и LO могут подключаться к силовым цепям установок категории II МЭК с напряжением до 300 В пер. тока. Во избежание поражения электрическим током не подключайте входы к силовым цепям с напряжением выше 300 В пер. тока. Дополнительную информацию см. в разделе «Защита от перенапряжения измерений категории II МЭК» на следующей странице.
  - Пределы защиты: чтобы предотвратить повреждение прибора и избежать риска поражения электрическим током, не превышайте пределы защиты, указанные в следующем разделе.
  - Если набор измерительных проводов используется способом, не указанным Keysight Technologies, защита, обеспечиваемая набором измерительных проводов, может быть нарушена. Кроме того, не используйте поврежденный или изношенный комплект измерительных проводов. Это может привести к повреждению прибора или травме.
-

## Пределы защиты

Цифровой мультиметр Keysight 34450A на 5½ разрядов оснащается цепями, защищающими прибор от повреждения и предотвращающими поражение электрическим током при условии, что не превышаются пределы защиты. Чтобы гарантировать безопасную эксплуатацию прибора, не превышайте пределы защиты, указанные на передней панели — см. ниже:



**Примечание.** Расположение клемм передней панели и предохранителя тока показано выше.

## Пределы защиты входных клемм

Ниже приведены пределы защиты, определенные для входных клемм.

**Главные входные клеммы (HI и LO).** Входные клеммы HI и LO используются для измерений напряжения, сопротивления и емкости и для проверки диодов. Для этих клемм определены два предела защиты:

**Предел защиты HI относительно LO.** Пределы защиты HI относительно LO («A» на рисунке выше) составляют 1000 В пост. тока и 750 В перем. тока, одновременно являясь пределами измерения напряжения. Этот предел также может быть выражен как 1000 В пик.

**Предел защиты LO относительно земли.** Входная клемма LO выдерживает плавающий потенциал не более 500 В пик относительно земли. Это предел защиты «B» на рисунке.

Хотя это не показано на рисунке, предел защиты для клеммы HI составляет не более 1000 В пик относительно земли. Поэтому сумма плавающего потенциал и измеряемого напряжения не должна превышать 1000 В пик

**Клемма токового входа.** Клемма токового входа (I) имеет предел защиты, равный 100 мА (сказ тока относительно входной клеммы LO. Это предел защиты «C» на рисунке. Имейте в виду, что клемма токового входа будет находиться примерно под таким же напряжением, как и клемма LO.

**Примечание.** Схема токовой защиты включает в себя предохранитель на задней панели. Чтобы сохранить защиту, заменяйте этот предохранитель только предохранителем указанного типа и номинала.

**Клемма токового входа 10 А.** Клемма токового входа 10 А имеет предел защиты, равный 100 мА (сказ тока относительно входной клеммы LO. Это предел защиты «D» на рисунке. Имейте в виду, что клемма токового входа будет находиться примерно под таким же напряжением, как и клемма LO.

**Примечание.** Схема токовой защиты включает в себя внутренний предохранитель. Чтобы сохранить защиту, заменять этот предохранитель должен заменять только обученный сервисный персонал и только предохранителем указанного типа и номинала.

## Пределы защиты измерительных клемм

Измерительные (Sense) клеммы HI и LO используются только для 4-проводного измерения сопротивления ( $\Omega$  4W). Предел защиты составляет 200 В пик для всех пар клемм («E» на рисунке):

Sense LO и Input LO.  
Sense HI и Input LO.  
Sense HI и Input LO.

**Примечание.** Предел 200 В пик на измерительных (Sense) клеммах — это предел защиты. Рабочие напряжения при измерении сопротивления намного ниже — менее 5 В при нормальной работе.

## Защита от перенапряжения измерений категории II МЭК

Для защиты от опасности поражения электрическим током цифровой мультиметр Keysight 34450A на 5½ разрядов обеспечивает защиту от перенапряжения для подключений к силовым цепям, удовлетворяющих следующим **двум** условиям:

входные клеммы HI и LO подключены к силовым цепям в условиях категории II измерения, определенных ниже, **и**

максимальное напряжение силовых цепей не превышает 300 В пер. тока.

Категория измерений II МЭК охватывает электрические устройства, подключенные к силовым цепям через розетки отвлечения сети. К таким устройствам относятся большинство небольших приборов, испытательное оборудование и другие устройства, которые подключаются к гнезду или розетке отвлечения. 34450A может использоваться для выполнения измерений путем подключения входов HI и LO к силовым цепям внутри таких устройств или к самой розетке (до 300 В пер. тока). Однако 34450A нельзя использовать для измерений путем подключения входов HI и LO к силовым цепям в постоянных электрических устройствах, таких как панель главного автомата, разъединительные коробки подпанелей или постоянно подключенные двигатели. Такие устройства и цепи подвержены перенапряжениям, которые могут превышать пределы защиты 34450A.

**Примечание.** Напряжения выше 300 В пер. тока могут измеряться только в цепях, которые изолированы от сети. Однако переходные перенапряжения могут также присутствовать и в цепях, которые изолированы от сети. Мультиметр 34450A способен безопасно выдерживать случайные переходные перенапряжения до 2500 В пик. Не используйте этот мультиметр для измерений в цепях, где переходные перенапряжения могут превышать этот уровень.

## Условия окружающей среды

Предлагаемый прибор предназначен для использования в закрытых помещениях с низким уровнем конденсации. В следующей таблице перечислены общие требования к условиям окружающей среды, при которых допускается эксплуатация данного прибора.

Условия окружающей среды	Требования
Рабочий диапазон температур	Полная точность в диапазоне от 0 °С до 55 °С
Рабочая влажность	Полная точность до 80 % отн. влажности при 30 °С (без конденсации)
Температура хранения	От -40 до 70 °С
Высота над уровнем моря	Рабочая — до 3000 м
Степень загрязнения	Степень загрязнения 2

### ПРИМЕЧАНИЕ

Цифровой мультиметр Keysight 34450A на 5½ разрядов соответствует следующим требованиям к электромагнитной совместимости и безопасности:

- IEC 61010-1:2001/EN 61010-1:2001 (2-я редакция)
- IEC 61326-2-1:2005 / EN61326-2-1:2006
- IEC/EN 112003; CISPR 2007, группа 1, класс А
- Канада: ICES/NMB-001: выпуск 4, июнь 2006 г.
- Австралия/Новая Зеландия: AS/NZS CISPR 11:2004

### ВНИМАНИЕ!

При наличии окружающих электромагнитных (ЭМ) полей и помех, связанных с сетью питания или кабелями ввода-вывода прибора может иметь место ухудшение некоторых характеристик продукта. При удалении источника окружающего электромагнитного поля и шума, его защите от окружающего электромагнитного поля или экранировании проводов от внешних электромагнитных помех прибор самовосстанавливается и работает в соответствии с заявленными характеристиками.



# Директива об утилизации электрического и электронного оборудования (WEEE) 2002/96/EC10

Этот прибор соответствует требованиям к маркировке Директивы по утилизации отходов производства электрического и электронного оборудования (WEEE) 2002/96/EC. Такая маркировка на устройстве обозначает, что оно является электрическим или электронным устройством, не предназначенным для утилизации с обычными бытовыми отходами.

## Категория изделия:

Согласно определениям типов оборудования в Приложении 1 Директивы об утилизации электрического и электронного оборудования (WEEE), данный прибор классифицируется как «устройство для наблюдения и измерения».

Ниже представлена маркировка, прикрепленная к устройству.



Не выбрасывать вместе с бытовыми отходами.

Для возврата ненужного прибора обратитесь в ближайший сервис-центр компании Keysight или посетите веб-сайт <http://about.keysight.com/en/companyinfo/environment/takeback.shtml>.

## Продажа и техническая поддержка

Чтобы связаться с Keysight по вопросам продажи и технической поддержки, используйте ссылки по поддержке на следующих веб-сайтах Keysight:

- [www.keysight.com/find/xxxxx](http://www.keysight.com/find/xxxxx)  
(информация об изделии и его поддержка, обновления программного обеспечения и документации)
- [www.keysight.com/find/assist](http://www.keysight.com/find/assist)  
(контактные данные для ремонта и обслуживания по всему миру)

## Дополнительные уведомления

Keysight 34450A снабжен комплектом измерительных проводов Keysight 34138A, описанным ниже.

Номиналы измерительных проводов

Измерительные провода — 1000 В, 15 А

Пробники с тонкими наконечниками — 300 В, 3 А

Минижазимы — 300 В, 3 А

Жазимы для подключения к выводам ИС — 300 В, 3 А

### Использование

Пробники с тонкими наконечниками, минижазимы и жазимы для подключения к выводам надеваются на концы пробников измерительных проводов.

### Техническое обслуживание

Если какая-либо часть набора измерительных проводов изношена или повреждена, не используйте его. Замените его новым комплектом измерительных проводов Keysight 34138A.

### **ОСТОРОЖНО!**

Если набор измерительных проводов используется способом, не указанным Keysight Technologies, защита, обеспечиваемая набором измерительных проводов, может быть нарушена. Кроме того, не используйте поврежденный или изношенный комплект измерительных проводов. Это может привести к повреждению прибора или травме.

---

# Содержание

Символы опасности . . . . .	3
Нормативная маркировка . . . . .	4
Сведения о мерах предосторожности . . . . .	5
Условия окружающей среды . . . . .	8
Директива об утилизации электрического и электронного оборудования (WEEE) 2002/96/ЕС . . . . .	9
Категория изделия . . . . .	9
Продажа и техническая поддержка . . . . .	9
Дополнительные уведомления . . . . .	10
<b>1 Руководство по быстрому началу работы.</b>	
Обзор передней панели . . . . .	20
Обзор дисплея . . . . .	21
Экран с одним дисплеем . . . . .	21
Экран с двумя дисплеями . . . . .	21
Обзор кнопочной панели . . . . .	24
Повышение возможностей . . . . .	27
Обзор задней панели . . . . .	28
Выполнение измерений . . . . .	29
Использование кнопок . . . . .	29
Установка маски для цифр . . . . .	30
Выбор входных клемм и диапазона для измерения тока . . . . .	31
Измерение пер. (СКЗ) и пост. напряжения . . . . .	31
Измерение сопротивления . . . . .	33
Измерение пер. (СКЗ) и пост. тока до 100 мА . . . . .	34
Измерение пер. (СКЗ) и пост. тока до 10 А . . . . .	35
Измерение частоты для напряжения . . . . .	36
Измерение частоты для напряжения . . . . .	37
Проверка целостности . . . . .	38
Проверка диодов . . . . .	39
Измерение температуры . . . . .	40

Измерение емкости . . . . .	41
Выбор диапазона . . . . .	42
Дистанционное управление . . . . .	43
USB-интерфейс . . . . .	43
Последовательный интерфейс . . . . .	44
GPIB IEEE-488 (опция) . . . . .	45
Режим совместимости кода . . . . .	46
SCPI-команды . . . . .	46
<b>2</b> <b>Функции и возможности</b>	
Математические операции . . . . .	48
Обнуленное измерение . . . . .	49
Удержание измерения . . . . .	51
Предельное измерение . . . . .	52
Доступ к меню MATH (Mat.) . . . . .	53
Редактирование одной статистики . . . . .	54
Редактирование всех статистик . . . . .	55
Редактирование измерения dB . . . . .	56
Редактирование измерения dBm . . . . .	57
Математические индикаторы . . . . .	58
Редактирование опорных значений математических функций . . . . .	58
Редактирование значений . . . . .	59
Двойной дисплей . . . . .	60
Использование двойного дисплея . . . . .	61
Использование меню Utility (Утилита) . . . . .	63
Подменю UTILITY/RS232 . . . . .	67
Подменю UTILITY/GPIB . . . . .	69
Чтение сообщений об ошибках . . . . .	70
Звуковой сигнал . . . . .	71
Сохранение и вызов состояний прибора . . . . .	72
Состояние при сбросе/включении питания . . . . .	74
Запуск мультиметра . . . . .	76
Регистратор . . . . .	80
Просмотр сведений о регистрации . . . . .	84

Просмотр списка регистраций . . . . .	85
Просмотр гистограммы данных регистрации . . . . .	86
Просмотр статистики регистрации. . . . .	87
Режим совместимости с кодом Fluke 45/Fluke 8808A . . . . .	88
Включение функции совместимости кода . . . . .	88
Примечания к режиму совместимости с кодом Fluke 45/Fluke 8808A . . . . .	89
<b>3 Учебник по измерениям</b>	
Рекомендации по измерению постоянных напряжений . . . . .	92
Подавление шумов . . . . .	93
Рекомендации по скорости измерений . . . . .	96
Рекомендации по двойному измерению . . . . .	97
Динамический диапазон пост. напряжения при двойном измерении . . . . .	97
Двойное измерение напряжения и тока . . . . .	98
Рекомендации по двойному измерению . . . . .	100
Истинные СКЗ переменного тока . . . . .	103
Другие функции первичного измерения. . . . .	107
Ошибки измерения частоты . . . . .	107
Измерение постоянного тока . . . . .	108
Измерение емкости . . . . .	109
Измерение температуры . . . . .	111
Другие источники ошибок измерения. . . . .	112
<b>4 Характеристики и спецификации</b>	



## Список рисунков

Рисунок 1-1	Передняя панель 34450A . . . . .	20
Рисунок 1-2	Типовой экран с одним дисплеем . . . . .	21
Рисунок 1-3	Типовой экран с двумя дисплеями . . . . .	21
Рисунок 1-4	Кнопочная панель 34450A . . . . .	24
Рисунок 1-5	Обзор задней панели . . . . .	28
Рисунок 1-6	Подключение клемм и дисплей для пер. (СКЗ) и пост. напряжений . . . . .	32
Рисунок 1-7	Подключение клемм и дисплей для 2-проводного измерения сопротивления . . . . .	33
Рисунок 1-8	Подключение клемм и дисплей для 4-проводного измерения сопротивления . . . . .	33
Рисунок 1-9	Подключение клемм и дисплей для пер. (СКЗ) и пост. (мА) токов . . . . .	34
Рисунок 1-10	Подключение клемм и дисплей для пер. (СКЗ) и пост. (А) токов . . . . .	35
Рисунок 1-11	Подключение клемм и дисплей для частоты . . . . .	36
Рисунок 1-12	Подключение клемм и дисплей для частоты пер. тока (мА) . . . . .	37
Рисунок 1-13	Подключение клемм и дисплей для частоты пер. тока (А) . . . . .	37
Рисунок 1-14	Подключение клемм и дисплей для проверки целостности. . . . .	38
Рисунок 1-15	Подключение клемм и дисплей для прямого диоода . . . . .	39
Рисунок 1-16	Подключение клемм и дисплей для обратного диоода . . . . .	39
Рисунок 1-17	Подключение клемм и дисплей для измерения температуры . . . . .	40
Рисунок 1-18	Подключение клемм и дисплей для измерения емкости . . . . .	41
Рисунок 1-19	Схема разъемов последовательного интерфейса . . . . .	45
Рисунок 2-1	Доступ к обнуленному измерению. . . . .	50
Рисунок 2-2	Доступ к удержанию измерения. . . . .	51

Рисунок 2-3	Первая страница меню Utility (Утилита) . . . . .	63
Рисунок 2-4	Вторая страница меню Utility (Утилита) . . . . .	63
Рисунок 2-5	Клеммы для ввода сигнала запуска . . . . .	77
Рисунок 2-6	Клеммы для вывода сигнала запуска . . . . .	78
Рисунок 3-1	Подавление шумов общего вида (ПШОВ) . . . . .	93
Рисунок 3-2	Шум, вызванный контурами заземления . . . . .	95
Рисунок 3-3	Динамический диапазон АЦП . . . . .	98
Рисунок 3-4	Примеры двойного измерения напряжения и тока . . . . .	99
Рисунок 3-5	Сопrotивление проводов и сопrotивлением токового шунта . . . . .	108
Рисунок 3-6	Приложение тока к конденсатору . . . . .	109



## Список таблиц

Таблица 1-1	Индикаторы на дисплее . . . . .	22
Таблица 1-2	Функции кнопочной панели . . . . .	24
Таблица 1-3	Сведения о лицензии . . . . .	27
Таблица 2-1	Математические операции. . . . .	48
Таблица 2-2	Индикаторы математических значений. . . . .	58
Таблица 2-3	Измерения доступны в режиме двойного дисплея . . . . .	60
Таблица 2-4	Частоты операции измерения DCV-ACI (пер. ток и пост. напряжение). . . . .	61
Таблица 2-5	Доступные настройки меню Utility (Утилита). . . . .	64
Таблица 2-6	Подменю UTILITY/RS232 . . . . .	68
Таблица 2-7	Состояние при сбросе/включении питания . . . . .	74
Таблица 2-8	Опции меню DATA LOG . . . . .	82
Таблица 3-1	Обычные величины термоэдс, генерируемые при соединении разнородных металлов. . . . .	92
Таблица 3-2	Примеры диапазонов измерения . . . . .	100
Таблица 3-3	Типичные ошибки для импульсных сигналов различной формы в зависимости от ЧПИ. . . . .	105



# 1

## Руководство по быстрому началу работы

Краткий обзор передней панели	20
Обзор кнопочной панели	24
Расширение возможностей	27
Обзор задней панели	28
Выполнение измерений	29
Выбор диапазона	42
Дистанционная работа	43

В этой главе приведено руководство по началу работы с 5½-разрядным цифровым мультиметром Keysight 34450A и использование передней панели для выполнения измерений.

## Краткий обзор передней панели

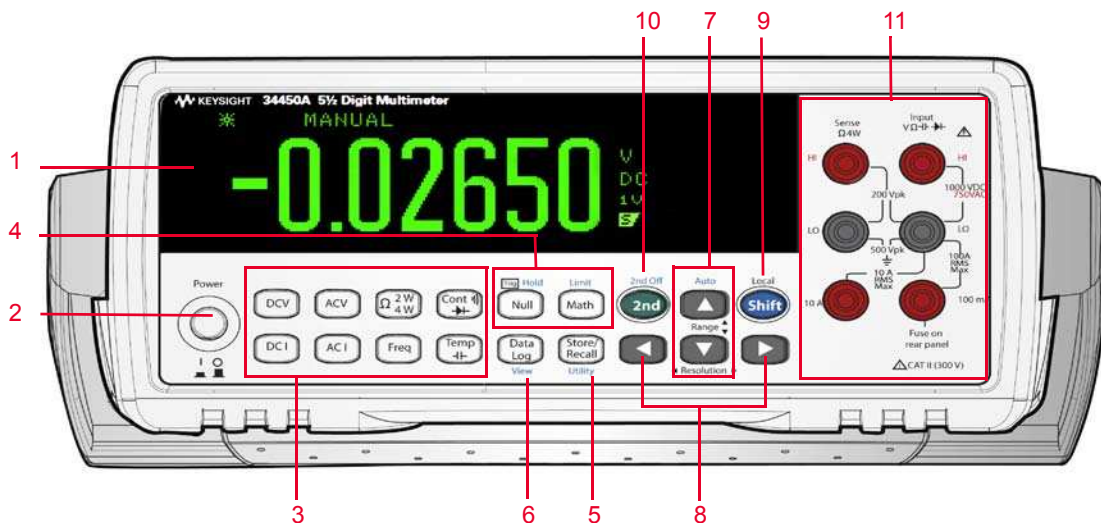


Рисунок 1-1 Передняя панель 34450A

- |  |  |
|--|--|
| <b>1</b> Дисплей   | <b>7</b> Автовыбор диапазона и ручной выбор диапазона                      |
| <b>2</b> Кнопка вкл/выкл   | <b>8</b> Разрешение, скорость измерения                                    |
| <b>3</b> Функции измерения   | <b>9</b> Кнопка SHIFT (выбирает синие сдвинутые кнопки) и Local (Локально) |
| <b>4</b> Математические операции                                       | <b>10</b> Кнопка 2-го дисплея  |
| <b>5</b> Сохранение/восстановление состояния, меню Utility (настройки) | <b>11</b> Входные клеммы   |
| <b>6</b> Сбор данных, Отображение                                      |  |

## Краткий обзор дисплея

## Экран с одним дисплеем



Рисунок 1-2 Типовой экран с одним дисплеем

## Экран с двумя дисплеями



Рисунок 1-3 Типовой экран с двумя дисплеями

Описание системных индикаторов см. в [Таблице 1-1](#). (Математические индикаторы см. в [Таблице 2-2](#) на странице 58.)

Таблица 1-1 Индикаторы на дисплее
















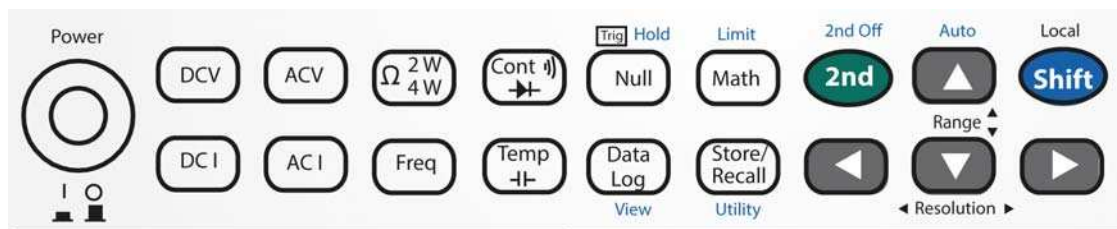
Системный индикатор	Описание
	Пример индикатора — показывает, что выполняется считывание
	Кнопочная панель заблокирована. Для разблокировки нажмите одновременно кнопки  +  на время более 3 секунд
<b>MANUAL</b>	Для первичной функции выбран фиксированный диапазон
<b>AUTO</b>	Для первичной функции выбран автовыбор диапазона
<b>LOG</b>	Выполняется регистрация данных
<b>Hi-Z</b>	Для функции DCV сконфигурирован высокий входной импеданс
<b>2W</b>	Включена функция 2-проводного измерения сопротивления
<b>4W</b>	Включена функция 4-проводного измерения сопротивления
	Включена функция проверки диодов
	Включена функция измерения емкости
	Включена функция проверки целостности
<b>ERROR</b>	В очереди есть ошибка
	Выбрана быстрая скорость
	Выбрана средняя скорость
	Выбрана медленная скорость
<b>REMOTE</b>	Работа через дистанционный интерфейс
<b>L2</b>	Режим совместимости кода
<b>2nd</b>	Нажата вторая кнопка
<b>TRIG</b>	Активирован запуск, и мультиметр находится в состоянии «ожидания запуска»

Таблица 1-1 Индикаторы на дисплее (продолжение)

Системный индикатор	Описание
	Нажата кнопка Shift
	Для вторичной функции выбран фиксированный диапазон
	Для вторичной функции выбран автовыбор диапазона
	Постоянный ток
	Переменный ток

## Обзор кнопочной панели

Работа каждой кнопки показана в **Таблице 1-2** ниже. Нажатие кнопки измерительной функции изменяет текущую операцию, отображает соответствующий символ на дисплее (см. «**Краткий обзор дисплея**» на странице 21) и генерирует звуковой сигнал.



**Рисунок 1-4 Кнопочная панель 34450A**

**Таблица 1-2 Функции кнопочной панели**






Кнопка	Описание
<b>Операции, связанные с системой</b>	
	Нажмите, чтобы включить или выключить мультиметр 34450A.
	Нажмите, чтобы включить доступ к альтернативным функциям кнопок.
	Нажмите, чтобы включить дополнительный дисплей.
	Нажмите, чтобы отключить дополнительный дисплей.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Нажмите, чтобы отрегулировать скорость и разрешение измерения.</li> <li>– Нажмите, чтобы переместиться по меню.</li> </ul>



Таблица 1-2 Функции кнопочной панели (продолжение)















Кнопка	Описание
 	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Нажмите, чтобы отрегулировать диапазон</li> <li>– Нажмите, чтобы скорректировать значение</li> </ul>
 > 	Нажмите, чтобы открыть меню Utility (Утилиты). См. «Использование меню Utility (Настройки)» на странице 63
 + 	Нажмите одновременно на 3 секунды, чтобы заблокировать или разблокировать кнопочную панель
Функции измерения	
	Нажмите, чтобы выбрать измерение постоянного напряжения
	Нажмите, чтобы выбрать измерение переменного напряжения
	Нажмите, чтобы выбрать измерение постоянного тока
	Нажмите, чтобы выбрать измерение переменного тока
	Нажмите, чтобы переключиться между 2- или 4-проводным измерениями сопротивления
	Нажмите, чтобы выбрать измерение частоты
	Нажмите, чтобы переключиться между измерениями непрерывности и проверкой диода
	Нажмите, чтобы переключиться между измерениями температуры и емкости

Таблица 1-2 Функции кнопочной панели (продолжение)

Кнопка	Описание
<b>Функции, связанные с измерением</b>	
	Нажмите, чтобы включить функцию обнуления. См. « <b>Обнуленное измерение</b> » на странице 49
	Нажмите, чтобы открыть меню математических функций. См. « <b>Математические операции</b> » на странице 48
	Нажмите, чтобы открыть меню регистрации данных. См. « <b>Регистрация данных</b> » на странице 80
	Нажмите, чтобы открыть меню сохранения/восстановления. См. « <b>Сохранение и вызов состояний прибора</b> » на странице 72
	Нажмите, чтобы включить запуск/удержание. См. « <b>Удержание измерения</b> » на странице 51
	Нажмите, чтобы получить доступ к функции предела. См. « <b>Измерение с пределами</b> » на странице 52
	Нажмите, чтобы открыть меню просмотра зарегистрированных данных. См. « <b>Просмотр сведений о регистрации</b> » на странице 84

## Расширение возможностей

В продаже имеются две лицензии, приведенные в **Таблице 1-3** и доступные для покупки:

**Таблица 1-3 Сведения о лицензии**

	Заводские настройки по умолчанию	При покупке лицензии	Артикул
Память для регистрации данных	5000 считываний	50 000 считываний (опция 3445MEMU)	34450A-801
Дистанционное управление через GPIB	Отключена	Включена (опция 3445GPBU)	34450A-800

Процедуру обновления лицензии см. в инструкциях, содержащихся в эл. письме о покупке лицензии.

## Обзор задней панели

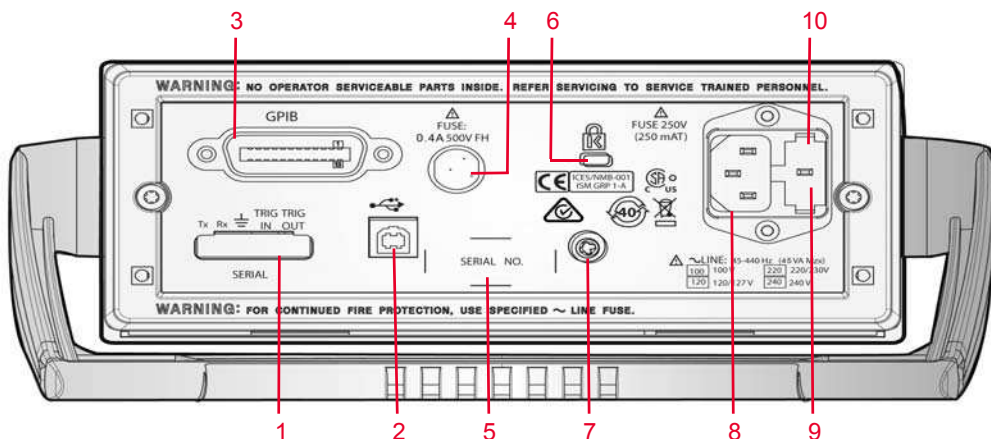


Рисунок 1-5 Обзор задней панели

- 1 Разъем последовательного интерфейса
- 2 Разъем USB-интерфейса
- 3 Разъем GPIB с опцией 3445GPBU
- 4 Предохранитель
- 5 Этикетка с номером модели и серийным номером
- 6 Замок Kensington
- 7 Лепесток заземления шасси
- 8 Разъем питания пер. тока
- 9 Предохранитель сети пер. тока
- 10 Селектор напряжения сети пер. тока

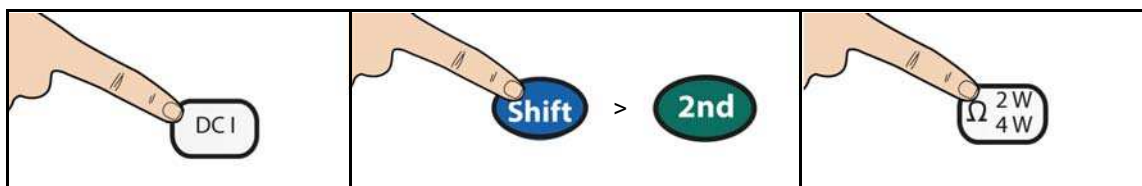
## Выполнение измерений

На следующих страницах показано, как выполнять подключения для измерений и как выбирать каждую функцию измерения на передней панели.

Дистанционное управление описано в подсистеме MEASure в файле справки *Справочник по программному обеспечению Keysight 34450A*.

### Использование кнопок

Функции и операции мультиметра можно выбирать, нажимая кнопки, расположенные на передней панели; см. раздел «Обзор кнопочной панели» на странице 24. Существуют различные способы использования кнопок для выбора функций и операций. Ниже приведены разные способы использования кнопок:



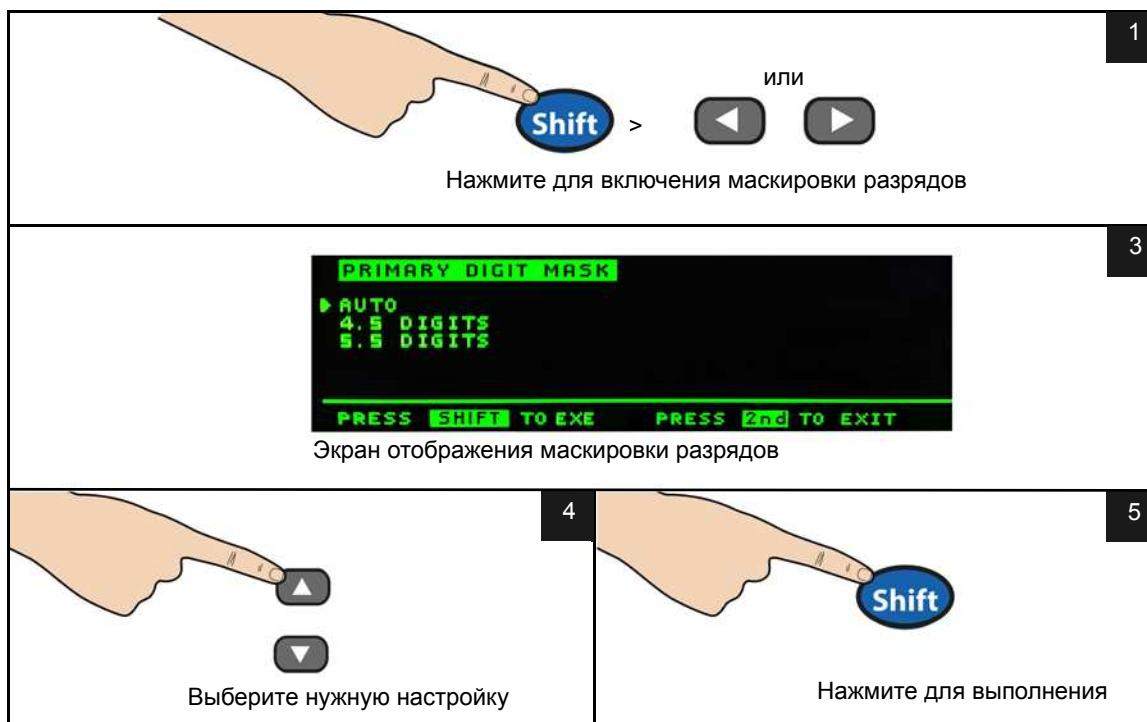
Одиночное нажатие

Нажмите одну кнопку за другой

Нажмите дважды

## Маскировка разрядов

Кнопки навигации позволяют выбрать маску (изменить количества отображаемых разрядов) для показаний на основном дисплее, что упрощает чтение. Маскировка разрядов влияет только на то, что отображается. Она не влияет на скорость или точность измерений. Она применима ко всем функциям, исключая измерение целостности, температуры и емкости и проверку диодов. Для включения маскировки, следуйте приведенным ниже инструкциям:



## Выбор входных клемм и диапазона для измерения тока

Если перем. или пост. ток измеряется в режиме автовыбора диапазона при подаче входного сигнала на клемму 100 мА, прибор автоматически выберет диапазон от 100 мкА до 100 мА.

Если входной сигнал подается на клемму 10 А, измеритель автоматически выберет диапазон от 1 А до 10 А.

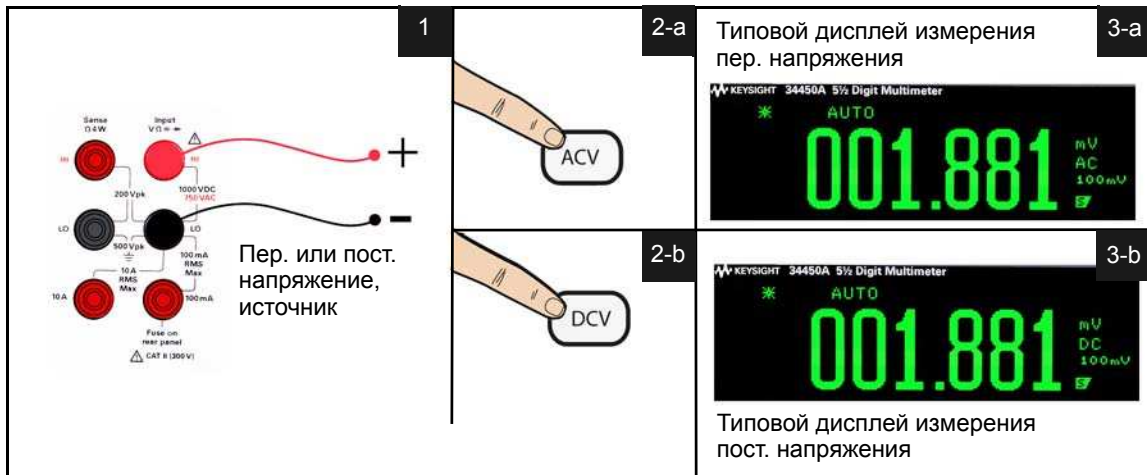
## Измерение пер. (СКЗ) и пост. напряжения

Пер. напряжение

- **Диапазон измерений:** 100,000 мВ, 1,00000 В, 10,0000 В, 100,000 В, 750,00 В
- **Скорость:** Низкая — 2 Гц, средняя — 20 Гц, высокая — 200 Гц
- **Настройка по умолчанию:** Автовыбор диапазона, низкая скорость измерения
- **Метод измерения:** Истинное сдвоенное ср. квадр. значение (СКЗ) пер. тока — измеряет переменную компоненту со смещением до 400 В пост. напряжения в любом диапазоне
- **Пик-фактор:** Максимум 3:1 для всей шкалы
- **Входной импеданс:** 1 МОм  $\pm$  2 % при параллельной емкости менее 100 пФ во всех диапазонах
- **Защита входов:** 750 В СКЗ во всех диапазонах (клемма HI)

Пост. напряжение:

- **Диапазон измерений:** 100,000 мВ, 1,00000 В, 10,0000 В, 100,000 В, 1000,00 В
- **Скорость:** Низкая, средняя и высокая
- **Настройка по умолчанию:** Автовыбор диапазона, низкая скорость измерения
- **Метод измерения:** Сигма-дельта АЦП
- **Входной импеданс:** Более 10 ГОм в выбранном диапазоне (только 0,1 В и 1 В) или прим. 10 МОм во всех диапазонах (типовой)
- **Защита входов:** 1000 В СКЗ во всех диапазонах (клемма HI)



**Рисунок 1-6 Подключение клемм и дисплей для пер. (СКЗ) и пост. напряжений**

**ОСТОРОЖНО!**

Не подавайте напряжение на вход прибора, пока не будут правильно подключены все клеммы. Подключение или отключение измерительного провода под высоким напряжением может привести к повреждению прибора и повышает риск поражения электрическим током.



## Измерение сопротивления

- **Диапазон измерений:** 100,000 Ом, 00000 кОм, 10,0000 кОм, 100,000 кОм, 1,00000 МОм, 10,0000 МОм, 100,000 МОм.
- **Скорость:** Низкая, средняя и высокая
- **Настройка по умолчанию:** Автовыбор диапазона, низкая скорость измерения
- **Метод измерения:** 2-проводное или 4-проводное
- **Защита входов:** 1000 В СКЗ во всех диапазонах (клемма HI)

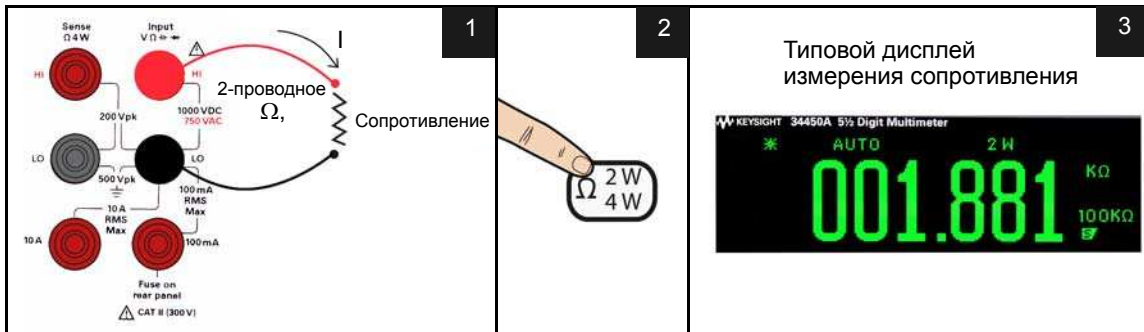


Рисунок 1-7 Подключение клемм и дисплей для 2-проводного измерения сопротивления



Рисунок 1-8 Подключение клемм и дисплей для 4-проводного измерения сопротивления

## Измерение пер. (СКЗ) и пост. тока до 100 мА

- **Диапазон измерений (пер. ток):** 10,0000 мА, 100,000 мА
- **Диапазон измерений (пост. ток):** 100,000 мкА, 1,00000 мА, 10,0000 мА, 100,000 мА
- **Скорость (пер. ток):** Низкая — 2 Гц, средняя — 20 Гц, высокая — 200 Гц
- **Скорость (пост. ток):** Низкая, средняя и высокая
- **Настройка по умолчанию:** Автовыбор диапазона, низкая скорость измерения
- **Сопротивление шунта:** 1 Ом для диапазонов 10 мА и 100 мА; 90 Ом для диапазонов 100 мкА и 1 мА
- **Защита входов:** Предохранитель задней панели для клеммы I: 0,4 А, 500 В, FN

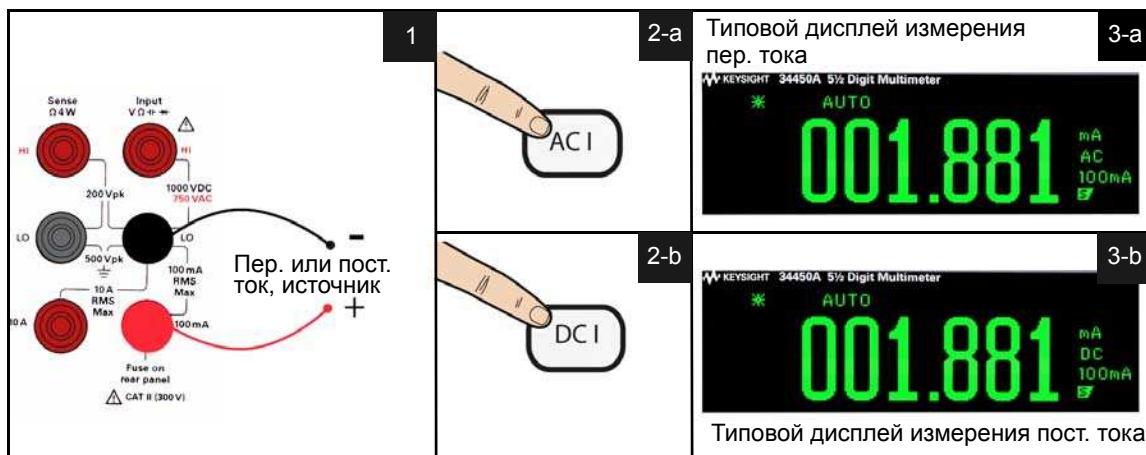


Рисунок 1-9 Подключение клемм и дисплей для пер. (СКЗ) и пост. (мА) токов

## Измерение пер. (СКЗ) и пост. тока до 10 А

- **Диапазон измерений (пер. ток):** 1,00000 А, 10,0000 А
- **Диапазон измерений (пост. ток):** 1,00000 А, 10,0000 А
- **Скорость (пер. ток):** Низкая — 2 Гц, средняя — 20 Гц, высокая — 200 Гц
- **Скорость (пост. ток):** Низкая, средняя и высокая
- **Настройка по умолчанию:** Автовыбор диапазона, низкая скорость измерения
- **Сопротивление шунта:** 0,01 Ом для диапазонов 1 А и 10 А
- **Защита входов:** Внутренний предохранитель для клеммы 10 А: 11 А, 1000 В

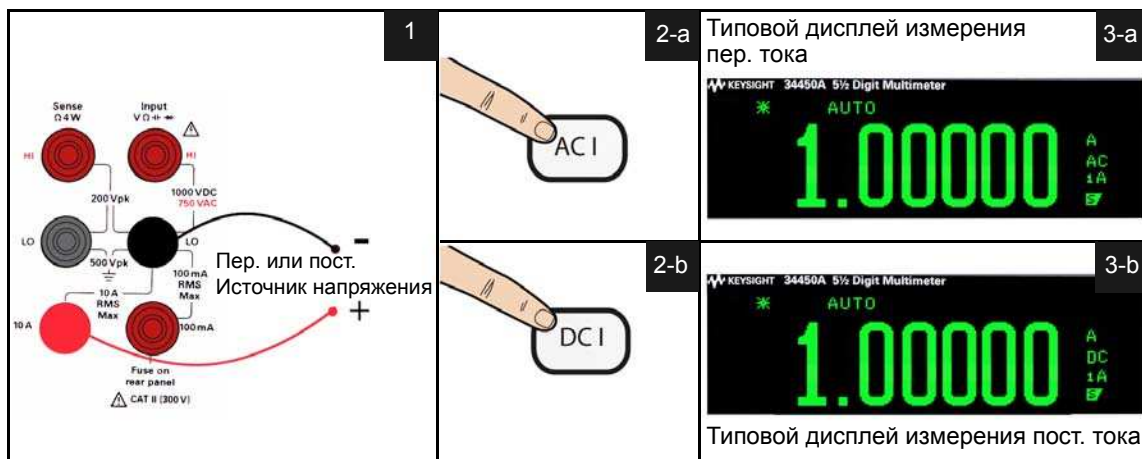


Рисунок 1-10 Подключение клемм и дисплей для пер. (СКЗ) и пост. (А) токов

## Измерение частоты для напряжения

- **Диапазон измерений:** 100,000 мВ, 1,00000 В, 10,0000 В, 100,000 В, 750,00 В. Диапазон основан на уровне напряжения сигнала, а не его частоте.
- **Скорость:** Низкая, средняя
- **Метод измерения:** Метод обратного подсчета
- **Уровень сигнала:** 10 % от всей шкалы во всех диапазонах, за исключением указанных случаев. Характеристики для диапазона 100 мВ приведены для всей шкалы или более сильных сигналов. Для сигналов от 10 мВ до 100 мВ умножьте на 10 общий процент погрешности считывания.
- **Время срабатывания:** 1 с (низкая скорость) или 0,1 с (средняя скорость)
- **Защита входов:** 750 В СКЗ во всех диапазонах (клемма HI)

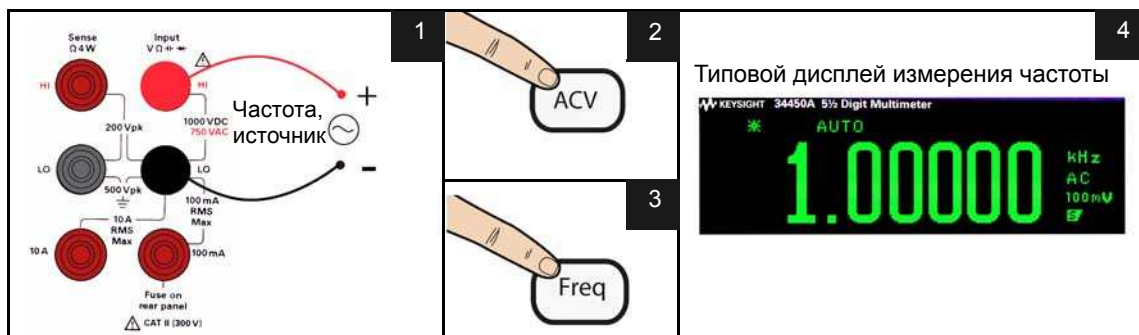


Рисунок 1-11 Подключение клемм и дисплей для частоты

## Измерение частоты для напряжения

- **Диапазон измерений:** 10,0000 мА, 100,000 мА, 1,00000 А, 10,0000 А. Диапазон основан на уровне тока сигнала, а не его частоте.
- **Скорость:** Низкая, средняя
- **Метод измерения:** Метод обратного подсчета
- **Уровень сигнала:** 10 % от всей шкалы во всех диапазонах, за исключением указанных случаев. Характеристики для диапазона 10 мА приведены для всей шкалы или более сильных сигналов. Для сигналов от 1 мА до 10 мА умножьте на 10 общий процент погрешности считывания.
- **Время срабатывания:** 1 с (низкая скорость) или 0,1 с (средняя скорость)
- **Защита входов:** 750 В СКЗ во всех диапазонах (клемма HI)

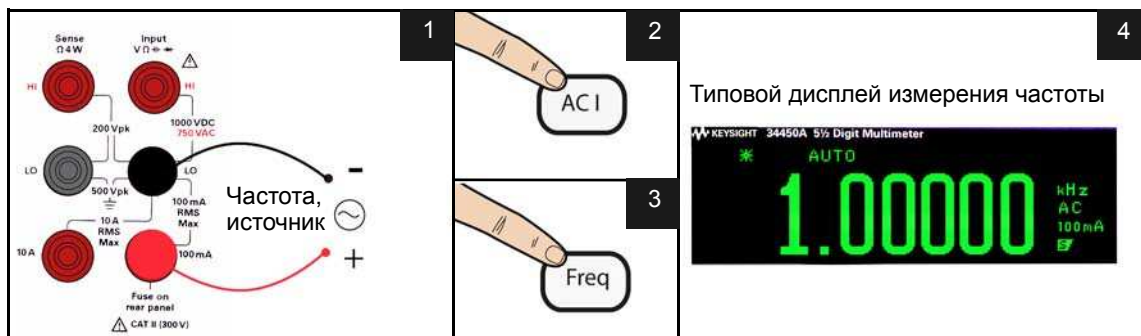


Рисунок 1-12 Подключение клемм и дисплей для частоты пер. тока (мА)

# 1 Руководство по быстрому началу работы

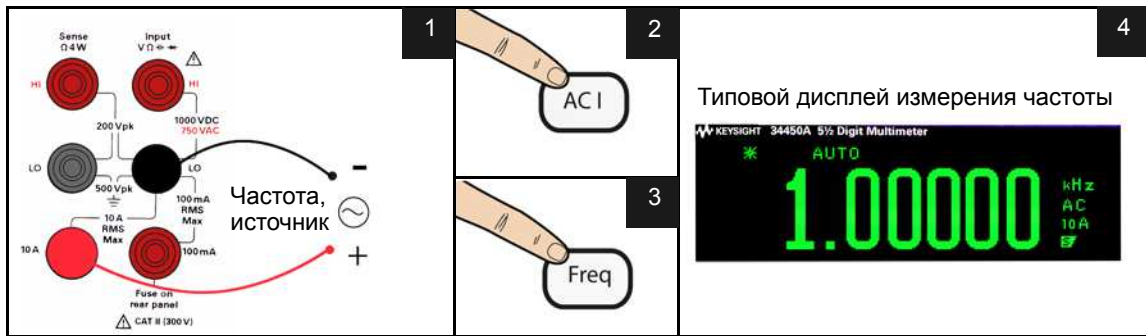


Рисунок 1-13 Подключение клемм и дисплей для частоты пер. тока (A)

## Проверка целостности

- **Метод измерения:** Источник пост. тока 0,5 мА ± 0,2 %
- **Время отклика:** 165 выборок/с со звуковым сигналом
- **Порог целостности:** 10 Ом, фиксированный
- **Защита входов:** 1000 В (клемма HI)

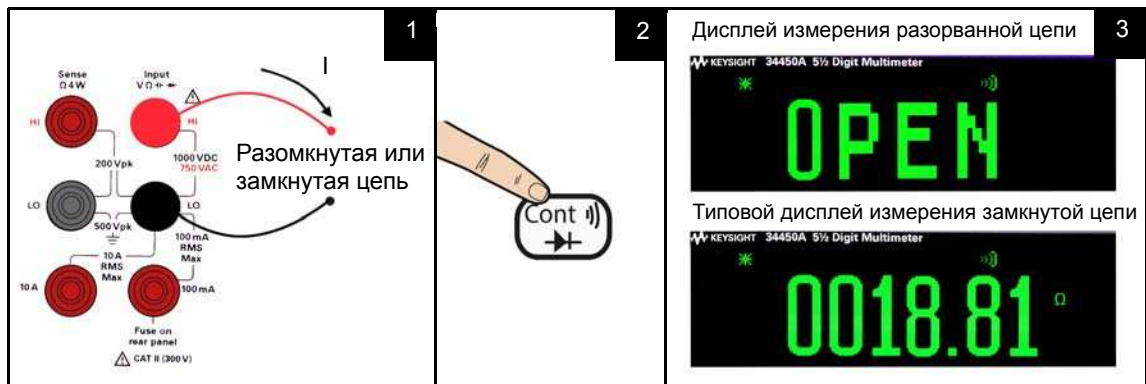


Рисунок 1-14 Подключение клемм и дисплей для проверки целостности

## Проверка диодов

- **Метод измерения:** Используется источник пост. тока  $0,5 \text{ mA} \pm 0,2 \%$
- **Время отклика:** 190 выборок/с со звуковым сигналом
- **Защита входов:** 1000 В (клемма HI)

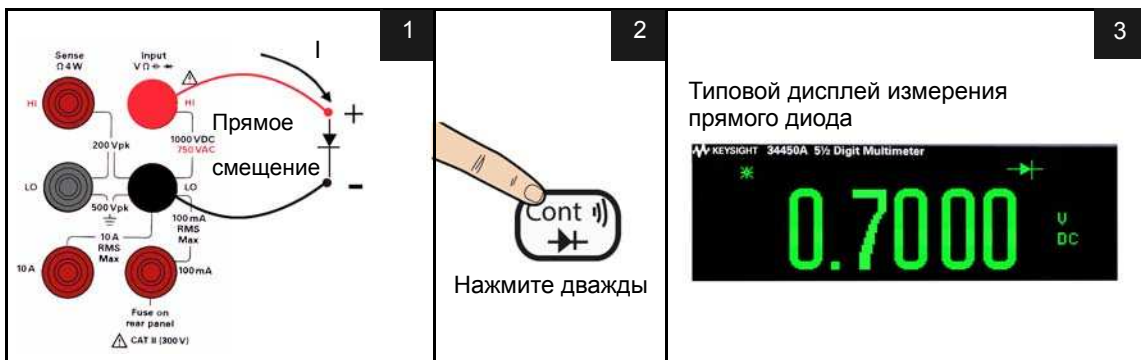


Рисунок 1-15 Подключение клемм и дисплей для прямого диода



Рисунок 1-16 Подключение клемм и дисплей для обратного диода

## Измерение температуры

- **Диапазон измерений:** От  $-80,0$  до  $150,0$  °C (от  $-110,0$  до  $300,0$  °F)
- **Метод измерения:** 2-проводное измерение сопротивления 5-килоомного термисторного датчика (E2308A) с вычисляемым преобразованием
- **Защита входов:** 1000 В (клемма HI)
- **Дополнительные принадлежности:** Термисторный температурный пробник E2308A

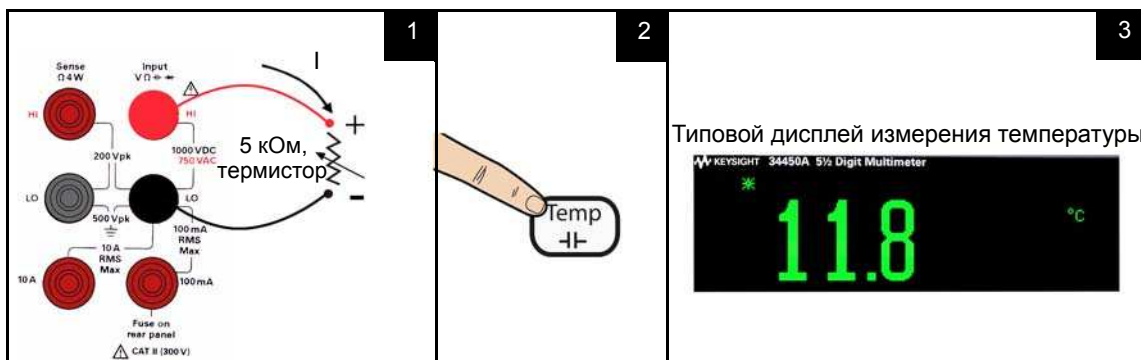


Рисунок 1-17 Подключение клемм и дисплей для измерения температуры



## Измерение емкости

- **Диапазон измерений:** 1,000 нФ, 10,00 нФ, 100,0 нФ, 1,000 мкФ, 10,00 мкФ, 100,0 мкФ, 1,000 мкФ, 10,00 мкФ
- **Настройка по умолчанию:** Автоматический выбор диапазона
- **Метод измерения:** Вычисляется по времени заряда от источника постоянного тока. Типовой уровень сигнала: от 0,12 до 1,0 В пер. тока.
- **Защита входов:** 1000 В (клемма HI)

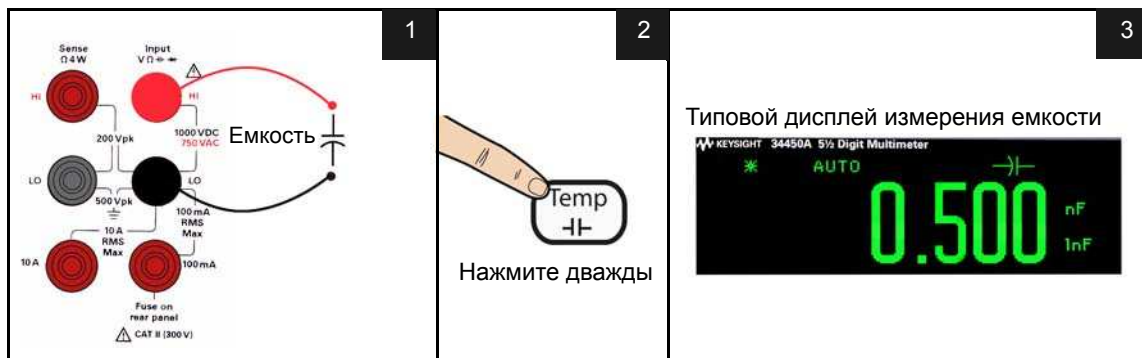

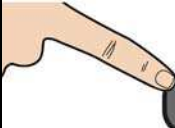









Рисунок 1-18 Подключение клемм и дисплей для измерения емкости

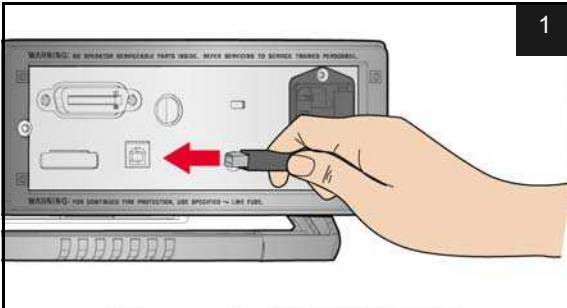
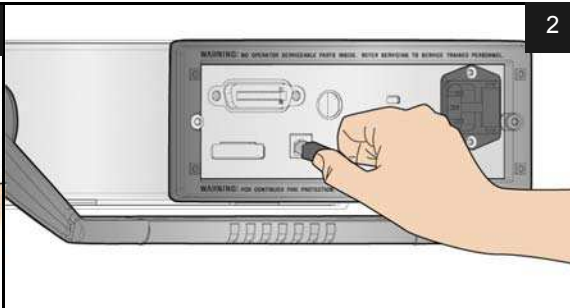
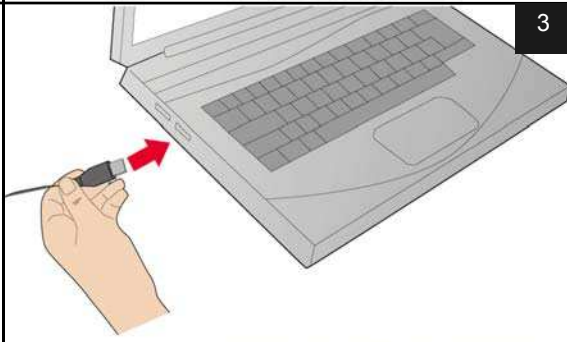
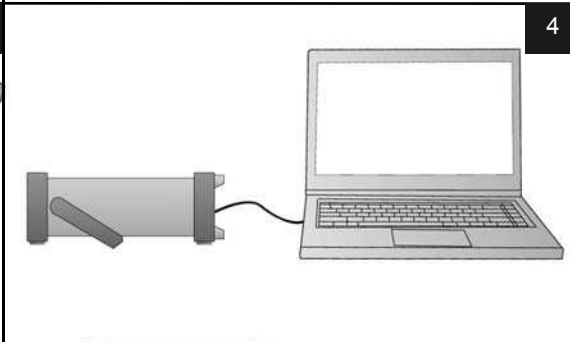

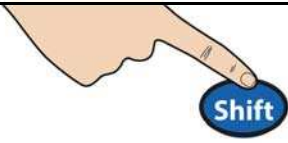
## Выбор диапазона

Можно дать мультиметру автоматически выбирать диапазон, используя автовыбор диапазона, или вручную выбрать фиксированный диапазон. Функция автовыбора диапазона удобнее, поскольку мультиметр автоматически выбирает наиболее подходящий диапазон для измерения и отображения результатов. Однако ручной выбор диапазона повышает производительность, поскольку мультиметр не тратит время на выбор диапазона для каждого следующего измерения.

 <p>Автовыбор диапазона включен</p>	<p>1</p>  <p>2</p>  <p>Нажмите для отключения автовыбора диапазона</p>
 <p>Ручной выбор диапазона включен</p>	<p>3</p>  <p>4</p>  <p>Выбор более высокого диапазона</p> <p>Выбор более низкого диапазона</p>
 <p>Ручной выбор диапазона включен</p>	<p>5</p>  <p>6</p>  <p>Нажмите для включения автовыбора и отключения ручного выбора диапазона</p>

## Дистанционная работа

### USB-интерфейс

 <p>1</p>	 <p>2</p>
 <p>3</p>	 <p>4</p>
 <p>5</p> <p>Автоматически показывает удаленное состояние, когда связь установлена после выполнения Keysight Connection</p>	 <p>6</p> <p>Нажмите для выхода из удаленного состояния</p>

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Чтобы упростить настройку и проверку интерфейсного соединения между 34450A и ПК, используйте компакт-диск Automation-Ready, который поставляется с 34450A. Этот компакт-диск включает в себя *Keysight IO Libraries Suite* и приложение *Keysight Connection Expert*. Для получения дополнительной информации о ПО подключения ввода-вывода Keysight посетите [www.keysight.com/find/iolib](http://www.keysight.com/find/iolib).

---

## Последовательный интерфейс

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Чтобы использовать этот последовательный интерфейс, рекомендуется использовать дополнительный адаптер Serial-to-RS232 (34450A-700)

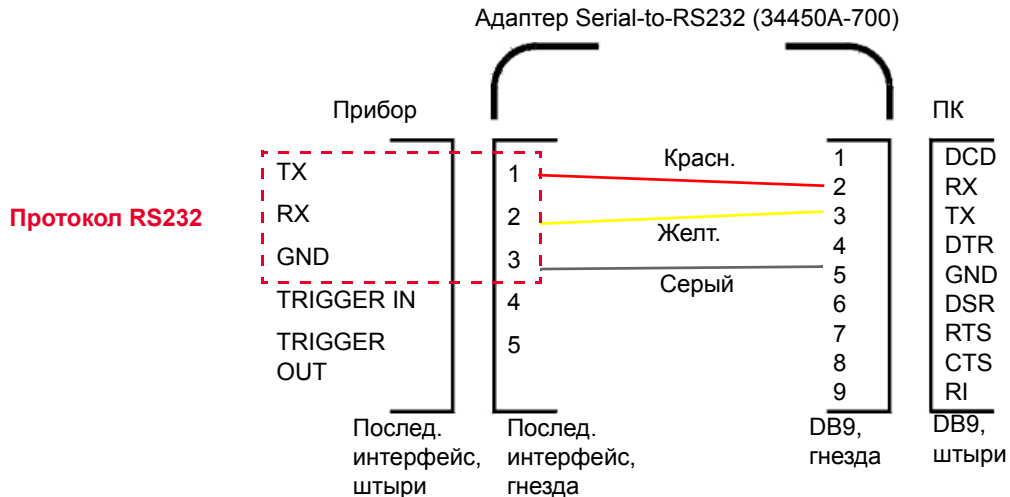
---

5-контактный штыревой разъем на задней панели мультиметра представляет собой последовательный порт для создания минимального 3-проводного RS-232-соединения (TX, RX, GND).

Для управления мультиметром с хост-компьютера или терминала параметры последовательного интерфейса в мультиметре должны соответствовать параметрам последовательного интерфейса, поддерживаемого хостом или терминалом.

Настройки мультиметра по умолчанию: 9600 бод, без контроля четности, 8 битов данных и 1 стоповый бит (9600, n, 8, 1).

Схема подключения и процедура настройки показаны на рис. **Схема разъемов последовательного интерфейса** и в разделе «Подменю UTILITY/RS232» на странице 67.



**Рисунок 1-19** Схема разъемов последовательного интерфейса

## GPIB IEEE-488 (опция)

Интерфейс GPIB представляет собой шинную структуру, которая связывает мультиметр с хост-компьютером или другими управляемыми через GPIB приборами с целью создания автоматизированной измерительной системы.

Он может использоваться для подключения до 15 устройств в конфигурации с одной непрерывной шиной, шинами, соединенными звездой или последовательно.

Для управления мультиметром с хост-компьютера или терминала параметры интерфейса GPIB в мультиметре должны соответствовать параметрам интерфейса GPIB, поддерживаемого хостом или терминалом.

Заводская настройка адреса: 22.

## Режим совместимости кода

34450A имеет режим совместимости кода. Этот режим экономит время и усилия, устраняя необходимость переписывать программы, используя SCPI-команды 34450A.

## SCPI-команды

Keysight 34450A соответствует синтаксическим правилам и соглашениям языка SCPI (*Стандартные команды для программируемых инструментов*).

### ПРИМЕЧАНИЕ

Полное описание синтаксиса SCPI 34450A находится в файле справки *Справочник программиста Keysight 34450A*, который поставляется на компакт-диске *Справочные документы продукта 34450A*.

## Версия языка SCPI

Версию языка SCPI мультиметра можно определить, отправив через удаленный интерфейс запрос `SYSTEM:VERSion?`.

- Версию SCPI можно запросить только через удаленный интерфейс.
- В ответ возвращается версия SCPI в формате `YYYY.V`, где `YYYY` соответствует году версии, а `V` — номеру версии для этого года (например, `1997.0`).

# 5½-разрядный цифровой мультиметр Keysight 34450A Руководство по эксплуатации

## 2

## ФУНКЦИИ И ВОЗМОЖНОСТИ

Математические операции	48
Двойной дисплей	60
Использование меню Utility (Настройки)	63
Сохранение и вызов состояний прибора	72
Состояние при сбросе/включении питания	74
Запуск мультиметра	76
Регистрация данных	80
Режим совместимости с кодом Fluke 45/Fluke 8808A	88

В этой главе содержится информация о функциях и возможностях 5½-разрядного цифрового мультиметра Keysight 34450A и о том, как использовать переднюю панель для управления ими.

## Математические операции

**Таблица 2-1** ниже описывает математические операции, которые могут использоваться с каждой функцией измерения.

**Таблица 2-1 Математические операции**

Математическая функция	Функция измерения									
	DCV	ACV	DCI	ACI	$\Omega$	FREQ	DIODE	CONT	TEMP	CAP
Null	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓
Limit	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓
Hold	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓
dB	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
dBm	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
Stats	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓

- Одновременно может включаться только одна математическая операция.
- Математическая операция не поддерживает внешний запуск.
- Операция Hold (Удержание) не поддерживает режим высокой скорости.
- В режиме двойного дисплея выбор математической операции будет применен к первичной функции измерения и выключит вторичную функцию.
- Изменение диапазона и разрешения разрешено для всех математических операций.
- Опорные значения, смещение и пределы, используемые для математических функций Null, Limit, dB и dBm, можно редактировать.
- Дистанционное управление описано в подсистеме CALCulate в файле справки *Справочник по программному обеспечению Keysight 34450A*.

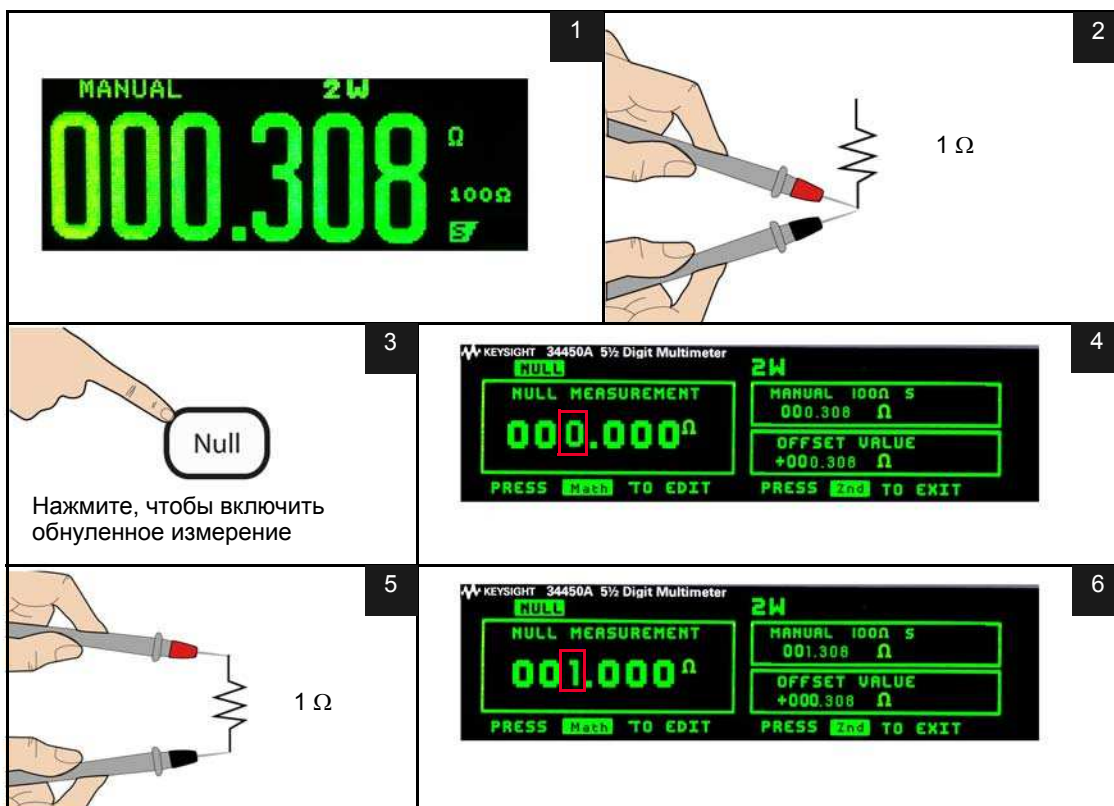


## Обнуленное измерение

При выполнении обнуленных измерений, также называемых относительными, каждое показание соответствует разнице между сохраненным значением и входным сигналом.

Например, эту функцию можно использовать для более точных измерений сопротивления путем обнуления сопротивления испытательного провода.

Перед выполнением обнуленного измерения устраните ошибки смещения, связанные с сопротивлением испытательного провода, выполнив следующие действия:





**Рисунок 2-1 Доступ к обнуленному измерению**

После включения операции обнуления мультиметр сохраняет результат следующего считывания в регистр смещения и сразу отображает обнуленное измерение:

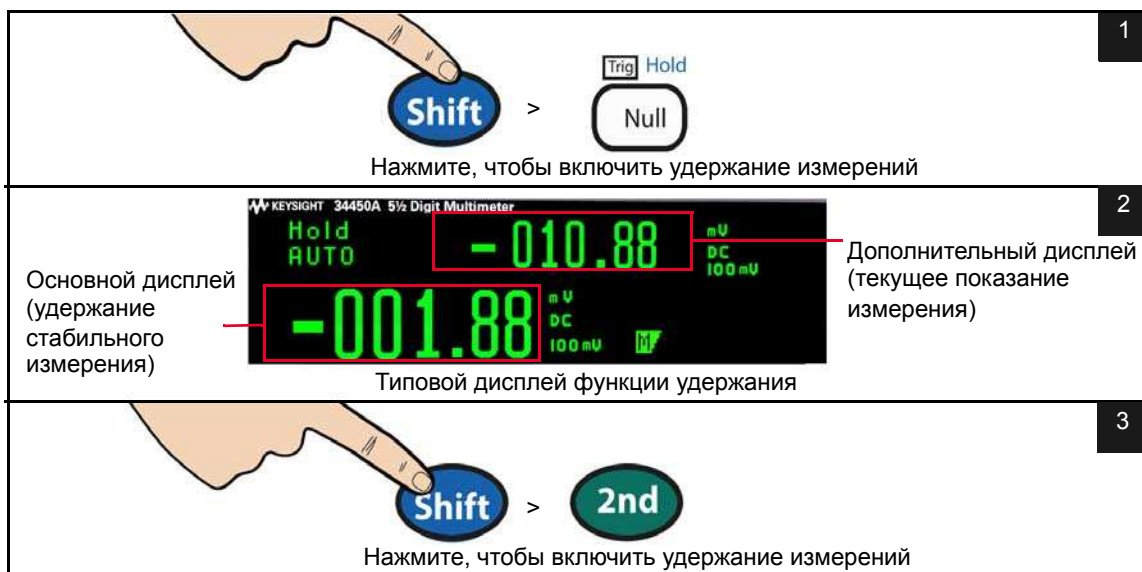
**Отображение обнуленного измерения = показание – смещение.**

Значение смещения можно просмотреть и отредактировать на дополнительном дисплее, как описано в разделе «**Редактирование опорных значений математических функций**» на странице 58.

## Удержание измерения

Функция удержания позволяет фиксировать и удерживать стабильное показание на дисплее передней панели.

При обнаружении стабильного считывания мультиметр выдает звуковой сигнал (если зуммер включен в меню утилит) и удерживает показание на основном дисплее.



**Рисунок 2-2 Доступ к удержанию измерения**

После включения операция удержания отображает индикатор удержания и начинает оценивать показания, используя приведенные ниже правила:

**Основной дисплей = Показание<sub>N</sub> IF Max() – Min() ≤ 0.1% × Показание<sub>N</sub>**

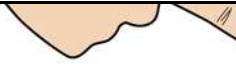

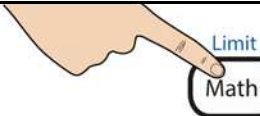

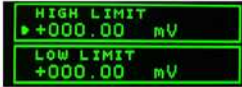





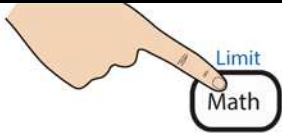

Решение об отображении на главном дисплее нового показания основывается на использовании прямоугольной функции для текущего и трех предыдущих показаний:

**Макс (Показание<sub>N</sub> Показание<sub>N-1</sub> Показание<sub>N-2</sub> Показание<sub>N-3</sub>)**

**Мин (Показание<sub>N</sub> Показание<sub>N-1</sub> Показание<sub>N-2</sub> Показание<sub>N-3</sub>)**

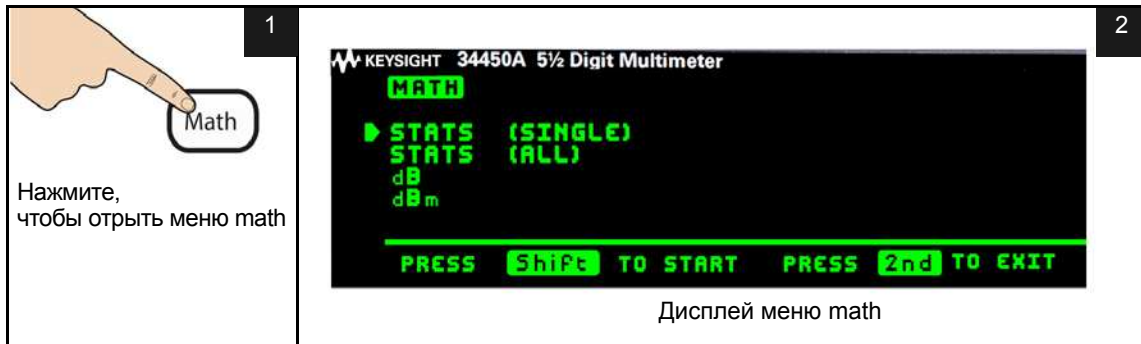
## Измерение с пределами

Функция предельных измерений позволяет выполнить тестирование типа «прошло/не прошло» для заданных верхних и нижних пределов.

	<p>Limit &gt; Math</p> <p>Нажмите, чтобы включить предельные измерения</p>	1
<p>Верхний предел всегда должен быть больше нижнего. Иначе будет отображено сообщение INVALID</p>	 <p>Текущее измерение</p> <p>Состояние предела</p> <p>Типовой дисплей предельной функции</p>	2
 <p>Нажмите для редактирования</p>	  <p>Выберите предел, который хотите изменить</p>	3 4
 <p>Нажмите для редактирования</p>	  <p>Увеличьте/уменьшите соответствующий разряд</p>   <p>Выберите редактируемый разряд слева или справа</p>	5 6-a 6-b
 <p>Нажмите для сохранения</p>	 <p>Нажмите для выхода из предельной операции или режим редактирования</p>	7 8

## Доступ к меню MATH (Mat.)


Математическую операцию можно включить, выполнив следующие действия:



## Редактирование одной статистики


Одну статистику можно отредактировать, выполнив следующие действия:

**1**




Выберите опцию STATS (SINGLE)

**2**



Нажмите для запуска

**3**




Текущее измерение — **-010.43** mV

Статистические значения — **027.07** mV


Типовой дисплей статистики (одной) для макс. показания

**4**




Нажмите для редктирования

**5**




Нажмите для перебора значений Max/Min/Avg/N

**6**



- Max** Максимальное показание
- Min** Минимальное показание
- Avg** Среднее для всех показаний
- N** Число считанных показаний

**7**




Нажмите для выхода

**Примечание.** Каждый раз, когда сохраняется новое минимальное или максимальное значение, мультиметр будет выдавать одиночный звуковой сигнал (если зуммер включен в меню утилиты), а индикатор Min или Max кратковременно на 1 секунду загорится рядом с дополнительным дисплеем.

## Редактирование различных типов статистик


Все типы статистик можно отредактировать, выполнив следующие действия:

1



Выберите опцию STATS (ALL)

2



Нажмите для запуска


---

Число считанных показаний

Текущее измерение

Среднее показание

3



Максимальное показание


Минимальное показание

**Примечание.** Каждый раз, когда сохраняется новое минимальное или максимальное значение, мультиметр будет выдавать одиночный звуковой сигнал (если зуммер включен в меню утилиты), а индикатор New кратковременно на 1 секунду загорится в соответствующем прямоугольнике Min или Max.

---

Число считанных показаний

4




Нажмите для выхода

## Редактирование измерения dB

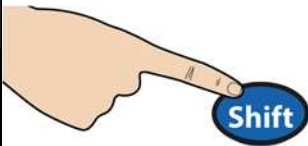
После активации операция измерения dB вычисляет значение dBm для следующего показания, сохраняет результат в регистре опорного значения (dB Ref) и немедленно выполняет следующий расчет. Первое отображаемое показание всегда точно равно 000,00 дБ.

$$dB = 10 \times \text{Log}_{10} [(Показание^2/R_{REF})/0,001 \text{ Вт}] - \text{dB Ref}$$



Выберите опцию dB


1



2

Нажмите для редактирования

---



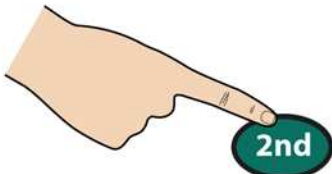
Измерение дБ

3

Текущее измерение

Опорное значение (от 0 дБ до ±120,000 дБм, по умолч.: R<sub>REF</sub> 0 дБм)

---



4

Нажмите для выхода

Значение опорного значения дБ можно просмотреть и отредактировать, как описано в разделе «Редактирование опорных значений математических функций» на странице 58.



## Редактирование измерения dBm

Логарифмическая шкала, дБм (децибел относительно одного милливатта), часто используется при измерениях радиосигнала. Операция мультиметра dBm выполняет измерение и вычисляет мощность, прикладываемую к эталонному сопротивлению (как правило, 50, 75 или 600 Ом). Для вычисления используется формула преобразования показания напряжения:

$$dBm = 10 \times \text{Log}_{10}[(\text{Показание}^2 / R_{REF}) / 0,001 \text{ Ом}]$$

Можно выбрать одно из нескольких значений опорного сопротивления:

$R_{REF} = 2 \text{ Ом}, 4 \text{ Ом}, 8 \text{ Ом}, 16 \text{ Ом}, 50 \text{ Ом}, 75 \text{ Ом}, 93 \text{ Ом}, 110 \text{ Ом}, 124 \text{ Ом}, 125 \text{ Ом}, 135 \text{ Ом}, 150 \text{ Ом}, 250 \text{ Ом}, 300 \text{ Ом}, 500 \text{ Ом}, 600 \text{ Ом}, 800 \text{ Ом}, 900 \text{ Ом}, 1000 \text{ Ом}, 1200 \text{ Ом}$  или 8000 Ом.

1 Выберите опцию dBm

2 Нажмите для запуска

3 Текущее измерение  
Опорное значение

4 Нажмите для выхода

Значение опорного значения можно просмотреть и выбрать, как описано в разделе «**Редактирование опорных значений математических функций**» на странице 58.

## Математические индикаторы

**Таблица 2-2** ниже содержит математические индикатор, которые могут отображаться на дисплее, и редактируемые значения.

**Таблица 2-2    Индикаторы математических значений**

Математическая операция	Просмотр/редактирование	Редактируется	Математический индикатор
Null	Смещение	✓	Offset Value
dBm	R <sub>REF</sub>	✓	Reference R Value
dB	dB Ref	✓	Reference Value
Statistics	Максимум	-	Max
	Минимум	-	Min
	Среднее	-	Avg
	Число показаний	-	N
Limit	Предел HI	✓	High Limit
	Предел LO	✓	Low Limit

## Редактирование опорных значений математических функций

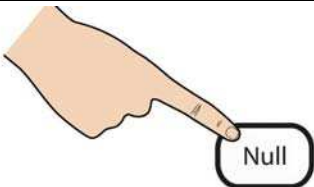

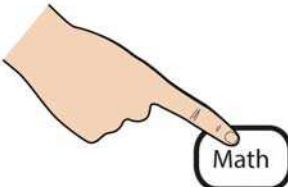



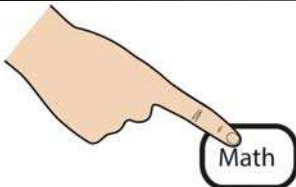
Опорные значения, используемые для математических функций Null, Limit, dB и dBm, могут редактироваться при включении указанной функции (см. **Таблицу 2-2** на странице 58).

Дистанционное управление описано в подсистеме CALCulate в файле справки *Справочник по программному обеспечению Keysight 34450A*.

## Редактирование значений

Для математических функций с редактируемыми значениями в нижней левой части дисплея будет отображаться надпись **PRESS MATH TO EDIT**.

Чтобы изменить математические значения, выполните следующие действия:

<p>1</p>  <p>Нажмите, чтобы открыть меню null</p>	<p>2</p> 
<p>3</p>  <p>Нажмите для редактирования</p>	<p>4-a</p>  <p>Нажимайте для выбора разряда</p>
<p>5-a</p>  <p>Нажмите, чтобы выйти без сохранения</p>	<p>4-b</p>  <p>Нажимайте, чтобы изменить значение выбранного разряда</p> <p>5-b</p>  <p>Нажмите, чтобы сохранить опорное значение</p>

## Двойной дисплей

Большинство функций измерения имеют predetermined диапазоны или возможности измерений, которые могут отображаться в режиме двойного измерения. Все математические операции имеют predetermined операции, которые отображаются на двойном дисплее.

**Таблица 2-3** ниже содержит функции измерения, которые доступны в режиме двойного дисплея.

**Таблица 2-3** Измерения доступны в режиме двойного дисплея<sup>[a][b][c][d][e]</sup>

Основной дисплей	Дополнительный дисплей				
	DCV	ACV	DCI	ACI	Frequency
DCV	-	✓	✓	✓	-
ACV	✓	-	✓	✓	✓
DCI	✓	✓	-	-	-
ACI	✓	✓	-	-	✓
FREQUENCY	-	✓	-	✓	-

[a] Все характеристики гарантируются только для одного дисплея.

[b] Для двойного измерения ACI-ACV (пер. ток и напряжение) входной сигнал пер. напряжения (ACV) ограничен 500,000 В×Гц.

[c] Для двойного измерения DCI-DCV (пост. ток и напряжение) входной сигнал пост. напряжения (ACV) ограничен 600,000 В×Гц.

[d] Для двойного измерения DCV-ACV (пост. и пер. напряжение) входной сигнал пост. напряжения (DCV) ограничен 500 В, когда входной сигнал пер. напряжения (ACV) должен находиться в диапазоне 100 мВ. Входной сигнал пер. напряжения (ACV) должен превышать 50 мВ.

[e] Частоты для двойного измерения ACI-DCV (пер. ток и пост. напряжение) см. **Таблицу 2-4** на странице 61.



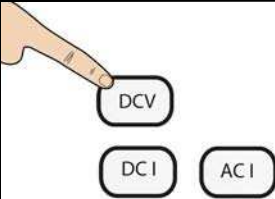



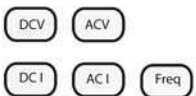



**Таблица 2-4 Частоты операции измерения DCV-ACI (пер. ток и пост. напряжение)**

DCV-ACI	Частота операции измерения
Низкая/средняя скорость	>500 Гц (600 Гц) / n x 50 Гц (60 Гц) для <500 Гц
Быстрая скорость	>10 кГц / n x 1 кГц для <10 кГц

Дополнительную информацию см. в разделе **3, «Учебник по измерениям»**.

## Использование двойного дисплея

Для включения двойного дисплея выполните следующие действия:

 <p>Типовой экран с одним дисплеем</p>	<p>1  2</p> <p>Нажмите, чтобы включить дополнительный дисплей</p>
<p>3 </p> <p>Выберите нужное дополнительное измерение</p>	<p>4 </p> <p>Типовой экран с двумя дисплеями</p>
<p>5 </p> <p>Нажмите для контроля дополнительного измерения</p>	<p>6 </p> <p>На экране будет показано, что дополнительное измерение контролируется</p>
<p>7-a </p> <p>Выберите нужную функцию для дополнительного дисплея</p>	<p>8 </p> <p>Нажмите, чтобы выключить дополнительный дисплей.</p> <p><b>Примечание.</b> Доступные измерения в режиме двойного дисплея см. в <a href="#">Таблице 2-3</a></p>
<p>7-b </p> <p>Выберите нужный диапазон</p>	
<p>7-c </p> <p>Выберите нужную скорость</p>	

Дистанционное управление описано в команде DISPLAY:WINDOW2 в файле справки *Справочник по программному обеспечению Keysight 34450A*.

## Использование меню Utility (Настройки)

Меню Utility (Настройки) позволяет вам настроить ряд энергонезависимых конфигураций приборов. Он также отображает сообщения об ошибках SCPI и последние коды версий микропрограммы.

Описания пунктов меню Utility (Настройки) и их опций показаны в [Таблице 2-5](#) на странице 64.



Рисунок 2-3 Первая страница меню Utility (Настройки)





Рисунок 2-4 Вторая страница меню Utility (Настройки)

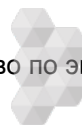
Таблица 2-5    Доступные настройки меню Utility (Настройки)

Возможность	По умолчанию	Доступные настройки	Описание	Дистанционная команда
BUZZER	ON	ON (Вкл.) или OFF (Выкл.)	Включает или отключает звук для функций Diode, Stats, Limit и Hold Отключение зуммера не отключает звук при нажатии кнопок передней панели и звук функции Continuity Для получения дополнительной информации см. раздел «Звуковой сигнал» на странице 71.	SYSTem:BEEPer:STATe
I/O	USB	USB, GPIB и RS232	– Отключение или включение дистанционного интерфейса GPIB, USB или RS232. – Если выбрано GPIB, см. раздел «Подменю UTILITY/GPIB» на странице 69 – Если выбрано RS232, см. раздел «Подменю UTILITY/RS232» на странице 67 – Когда отключен весь ввод-вывод, в настройках отображается DISABLE	SYSTem:COMMunicate:ENABLe <mode>, <interface>
TEMP UNIT	°C	°C или °F	Выбор единицы измерения температуры	UNIT:TEMPerature <units>
LANGUAGE (Язык)	L1	L1 или L2	L1 представляет режим Keysight. L2 представляет режим Fluke 45/8808A. Для получения дополнительной информации см. раздел «Включение функции совместимости кода» на странице 88	SYSTem:LANGuage
INPUT Z (Импед. входа)	10M	10M (10 МОм) или HIGH Z (Выс. импед.)	Задаёт входной импеданс для измерений пост. напряжения (DCV) (HIGH Z выбирается только для диапазонов 100 мВ и 1 В)	[SENSe:]VOLTage [ :DC ]: IMPedance:AUTO <mode>
SELF TEST	OFF	ON (Вкл.) или OFF (Выкл.)	Выбор ON немедленно включает немедленно самотестирование мультиметра. По завершении самотестирования происходит возврат к нормальной работе	*TST?
P-ON RESET	ON	ON (Вкл.) или OFF (Выкл.)	Отключает или включает автоматический вызов состояния при выключении после включения питания	MEMory:STATe:RECall :AUTO

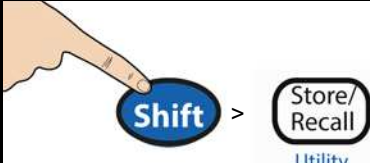

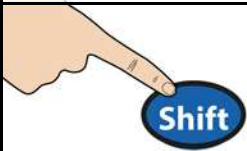

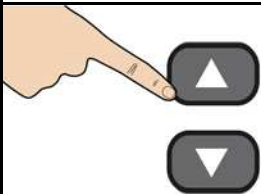




Таблица 2-5 Доступные настройки меню Utility (Настройки) (продолжение)

Возможность	По умолчанию	Доступные настройки	Описание	Дистанционная команда
OCOMP	OFF	ON (Вкл.) или OFF (Выкл.)	Включает или отключает компенсацию смещения для измерения сопротивления	[SENSe:]RESistance: OCOMpe nsated <режим>
CALIBRATION	SECURE	SECURE (Защищено) or UNSEC (Не защищено)	Запрет или разрешение выполнять калибровку прибора. При выборе этого пункта открывается подменю калибровки	CALibration:SECure: STATE <режим>, <код>
BRIGHTNESS			Позволяет настраивать яркость дисплея мультиметра	-
SCPI ERR	NONE	NONE (Нет) или сообщение об ошибке	Доступные настройки: NONE (Нет) или (число ошибок). Описание: при наличии ошибок выбор этого пункта открывает подменю ошибок SCPI	SYSTem:ERRor?
FW VER	-	XX.XX - XX.XX	Отображает версию микропрограммы мультиметра. Первые 4 цифры являются версией микропрограммы процессора ввода-вывода, а последние 4 цифры являются версией микропрограммы процессора измерений	-



Ниже приведены шаги, которые следует выполнить, если необходимо отредактировать любые значения в меню Utility (Настройки):

<p>1</p>  <p>Нажмите, чтобы открыть меню Utility (Настройки)</p>	<p>2</p>  <p>Страница меню Utility (Настройки)</p>	
<p>3</p>  <p>Нажмите для редактирования</p>	<p>4</p>  <p>Эта опция начнет мигать, позволяя отредактировать ее</p>	
<p>5</p>  <p>Выберите нужное значение</p>	<p>6</p>  <p>Нажмите для сохранения</p>	<p>7</p>  <p>Нажмите для выхода</p>

## Подменю UTILITY/RS232

Чтобы включить RS232, выполните следующие действия. Перечень настроек RS232 см. в разделе **Таблицу 2-6** на странице 68.

 <p>Выберите опцию I/O</p>	<p>1</p>  <p>2</p> <p>Нажмите для редактирования</p>
 <p>Нажмите для выбора опции RS232</p>	<p>3</p>  <p>4</p> <p>Нажмите для редактирования опции RS232</p>
 <p>Обычный вид подменю RS232</p>	<p>5</p>  <p>Нажмите для возврата в меню Utility (Настройки)</p>
<p>6</p>  <p>Нажмите для редактирования / сохранения</p>	<p>7</p>  <p>8</p> <p>Нажмите для возврата в меню Utility (Настройки)</p>

**Таблица 2-6    Подменю UTILITY/RS232**



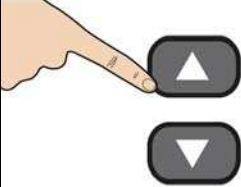
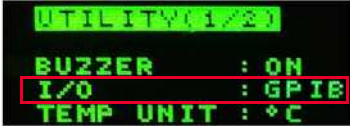




<b>Опция</b>	<b>Настройка по умолчанию</b>	<b>Доступные настройки</b>	<b>Описание</b>
BAUD RATE	9600	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600	Скорость передачи для удаленной связи с ПК (дистанционного управления)
PARITY	NONE	NONE (Нет), ODD (Нечет.), EVEN (Чет.)	Бит четности для удаленной связи с ПК
DATA BIT	8	7, 8	Количество битов данных
STOP BIT	1	1, 2	Количество стоповых битов
State	Disable	Disable (Откл.), Enable (Вкл.)	Включение или отключение RS232

## Подменю UTILITY/GPIB

Чтобы активировать GPIB, сначала включите опцию GPIB. Если лицензионный ключ GPIB не активирован, появится следующее всплывающее сообщение:


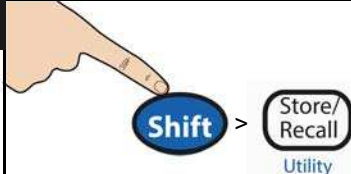

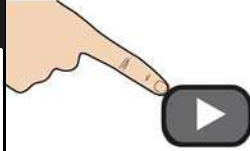
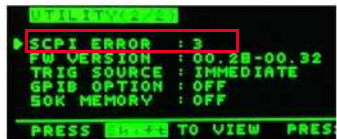
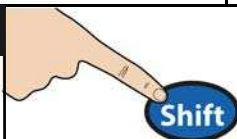

«GPIB is not enabled, to enable, please visit [www.keysight.com/find/34450A](http://www.keysight.com/find/34450A)» (GPIB не разрешен, чтобы разрешить его, посетите страницу [www.keysight.com/find/34450A](http://www.keysight.com/find/34450A)).

Если выбрать подключение GPIB, появится подменю, позволяющее настроить адрес (от 0 до 30) для удаленной связи с ПК.

 <p>Выберите опцию I/O</p>	<p>1</p>  <p>2</p> <p>Нажмите для редактирования</p>	
 <p>3</p> <p>Нажмите для выбора опции GPIB</p>	 <p>4</p>	 <p>5</p> <p>Нажмите для редактирования опции GPIB</p>
 <p>Обычный вид подменю GPIB</p>	 <p>7</p> <p>Нажмите для редктирования/сохранения</p>	 <p>8</p> <p>Нажмите для возврата в меню Utility (Утилта)</p>

## Чтение сообщений об ошибках

Чтобы прочитать на передней панели сообщения об ошибках, выполните следующие действия. Дистанционное управление описано в команде SYSTEM:ERROR? в файле справки *Справочник по программному обеспечению Keysight 34450A*.

 <p>Обычный вид сообщения об ошибке</p>	<p>1</p>  <p>2</p> <p>Нажмите, чтобы открыть меню Utility (Утилита)</p>
	<p>3</p>  <p>4</p> <p>Нажмите для перехода на вторую страницу меню Utility (Утилита)</p>
	<p>5</p>  <p>6</p>  <p>7</p> <p>Нажмите для промотра ошибки</p> <p>Нажмите для выхода</p>

## Звуковой сигнал

Как правило, мультиметр выдает звуковой сигнал при выполнении определенных условий (например, мультиметр выдает звуковой сигнал, когда стабильное показание фиксируется в режиме удержания показаний).

Для звукового сигнала на заводе-изготовителе установлено значение **ON** (Вкл.), но он может быть отключен или включен вручную.

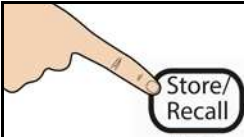


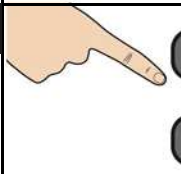





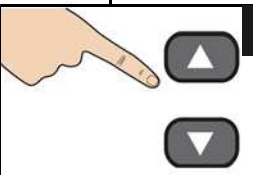


- Задание для звукового сигнала значения **OFF** (Выкл) **НЕ** отключает звук при нажатии кнопок передней панели.
- Звуковой сигнал всегда выдается (даже при **выключенном** звуковом сигнале) в следующих случаях:
  - Результат измерения целостности меньше порога целостности или равен ему.
  - Отправляется команда SYSTem:BEePer.
  - Имеет место ошибка.
- В дополнение к описанным ниже операциям, когда звуковой сигнал **включен**, выдается один звуковой сигнал в следующих случаях (**выключение** звукового сигнала запрещает его в следующих случаях):
  - Когда сохраняется новое значение **MIN** или **MAX**.
  - Когда обновляется стабильное показание на дисплее для операции Math Hold.
  - Когда результат измерения выходит за верхний (**HI**) или нижний (**LO**) порог.
  - Когда диод с прямым смещением измеряется с помощью функции Diode.

## Сохранение и вызов состояний прибора

Текущее состояние мультиметра, включая все настройки для конфигурации измерений, математической операции и системных операций, может быть сохранено в одной из шести энергонезависимых ячеек памяти и позже восстановлено. Ячейка LAST сохраняет конфигурацию мультиметра при отключении питания. Для хранения конфигураций доступны ячейки LAST и 1–5.



Чтобы восстановить состояние прибора, выполните следующие шаги:

<p>1</p>  <p>Нажмите для отображения меню сохранения/восстановления</p>	<p>2</p>  <p>Обычный вид меню STORE/RECALL (COXP/BOCCT)</p>		
<p>3</p>  <p>Нажмите для редактирования</p>	<p>4</p>  <p>Нажмите для выбора ячейки памяти</p>	<p>5</p>  <p>Выбранная ячейка памяти</p>	
<p>6</p>  <p>Нажмите, чтобы соранить состояние в выбранную ячейку памяти</p>	<p>7</p>  <p>Отображение сохранения остояния</p>	<p>8</p>  <p>Переместите курсор на метку ячейки в поле восстановления</p>	
<p>9</p>  <p>Нажмите для редктирования</p>	<p>10</p>  <p>Нажмите для выбора ячейки памяти</p>	<p>11</p>  <p>Выбранная ячейка памяти</p>	<p>12</p>  <p>Нажмите для восстановления состояния из выбранной ячейки памяти</p>

Дистанционное управление описано в в подсистеме MEMory и в командах \*SAV и \*RCL в файле справки *Справочник по программному обеспечению Keysight 34450A*.

## Состояние при сбросе/включении питания

В приведенной ниже таблице приведены заводские настройки 34450A, за которыми следуют настройки после выключения/включения питания и после получения команды \*RST через USB-интерфейс. Энергонезависимые настройки пользователя показаны **жирным** шрифтом.

**Таблица 2-7    Состояние при сбросе/включении питания**

Параметр	Заводская настройка	Состояние при вкл. питания/сбросе
<b>Конфигурация измерений</b>		
Функция	DCV	DCV
Диапазон	AUTO	AUTO
Разрешение	5½ разрядов	5½ разрядов
Единицы температуры	°C	<b>Настройка пользователя</b>
<b>Математические операции</b>		
Мат. состояние, функция	Off, Null	Off, Null
Мат. регистры	Очищены	Очищены
Эталонное сопротивление для dV <sub>m</sub>	600 Ω	<b>Настройка пользователя</b>
<b>Операция запуска</b>		
Источник запуска <sup>[a]</sup>	Автозапуск (локальный режим) IMMediate (дистанционный режим)	Автозапуск (локальный режим) IMMediate (дистанционный режим)
<b>Операции, связанные с системой</b>		
Восстановление состояния при выключении	Отключено	<b>Настройка пользователя</b>
Сохраненные состояния	Ячейки 0–5 очищены	Без изменений
Звуковой сигнал	Вкл.	<b>Настройка пользователя</b>
Дисплей	Вкл.	Вкл.
Дистанционное/локальное состояние	Локальное	Локальное
Клавиатура <sup>[a]</sup>	Разблокирована, кнопка Local разрешена	Разблокирована, кнопка Local разрешена

**Таблица 2-7 Состояние при сбросе/включении питания (продолжение)**

Параметр	Заводская настройка	Состояние при вкл. питания/сбросе
Выходной буфер показаний <sup>[a]</sup>	Очищен	Очищен
Очередь ошибок <sup>[a]</sup>	Очищена	Очищается при выключении-включении питания
Очистка состояния при включении питания <sup>[a]</sup>	Включена	Настройка пользователя
Регистры состояния, маски и фильтры перехода <sup>[a]</sup>	Очищены	<b>Очищаются, если включена очистка состояния при включении питания, иначе без изменений</b>
Серийный номер	Уникальное значение для каждого прибора	Без изменений
<b>Калибровка</b>		
Состояние калибровки	Защищено	Настройка пользователя
Значение калибровки	0	Без изменений
Строка калибровки	Очищены	Без изменений

[a] Состояние, управляемое микропрограммой процессора ввода-вывода

## Запуск мультиметра

При включении питания источник запуска по умолчанию является автозапуск. Автозапуск обеспечивает непрерывное считывание показаний с максимально доступной для выбранной конфигурации измерений скоростью. Чтобы выполнить запускаемое измерение, выполните следующие действия:

- 1 Сконфигурируйте мультиметр для измерения, выбрав функцию, диапазон, разрешение и т. п.
- 2 Задайте источника запуска мультиметра. Возможны следующие варианты:
  - Программный (шинный) запуск через дистанционный интерфейс.
  - Немедленный внутренний запуск (источник запуска по умолчанию).
  - Запуск внешним импульсом запуска.
- 3 Убедитесь, что мультиметр готов получить запуск из заданного источника (так называемое состояние *ожидания запуска*).

### Немедленный запуск

*Режим немедленного запуска доступен только через дистанционный интерфейс.*

В режиме *немедленного* запуска всегда присутствует сигнал запуска. При переводе мультиметра в состояние ожидания запуска, сигнал запуска выдается немедленно. Это источник запуска по умолчанию для дистанционного интерфейса.

- **Работа через дистанционный интерфейс:** для выбора источника запуска служат следующие команды:

TRIGger:SOURce IMMEDIATE

Команды CONPусунок и MEASURE? автоматически устанавливают в качества источника запуска IMMEDIATE.

Полное описание и синтаксис этих команд приведено в файле справки *Справочника программиста Keysight 34450A*.

### Программный (шинный) запуск

*Режим шинного запуска доступен только через дистанционный интерфейс.*

Режим шинного запуска инициируется отправкой команды шинного запуска после выбора шины (BUS) в качестве источника запуска.

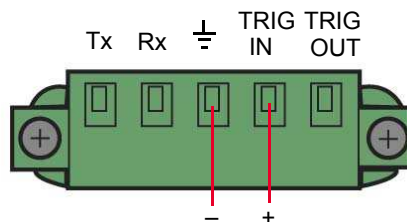
- Выбор шинного запуска выполняется командой TRIGger : SOURce : BUS.
- Команда MEASure? переопределяет режим запуска BUS, запускает ЦММ и возвращает результат измерения.
- Команда READ? не переопределяет режим запуска BUS и генерирует ошибку. Он запускает прибор и возвращает измерение, только когда выбран режим запуска IMMEdiate.
- Команда INITiate только инициирует измерение и нуждается в запуске (BUS, EXTernal или IMMEdiate) для фактического выполнения измерения.

Полное описание и синтаксис этих команд приведено в файле справки *Справочника программиста Keysight 34450A*.

### Внешний запуск

При внешнем запуске каждый раз, когда через разъем внешнего запуска на задней панели поступает импульс, мультиметр выполняет одно считывание (или заданное количество считываний в регистратор данных).

Для запуска считывания мультиметр использует передний фронт внешнего сигнала запуска. Клеммы внешнего запуска показана на приведенной ниже схеме:



**Рисунок 2-5 Клеммы для ввода сигнала запуска**

Когда мультиметр ожидает внешний запуск, светится индикатор запуска.

Разъем запуска на задней панели выдает импульс после завершения каждого измерения. Ввод и вывод внешнего сигнала запуска обеспечивают стандартное аппаратное квитирование между измерительными и коммутационными устройствами.

### Вывод сигнала запуска

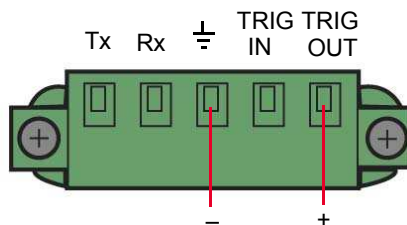
Выходной сигнал запуска не может быть сконфигурирован и выдается по-разному в разных режимах:

В локальном режиме сигнал запуска выдается всякий раз, когда обновляется показание на передней панели.

В дистанционном режиме сигнал запуска выдается всякий раз, когда пользователь выполняет измерение с помощью команды.

В режиме регистрации/внешнего запуска сигнал запуска выдается всякий раз, когда запускается измерение и обновляется показание на передней панели.

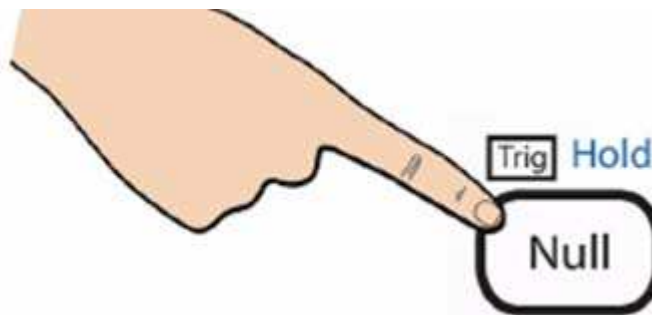
В режиме совместимости кода сигнал запуска выдается всякий раз, когда обновляется показание на передней панели или когда пользователь выполняет измерение с помощью команды. На схеме ниже показаны клеммы для вывода сигнала запуска:



**Рисунок 2-6    Клеммы для вывода сигнала запуска**

### Ручной запуск

При ручном запуске каждый раз, когда через разъем запуска на передней панели поступает импульс, мультиметр выполняет одно считывание (или заданное количество считываний в регистратор данных). Операция ручного запуска показана на рисунке ниже:



Когда мультиметр ожидает ручной запуск, светится индикатор запуска. Разъем запуска на задней панели выдает импульс после завершения каждого измерения. Вход сигнала запуска и ручной запуск обеспечивают стандартное аппаратное квитирование между измерительными и коммутационными устройствами.

## Регистрация данных

Функция регистрации данных предоставляет интерфейс передней панели, который позволяет настраивать регистрацию данных в энергонезависимую память прибора путем программирования без компьютера.

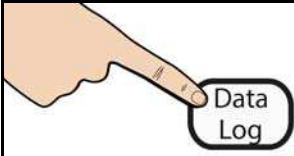

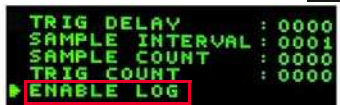


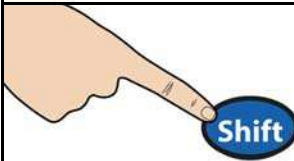

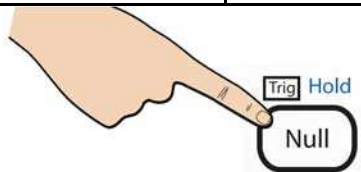
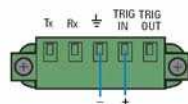
После того как сбор данных закончится, можно просмотреть данные на передней панели или же можно подключить компьютер и импортировать данные, используя команду `DATA:DATA? NVMEM`.

После того как в разъем поступает внешний импульс или нажимается кнопка запуска, прибор включает конфигурацию регистрации и начинает регистрировать данные измерений. После включения регистрации данных весь ввод-вывод отключается. Ввода-вывод восстанавливается, когда регистрация данных завершается или прерывается.

Память 34450A позволяет записать до 50 000 показаний, что является максимальным пределом для функции регистрации данных.



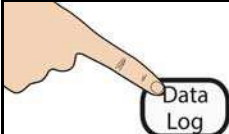

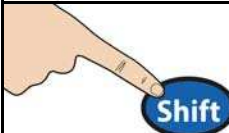


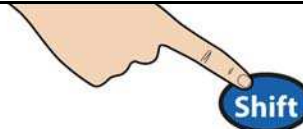

Ниже приведены шаги по включению регистрации данных:

<p>1</p>  <p>Нажмите, чтобы открыть меню DATA LOG</p>	<p>2</p>  <p>Обычный вид меню DATA LOG</p>	
<p>3</p>  <p>Переместите курсор на пункт включения регистрации</p>	<p>4</p>  <p>Нажмите для выполнения</p>	<p>5</p>  <p><b>Примечание.</b> Включение новой регистрации автоматически удаляет</p>
<p>6</p>  <p>Нажмите для продолжения</p>	<p>7</p>  <p>Обычный вид экрана меню DATA LOG</p>	
<p>8</p>  <p>или</p>  <p>Нажмите кнопку запуска (ручной запуск) или подождите, пока внешний импульс (внешний запуск) не запустит регистрацию данных</p>		

**Таблица 2-8    Опции меню DATA LOG**

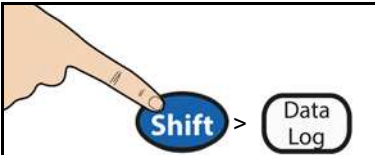






Опция	Доступные настройки	Описание
TRIGGER DELAY	От 0 до 3600 секунд	Время задержки между запуском и первым считыванием, выполняемым функцией регистрации данных. Наименьшее разрешение времени задержки составляет 100 мкс.
SAMPLE INTERVAL	От 1 до 3600 секунд	Время задержки между последовательными считываниями. Наименьшее разрешение составляет 100 мкс. Минимальный интервал зависит от конфигурации и может составлять менее 1 с
SAMPLE COUNT	От 1 до 5000 (измерения с одним дисплеем) От 1 до 2500 (измерения с двумя дисплеями)	Общее количество показаний, которые необходимо зарегистрировать. Оно может быть настроено в диапазоне от 1 до 5000 показаний для измерений с одним дисплеем (увеличивается до 50 000 опцией 3445MEMU) и до 2500 показаний для двух дисплеев (увеличивается до 25 000 опцией 3445MEMU)
TRIGGER COUNT	От 1 до 5000 (измерения с одним дисплеем) От 1 до 2500 (измерения с двумя дисплеями)	Общее количество сигналов запуска, которые будут получены. Оно может быть настроено в диапазоне от 1 до 5000 сигналов для измерений с одним дисплеем (увеличивается до 50 000 опцией 3445MEMU) и до 2500 сигналов для двух дисплеев (увеличивается до 25 000 опцией 3445MEMU)
ENABLE LOG	-	Запуск функции регистрации. В процессе регистрации все кнопки блокируются. Чтобы остановить регистрацию, нажмите любую кнопку, кроме кнопки TRIG, а затем кнопку SHIFT

Чтобы отредактировать задержку запуска, интервал выборки, количество выборок и количество сигналов запуска в меню DATA LOG, выполните следующие действия:

<p>1</p>  <p>Нажмите, чтобы вызвать меню DATA LOG</p>	<p>2</p>  <p>Обычный вид меню DATA LOG</p>
<p>3</p>  <p>Нажмите для редактирования</p>	<p>4-a</p>  <p>Нажимайте для выбора разряда</p> <p>4-b</p>  <p>Нажимайте, чтобы изменить значение выбранного разряда</p>
<p>5</p>  <p>Нажмите для сохранения</p>	<p>6</p>  <p>Нажмите для выхода</p>














## Просмотр сведений о регистрации

На странице сведений о регистрации данных отображается количество зарегистрированных данных, функция и диапазон для первичного и вторичного измерений (дисплеев). Если зарегистрированные данные отсутствуют, отображается **NA**.

<p>1</p>  <p>Нажмите, чтобы открыть меню data log</p>	<p>2</p>  <p>Обычный вид меню VIEW для регистрации</p>
<p>3</p> 	<p>4</p>  <p>Нажмите для выбора пункта LOG INFO</p>
<p>5-a</p>  <p>Обычный вид сведений о регистрации, когда выполняется только первичное измерение</p>	<p>6</p> 
<p>5-b</p>  <p>Обычный вид сведений о регистрации, когда выполняется и первичное, и вторичное измерения</p>	<p>Нажмите для выхода</p>

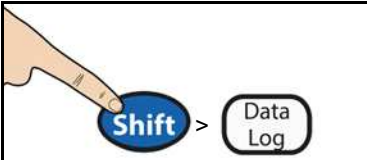


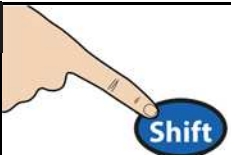
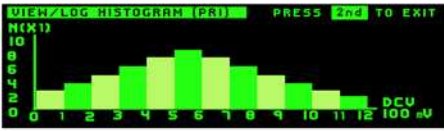
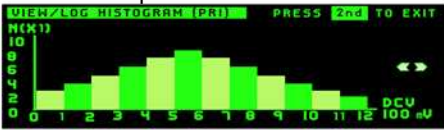
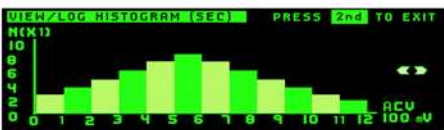
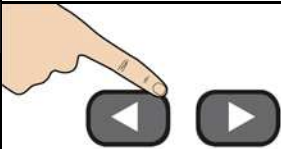

## Просмотр списка регистраций

Чтобы просмотреть список регистраций, выполните следующие действия:

<p>1</p>  <p>Нажмите, чтобы открыть меню data log</p>	<p>2</p>  <p>Обычный вид меню VIEW для регистрации</p>
<p>3</p>  <p>Переместите курсор на пункт LOG LIST</p>	<p>4</p>  <p>Нажмите для выбора</p> <p>5</p>  <p>Обычный вид первой страницы списка регистраций, когда во время регистрации данных выполнялось только первичное измерение</p>
<p>6</p>  <p>Нажимайте для переключения страниц</p>	<p>7</p>  <p>Обычный вид первой страницы списка регистраций, когда во время регистрации данных выполнялось и первичное, и вторичное измерения</p>
<p>8</p>  <p>Нажмите для выбора конкретных зарегистрированных</p>	<p>9</p>  <p>Поиск конкретной страницы зарегистрированных данных</p> <p>10-a</p>  <p>Нажимайте для выбора разряда</p> <p>10-b</p>  <p>Нажимайте, чтобы изменить значение выбранного разряда</p>
<p>11</p>  <p>Нажмите для запуска поиска</p>	<p>12</p>  <p>Нажмите для выхода</p>







## Просмотр гистограммы данных регистрации

Чтобы просмотреть гистограмму данных регистрации, выполните следующие действия:

<p>1</p>  <p>Нажмите, чтобы открыть меню data log</p>	<p>2</p>  <p>Обычный вид меню VIEW для регистрации</p>
<p>3</p>  <p>Переместите курсор на пункт HISTOGRAM</p>	<p>4</p>  <p>Нажмите для выбора</p>
<p>5</p>  <p>Обычный вид гистограммы без функции вторичного измерения</p> <p>6</p>  <p>Обычный вид гистограммы для первичного измерения при активном вторичном измерении</p> <p>7</p>  <p>Обычный вид гистограммы для вторичного измерения при активном вторичном измерении</p>	<p>6</p>  <p>Нажимайте для выбора между первичными и вторичными данными</p> <p>7</p>  <p>Нажмите для выхода</p>

## Просмотр статистики регистрации

Чтобы просмотреть статистику регистрации, выполните следующие действия:

<p>1</p>  <p>Shift</p> <p>Data Log</p> <p>Нажмите, чтобы открыть меню data log</p>	<p>2</p>  <p>Обычный вид меню VIEW для регистрации</p>
<p>3</p>  <p>Переместите курсор на пункт LOG STATISTICS</p>	<p>4</p>  <p>Shift</p> <p>Нажмите для выбора</p>
<p>5</p>  <p>Обычный вид статистики измерений</p>	<p>6</p>  <p>2nd</p> <p>Нажмите для выхода</p>



## Режим совместимости с кодом Fluke 45/Fluke 8808A

Режим совместимости кода позволяет пользователю легко вводить дистанционные команды при переходе с одного прибора на другой.

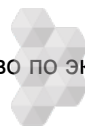
### Включение функции совместимости кода

<p>1</p>  <p>Нажмите, чтобы открыть меню utility</p>	<p>2</p>  <p>Обычный вид меню UTILITY</p>
 <p>Переместите курсор на LANGUAGE и выберите L2</p>	<p>3</p> <p><b>Примечание.</b> Для обеспечения работоспособности режима совместимости кода необходимо включить RS232- или GPIB-соединение. После включения режима совместимости кода, USB-соединение будет отключено.</p>
<p>4</p>  <p>Нажмите для сохранения</p>	<p>5</p>  <p>Обычный вид экрана режима совместимости кода</p>



## Примечания к режиму совместимости с кодом Fluke 45/Fluke 8808A

- Когда функция совместимости кода включена, передняя панель находится в заблокированном состоянии, исключая меню UTILITY.
- При каждом включении или выключении функции совместимости кода выполняется сброс мультиметра.
- Когда включен режим совместимости кода скорость передачи всех функций одинакова.
- Когда мультиметр находится в режиме совместимости кода, функции измерения температуры и емкости отключены.
- При включении мультиметр автоматически переходит в режим совместимости кода, если перед выключением прибора функция совместимости кода была включена.
- В режиме совместимости кода, при любом изменении первичной функции измерения функция вторичного дисплея отключается.





## 5½-разрядный цифровой мультиметр Keysight 34450A Руководство по эксплуатации

### 3 Учебник по измерениям

Рекомендации по измерению постоянных напряжений	92
Подавление шумов	93
Рекомендации по скорости измерений	96
Рекомендации по двойному измерению	97
Рекомендации по измерению сопротивления	100
Истинные СКЗ переменного тока	103
Другие функции первичного измерения	107
Другие источники ошибок измерения	112

Мультиметр Keysight 34450A способен выполнять измерения очень точно. Чтобы достичь максимальной точности, следует предпринять меры по устранению возможных ошибок измерения. В этой главе описываются общие ошибки, обнаруженные при измерениях, и приводятся рекомендации, что можно сделать, чтобы избежать этих ошибок.

## Рекомендации по измерению постоянных напряжений

### Ошибки, связанные с термоэдс

Термоэлектродвижущая сила (термоэдс) является наиболее распространенным источником ошибок при измерениях низкого постоянного напряжения. Термоэдс генерируется при объединении в цепь разнородных металлов, ведущих себя по разному при разных температурах. Каждый переход металл-металл образует термопару, которая генерирует напряжение, пропорциональное температуре перехода. При измерении низких напряжений следует принять меры предосторожности, позволяющие минимизировать как величину напряжения, генерируемого термопарой, так и колебания температуры. Наилучшими являются соединения меди с медью, выполненные скручиванием, поскольку входные клеммы мультиметра выполнены из медного сплава. В таблице ниже приведены обычные величины термоэдс, генерируемые при соединении разнородных металлов.

**Таблица 3-1 Обычные величины термоэдс, генерируемые при соединении разнородных металлов**

Медь и	Примерно, мВ/°С
Кадмий-оловянный припой	0,2
Медь	<0,3
Золото	0,5
Серебро	0,5
Латунь	3
Бериллиевая медь	5
Алюминий	5
Оловянно-свинцовый припой	5
Ковар или сплав 42	40
Кремний	500
Оксид меди	1000

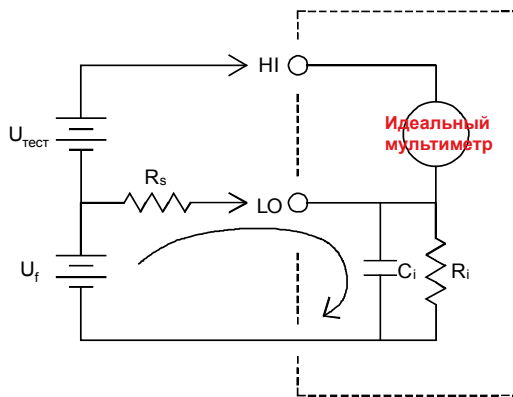
## Подавление шумов

### Подавление шумов, связанных с сетью питания

Желательной характеристикой аналого-цифровых преобразователей (АЦП) является их способность путем интегрирования подавлять шум, связанный с сетью питания, сопровождающий входные сигналы постоянного тока. Это называется подавлением дифференциального шума (ПДШ). Мультиметр обеспечивает ПДШ, измеряя среднее постоянное напряжения путем его «интегрирования» за фиксированный промежуток времени.

### Подавление шумов общего вида (ПШОВ)

В идеале мультиметр полностью изолирован от заземленных схем. Тем не менее, существует конечное сопротивление между входной клеммой LO мультиметра и землей, как показано ниже. Это может привести к ошибкам при измерении низких напряжений, которые плавают относительно земли.



$U_f$  = плавающее напряжение  
 $R_s$  = дисбаланс сопротивления источника сигнала ТУ  
 $R_i$  = сопротивление изоляции мультиметра (LO-заземление)  
 $C_i$  = входная емкость мультиметра

$$\text{Ошибка (В)} = \frac{U_f \times R_s}{R_s + R_i}$$

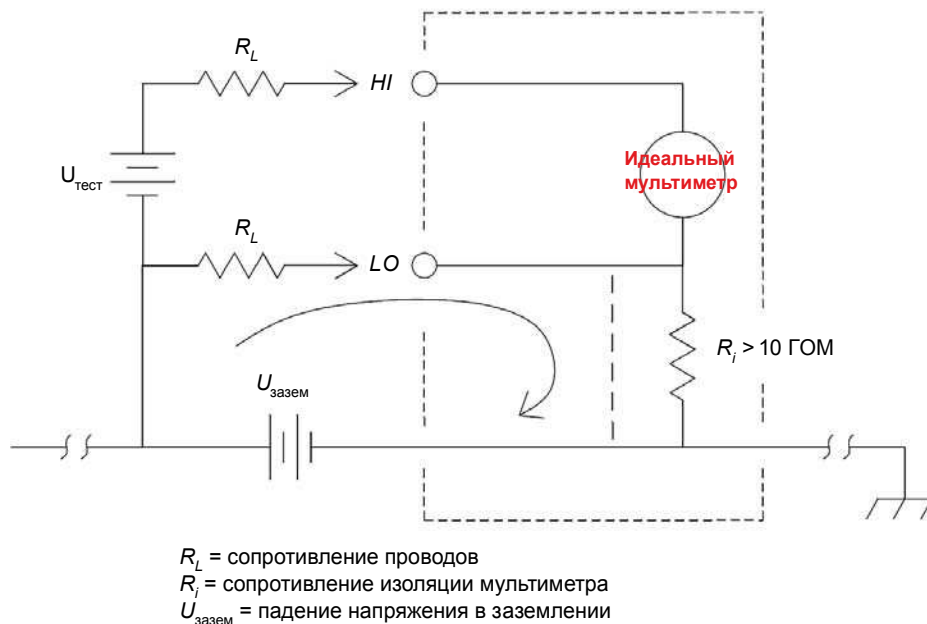
Рисунок 3-1 Подавление шумов общего вида (ПШОВ)

### Шум, генерируемый магнитными петлями

При проведении измерения вблизи магнитных полей старайтесь избежать наведения напряжения в измерительных проводах. Особенную осторожность следует соблюдать при работе вблизи силовых проводов. Чтобы уменьшить размер петли в которой наводится шум, используйте для подключения к мультиметру витые пары или свяжите измерительные провода, чтобы они находились как можно ближе друг к другу. Свободные или вибрирующие измерительные провода также могут генерировать напряжение. Надежно закрепляйте измерительные провода при работе вблизи магнитных полей. Где это возможно, используйте магнитные экранирующие материалы или увеличьте расстояние от источников магнитных полей.

### Шум, вызванный контурами заземления

При измерении напряжений в цепях, где мультиметр и тестируемое устройство имеют общее заземление, образуется контур заземления. Как показано на **Рисунке 3-2** на странице 95, любая разность напряжений между двумя точками заземления ( $U_{\text{ground}}$ ) вызывает протекание тока через измерительные провода. Это становится причиной шума и напряжения смещения (обычно связанного с сетью питания), которые добавляются к измеренному напряжению.



**Рисунок 3-2 Шум, вызванный контурами заземления**

Наилучший способ устранить контуры заземления — изолировать мультиметр от земли, *не* заземляя его входные клеммы. Если мультиметр должен быть заземлен, подключите его и тестируемое устройство к одной и той же точке заземления. Также, если это возможно, подключите мультиметр и тестируемое устройство к одной и той же электрической розетке.

## Рекомендации по скорости измерений

Существует два метода интеграции выборок данных, собранных при измерении, медленный/средний (ЧПКС) и быстрый (апертура).

Если задать замедленное или среднее разрешение, можно не только повысить точность в результате усреднения по времени, но и добиться подавления помех от сети питания (подавление дифференциального шума, ПДШ).

Апертура — это измеряемый в секундах период, в течение которого аналого-цифровой преобразователь (АЦП) мультиметра делает выборки входного измеряемого сигнала.

Длительная апертура обеспечивает лучшее разрешение, а короткая — более быстрые измерения. Быстрый режим задает 1-миллисекундный период измерения, не зависящий от частоты сети питания. Подавление дифференциального шума в режиме диафрагмы не предусмотрено.



## Рекомендации по двойному измерению

Режим двойных измерений позволяет пользователям выполнять два измерения на одном экране. В режиме двойного измерения на дисплее будут отображаться два отдельных измерения, которые с задержкой переключаются друг между другом.

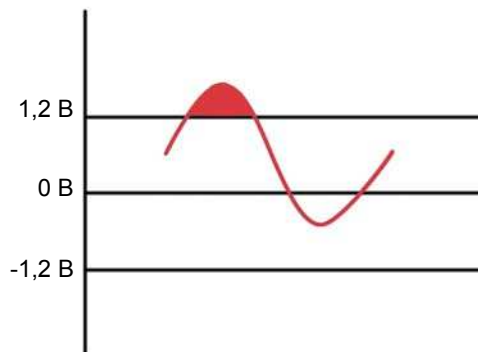
В приведенной ниже таблице показаны некоторые из применений, для которых можно использовать режим двойного измерения:

Комбинация двух функций	Применение
DCV и ACV	Измерение переменного напряжения и постоянного смещения сигнала на выходе усилителя Измерение переменного напряжения шума пульсации и постоянного напряжения на выходе источника питания
DCV и DCI	Измерение постоянного напряжения и постоянного тока в электронной цепи
DCV и ACI	Инвертор
ACV и DCI	Инвертор
ACV и ACI	Измерение первичного и вторичного сигнала цепи трансформатора
ACV/ACI и Freq	Измерение частоты напряжения сети

### Динамический диапазон пост. напряжения при двойном измерении

При выполнении измерения постоянной (DC) и переменной (AC) составляющих в режиме двойного измерения убедитесь, что сумма составляющих (DC + AC) не превышает динамический диапазон АЦП мультиметра. 34450A имеет динамический диапазон  $\pm 1,2$  В или 120 % полной шкалы для каждого диапазона DCV.

Например, постоянное смещение сигнала, как показано на [Рисунке 3-3](#), приводит к превышению верхнего предела динамического диапазона АЦП. Это может привести к ошибкам измерения постоянной составляющей.



**Рисунок 3-3** Динамический диапазон АЦП

Рассмотрим переменную составляющую сигнала напряжением 1 В (СКЗ) с постоянным смещением 100 мВ. При измерении в диапазоне DCV 1 В напряжение  $U_{\text{пик}}$  сигнала составляет 1,514 В, что превышает динамический диапазон АЦП 1,2 В и приводит к ошибке измерения постоянной составляющей.

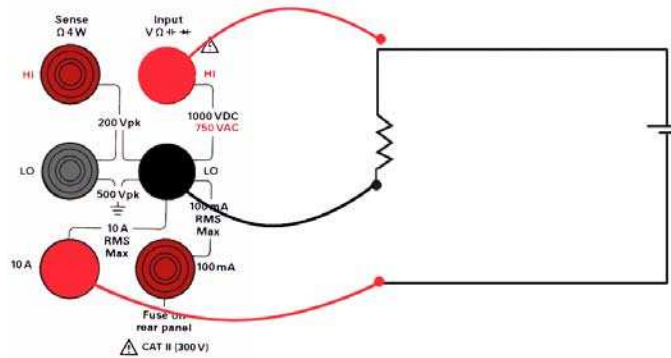
Чтобы повысить точность, выберите более высокий диапазон DCV — 10 В.

Такая же ошибка измерения вызывается падением напряжения на паразитной последовательной нагрузке внутри мультиметра.

## Двойное измерение напряжения и тока

При измерении постоянного напряжения и постоянного тока в режиме двойного измерения учитывайте сопротивление измерительных проводов и внутренней цепи измерения. 34450A использует одно и то же заземление как при напряжении постоянного тока, так и при измерении постоянного тока. Ток через клемму LO вызывает падение напряжения в цепи, что влияет на точность измерения напряжения.

Предположим, что внутреннее сопротивление прибора и внешнее сопротивление проводов равно 0,0125 Ом. При протекании постоянного тока в 1 А величина ошибки составит  $(0,0125 \text{ Ом} \times 1 \text{ А}) = 0,0125 \text{ В}$ , или 12,5 мВ. Эта ошибка будет относительно большой по сравнению с динамическим диапазоном АЦП, равным 1,2 В.



**Рисунок 3-4** Примеры двойного измерения напряжения и тока

Ошибка измерения будет значительной при измерении более высокого тока.

## Рекомендации по измерению сопротивления

При измерении сопротивления испытательный ток из входной клеммы HI протекает через измеряемый резистор. Падение напряжения на измеряемом резисторе считается внутренней цепью мультиметра. Поэтому одновременно измеряется и сопротивление испытательного провода.

*Ошибки, упомянутые ранее в этой главе для измерений напряжения постоянного тока, также касаются измерений сопротивления. Здесь описываются дополнительные источники ошибок, уникальные для измерений сопротивления.*

Удаление ошибок, связанных с сопротивлением измерительных проводов

Сведения о том, как устранить ошибки смещения, связанные с сопротивлением измерительных проводов, см. в разделе «Обнуленное измерение» на странице 49.

Минимизация эффектов рассеивания мощности

При измерении резисторов, предназначенных для измерения температуры (или других резистивных устройств с большими температурными коэффициентами), имейте в виду, что мультиметр рассеивает некоторую мощность на тестируемом устройстве (ТУ).

Если рассеивание мощности является проблемой, необходимо выбрать следующий более высокий диапазон измерения мультиметра, чтобы уменьшить погрешности до приемлемого уровня. В следующей таблице приведены несколько примеров.

**Таблица 3-2 Примеры диапазонов измерения**

Диапазон	Тестовый ток	Мощность ТУ при полной шкале
100 Ω	1 мА	100 мкВт
1000Ω	0,5 мА	250 мкВт
10 000Ω	100 мкА	100 мкВт
100 000Ω	10 мкА	10 мкВт
1 МОмΩ	1 мкА	1 мкВт
10 МОмΩ	100 нА	100 нВт
100 МОмΩ	100 нА / 10 МОмΩ	1 мкВт

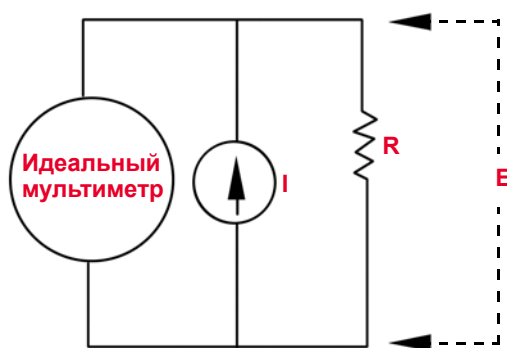
### Ошибки измерения высоких сопротивлений

При измерении больших сопротивлений могут возникать значительные ошибки, зависящие от сопротивления изоляции и чистоты поверхности. Примите меры предосторожности для поддержания «чистоты» системы с высоким сопротивлением. Измерительные провода и оснастки восприимчивы к утечке по причине поглощения влаги материалами изоляции и «грязными» пленками на поверхности. Нейлон и ПВХ являются относительно плохими изоляторами ( $10^9 \text{ Ом}$ ) по сравнению с изоляторами из ПТФЭ ( $10^{13} \text{ Ом}$ ).

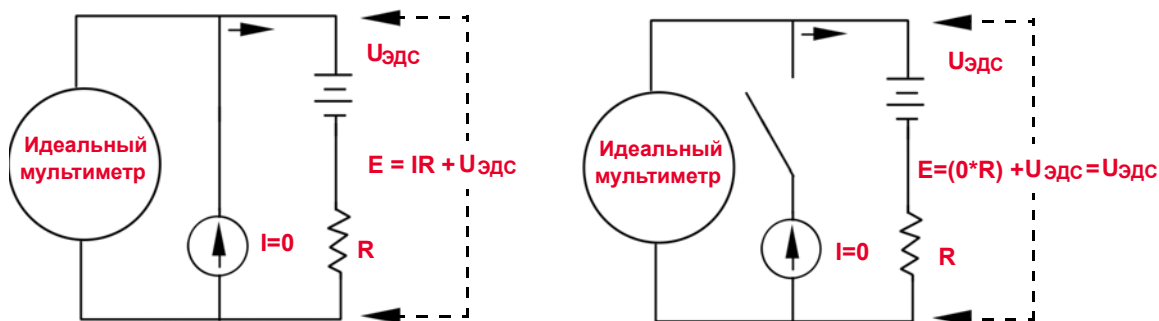
Утечка через нейлоновые и ПВХ-изоляторы может вносить ошибку до 0,1 % при измерении сопротивления 1 МОм во влажных условиях.

### Компенсация смещения

Измерение сопротивления включает в себя измерение напряжения (E), вызванного протеканием через сопротивление тока от известного источника.



Термомоэдс, генерируемая при контакте разнородных металлов, может создавать паразитное напряжение в измерительной цепи ( $U_{эдс}$ ). Термомоэдс может генерироваться в местах подключения входных измерительных проводов или внутренне, на резисторе  $R$ . В общем случае это напряжение не зависит от тока, протекающего через резистор.



Измеренное напряжение и, следовательно, рассчитанное сопротивление, имеет ошибку, связанную с  $U_{эдс}$ . Использование компенсации смещения может уменьшить ошибку, связанную с  $U_{эдс}$ . При выполнении скомпенсированного измерения мультиметр выполняет два измерения напряжения: одно с источником тока и одно без него и находит их разницу. Фактическое падение напряжения на резисторе и вычисленное сопротивление получается по формуле:

$$\text{первое считывание} - \text{второе считывание} = (I \cdot R + U_{эдс}) - U_{эдс} = I \cdot R$$

Компенсацию смещения можно использовать при 2- и 4-проводных измерениях сопротивления (доступно только диапазонах на 100  $\Omega$ , 1 k $\Omega$  и 10 k $\Omega$ ).

## Истинные СКЗ переменного тока

Истинные СКЗ-мультиметры, такие как 34450А, измеряют «горячий» потенциал приложенного напряжения. Мощность, рассеиваемая на резисторе, пропорциональна квадратному корню приложенного напряжения, независимо от формы сигнала. Этот мультиметр точно измеряет истинное среднеквадратичное значения (СКЗ) напряжения или тока, пока форма сигнала содержит незначительную энергию выше эффективной полосы пропускания прибора.

Имейте в виду, что 34450А использует те же методы для измерения СКЗ-напряжения и истинного СКЗ-тока.

Форма сигнала	Пик-фактор	АС СКЗ	АС+DC СКЗ
	$\sqrt{2}$	$\frac{U}{\sqrt{2}}$	$\frac{U}{\sqrt{2}}$
	$\sqrt{3}$	$\frac{U}{\sqrt{3}}$	$\frac{U}{\sqrt{3}}$
	$\sqrt{\frac{T}{t_p}}$	$\frac{U}{CF} \sqrt{1 - \frac{1}{CF^2}}$	$\frac{U}{CF}$
	1	U	U

Функции измерения переменного напряжения и переменного тока измеряют истинное значение СКЗ, *связанное с переменной составляющей (АС)*. Этот прибор Keysight измеряет «горячее значение» только *переменных составляющих* входного сигнала (постоянные составляющие отбрасываются). Как видно на рисунке выше; для синусоид, треугольных сигналов и прямоугольных сигналов значения *связанные с АС и АС+DC* равны, поскольку эти формы сигналов не содержат постоянные (DC) сме-

щения. Однако для несимметричных сигналов, таких как последовательно-импульсов, имеется постоянное напряжение, которое отбрасывается измерениями истинных СКЗ, связанных с АС. Это может обеспечить значительное преимущество.

При измерении слабых АС-сигналов в присутствии больших DC-смещений желательно измерять истинные СКЗ, связанные с АС. Например, эта ситуация распространена при измерении пульсации переменного тока, присутствующей на выходе источника питания постоянного тока. Однако есть ситуации, когда вы захотите узнать истинное значение СКЗ для АС+DC. Вы можете определить это значение, объединив результаты измерений постоянной и переменной составляющей, как показано ниже:

$$ac + dc = \sqrt{ac^2 + dc^2}$$

С целью более эффективного отбрасывания переменной составляющей необходимо выполнять измерения постоянной составляющей в s-режиме.

#### Истинная СКЗ-точность и высокочастотные компоненты сигнала

Распространенное заблуждение: «раз АС-мультиметр измеряет истинные СКЗ, то его характеристики точности измерения синусоиды применимы ко всем сигналам». Фактически, форма входного сигнала может существенно влиять на точность измерения для любого мультиметра, особенно когда этот входной сигнал содержит высокочастотные компоненты, которые превышают полосу пропускания прибора. Когда входной сигнал имеет значительную энергию на частотах выше полосы пропускания мультиметра, возникает ошибка СКЗ-измерений.

#### Оценка высокочастотной (внеполосной) ошибки

Общим способом описания формы сигнала является указание ее «пик-фактора». Пик-фактор — это отношение пикового значения сигнала к его СКЗ-значению. Например, для последовательности импульсов пик-фактор приблизительно равен корню квадратному из инвертированной скважности.

$$CF = \frac{1}{\sqrt{d}} = \frac{1}{\sqrt{t_p}} = \frac{1}{\sqrt{prf \times t_p}}$$



Учтите, что пик-фактор является составным параметром, зависящим от длины импульса и частоты повторения; одного пик-фактора недостаточно для того, чтобы охарактеризовать частотное содержимое сигнала.

Традиционно цифровые мультиметры содержат таблицу ограничения пик-фактора, которая используется на всех частотах. Алгоритм измерения, используемый в мультиметре 34450A, по своей сути нечувствителен к пик-фактору, поэтому такого ограничения не требуется. Для этого мультиметра, как было сказано в предыдущем разделе, основной проблемой является высокочастотное содержимое сигнала, которое выходит за полосу пропускания мультиметра.

Для периодических сигналов комбинация пик-фактора (ПФ) и частоты повторения импульсов (ЧПИ) может указывать на мощность высокочастотного содержимого и связанную с этим ошибку измерения. Первое пересечение нуля для простого импульса происходит при частоте

$$f_1 = \frac{1}{t_p}$$

Это немедленно дает информацию о высокочастотном содержимом путем определения места пересечения как функции от пик-фактора:

$$f_1 = CF^2 \cdot prf$$

**Таблица 3-3** ниже содержит типичные ошибки для импульсных сигналов различной формы в зависимости от ЧПИ:

**Таблица 3-3 Типичные ошибки для импульсных сигналов различной формы в зависимости от ЧПИ**

ЧПИ	Типичная ошибка для прямоугольных и треугольных сигналов и последовательностей импульсов с ПФ 3, 5 или 10				
	Прямоугольный сигнал	Треугольный сигнал	ПФ=3	ПФ=5	ПФ=10
200	-0,02 %	0,00 %	-0,04 %	-0,09%	-0,34 %
1000	-0,07 %	0,00 %	-0,18 %	-0,44 %	-1,71 %
2000	-0,14 %	0,00 %	-0,34 %	-0,88 %	-3,52 %
5000	-0,34 %	0,00 %	-0,84 %	-2,29 %	-8,34 %

**Таблица 3-3 Типичные ошибки для импульсных сигналов различной формы в зависимости от ЧПИ (продолжение)**

ЧПИ	Типичная ошибка для прямоугольных и треугольных сигналов и последовательностей импульсов с ПФ 3, 5 или 10				
	Прямоугольный сигнал	Треугольный сигнал	ПФ=3	ПФ=5	ПФ=10
10000	-0,68 %	0,00 %	-1,75 %	-4,94 %	-26,00 %
20000	-1,28 %	0,00 %	-3,07 %	-8,20 %	-45,70 %
50000	-3,41 %	-0,04 %	-6,75 %	-32,0 %	-65,30 %
100000	-5,10 %	-0,12 %	-21,8 %	-50,6 %	-75,40 %

В таблице выше приведена дополнительная ошибка для каждой формы сигнала, которая должна добавляться к значению таблицы точности, приведенной в разделе 4, «Характеристики и спецификации».

**Пример:** последовательность импульсов с уровнем 1  $U_{СКЗ}$  измеряется в диапазоне 1 В. Амплитуда импульсов в ней равна 3 В (то есть пик-фактор равен 3), а их длительность составляет 111 мкс. Расчет ЧПИ согласно следующей формуле дает 1000 Гц:

$$prf = \frac{1}{CF^2 \times t_p}$$

Таким образом, согласно приведенной выше таблице этот сигнал переменного тока может быть измерен с дополнительной погрешностью 0,18 процента.

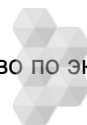
### АС-фильтр

Функции измерения переменного напряжения и переменного тока мультиметра используют три низкочастотных гребенчатых фильтра. Эти фильтры позволяют минимизировать частоту измеряемого сигнала с целью повышения скорости считывания. Фильтр режима «SLOW» обрезает частоту 2 Гц и полезен для частот выше 20 Гц. Фильтр «MEDIUM» обрезает частоту 20 Гц и полезен для частот выше 200 Гц. Фильтр «FAST» обрезает частоту 200 Гц и полезен для частот выше 1 кГц.

## Другие функции первичного измерения

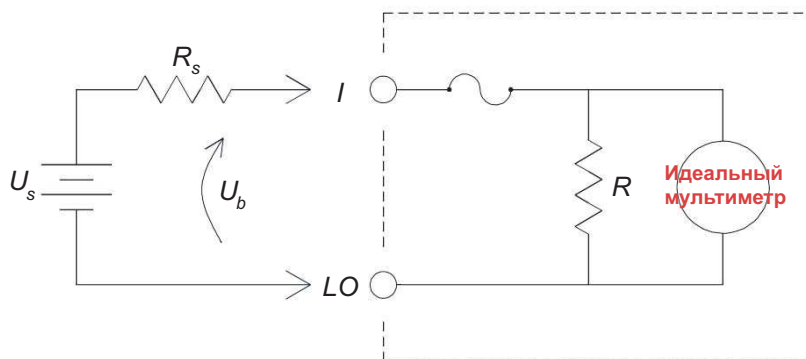
### Ошибки измерения частоты

Для измерения частоты мультиметр использует метод обратного подсчета. Этот метод обеспечивает постоянное разрешение для измерения любой входной частоты. Все счетчики частот подвержены ошибкам при измерении низковольтных низкочастотных сигналов. При измерении «медленных» сигналов решающее значение имеют эффекты захвата как внутреннего, так и внешнего шума. Такая ошибка обратно пропорциональна частоте. Ошибки измерения также возникают тогда, когда вы пытаетесь измерить частоту входного сигнала сразу после изменения смещения постоянного напряжения. Перед выполнением измерений частоты следует вход мультиметра должен полностью установиться.



## Измерение постоянного тока

При последовательном подключении мультиметра с тестируемой цепью с целью измерения тока имеет место ошибка измерения. Эта ошибка связана с падением напряжения на паразитной последовательной нагрузке внутри мультиметра. Напряжение распределяется между сопротивлением проводов и сопротивлением токового шунта мультиметра, как показано ниже.



$U_s$  = напряжение источника

$R_s$  = сопротивление тестируемого источника

$U_b$  = напряжение на паразитной нагрузке мультиметра

$R$  = токовый шунт мультиметра

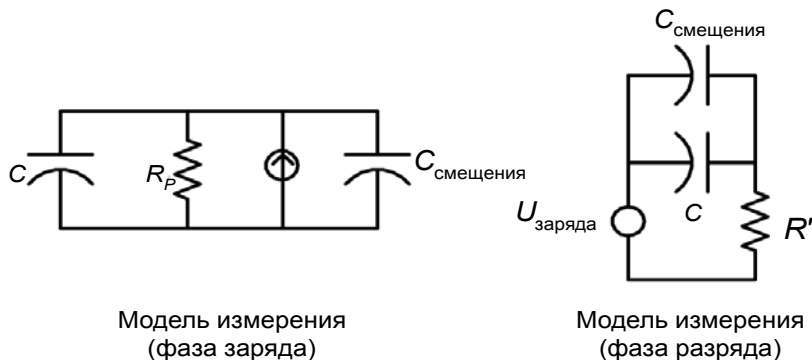
$$\text{Ошибка (\%)} = \frac{-100\% \times U_b}{U_s}$$

**Рисунок 3-5 Сопротивление проводов и сопротивлением токового шунта**

При измерении тока более 5 А происходит нагрев 10-амперного шунтирующего резистора мультиметра и внутренних компонентов преобразования сигнала. Дайте прибору несколько минут постоять, чтобы повысить точность измерения тока. По окончании измерения тока более 5 А, подождите несколько минут, пока тепло не рассеется, чтобы повысить точность других измерений.

## Измерение емкости

Мультиметр измеряет емкость путем приложения известного тока к конденсатору, как показано ниже:



**Рисунок 3-6 Приложение тока к конденсатору**

Емкость рассчитывается путем измерения изменения напряжения ( $\Delta U$ ), которое достигается за короткий промежуток времени ( $\Delta t$ ). Цикл измерения состоит из двух фаз: фазы заряда и фазы разряда.

Изменение напряжения ( $\Delta U$ ) и промежуток времени ( $\Delta t$ ) варьируются в зависимости от диапазона, чтобы минимизировать шум и повысить точность считывания. В следующей таблице приведены источники тока и скорость чтения для полной шкалы.

Диапазон	Источник тока	Скорость считывания при полной шкале
1 нФ	100 нА	1,0/с
10 нФ	100 нА	0,5/с
100 нФ	1 мкА	1,5/с
1 мкФ	1 мкА	0,25/с
10 мкФ	10 мкА	0,25/с
100 мкФ	100 мкА	0,25/с
1 мФ	500 мкА	0,25/с
10 мФ	1 мА	0,15/с

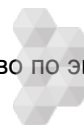
Значения емкости и сопротивления потерь, измеренные с помощью мультиметра, могут отличаться от значений, измеренных с помощью измерителя LCR. Этого следует ожидать, поскольку мультиметр по существу использует метод измерения постоянного тока, тогда как измеритель LCR использует сигналы с частотой от 100 Гц до 100 кГц. В большинстве случаев ни один из методов не измеряет конденсатор на точной частоте его использования.

С целью повышения точности, прежде чем подключать пробники к измеряемому конденсатору, выполните обнуленное измерение с неподключенными пробниками, чтобы исключить емкость измерительных проводов.

## Измерение температуры

Мультиметр измеряет температуру путем измерения зависящего от температуры сопротивления 5-килоомных термисторов.

Термисторы изготавливаются из полупроводниковых материалов и обеспечивают примерно в 10 раз большую чувствительность, чем резистивные датчики температуры. Поскольку они являются полупроводниками, они имеют меньший температурный диапазон, обычно до  $-80$  до  $150$  °С. Термисторы имеют очень нелинейную зависимость сопротивления от температуры, а потому алгоритмы ее преобразования более сложны. Для повышения точности преобразований мультиметры Keysight используют стандартную аппроксимацию Стейнхарта–Харта.



## Другие источники ошибок измерения

### Ошибки нагрузки (пер. напряжение)

В функции измерения переменного напряжения вход мультиметра представляется как резистор 1 МОм, подключенный параллельно конденсатору 100 пФ. Провода, используемые для подключения сигналов к мультиметру, также увеличивает емкость и нагрузку.

Для низких частот ошибка нагрузки составляет:

$$\text{Ошибка (\%)} = \frac{-100 \times R_s}{R_s + 1 \text{ М}}$$

Для высоких частот дополнительная ошибка нагрузки составляет:

$$\text{Ошибка (\%)} = 100 \times \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + (2 \pi \times F \times R_s \times C_{in})^2}} - 1 \right]$$

$R_s$  = сопротивление источника

$F$  = частота входного сигнала

$C_{in}$  = емкость входа (100 пФ) и емкость проводов

### Измерение значений ниже полной шкалы

Самые точные измерения переменного тока выполняются, когда мультиметр находится вблизи максимального значения шкалы выбранного диапазона. Автопереключение диапазона выполняется при 10 % (нижний диапазон) и 120 % (верхний диапазон) от полной шкалы. Это позволяет вам измерять некоторые входные сигналы при в полной шкале в одном диапазоне и при 10 % от полной шкалы в следующем, более высоком диапазоне. В целом, точность выше в нижнем диапазоне, поэтому для повышения точности выбирайте самый низкий ручной диапазон, доступный для измерения.

### Ошибки самонагрева при высоких напряжениях

При измерении напряжения более 300 В<sub>скз</sub> происходит нагрев внутренних компонентов преобразования сигнала. Эти ошибки приведены в характеристиках мультиметра.

Изменение температуры внутри мультиметра вследствие самонагрева может стать причиной дополнительной ошибки в других диапазонах переменного напряжения.



### Ошибки измерения пер. тока (паразитное напряжение)

Ошибки паразитного напряжения, которые влияют на измерение постоянного тока, также влияют и на измерение переменного тока. Однако паразитное напряжение в случае переменного тока больше по причине последовательной индуктивности мультиметра и измерительных проводов. Паразитное напряжение растет по мере роста входной частоты. Некоторые цепи могут возбуждаться во время измерения тока по причине последовательной индуктивности мультиметра и измерительных проводов.

### Ошибки измерения низких уровней сигнала

При измерении переменных напряжений менее 100 мВ следует помнить, что эти измерения особенно чувствительны к ошибкам, вызываемым посторонними источниками шума. Открытый измерительный провод при этом действует как антенна, а правильно функционирующий мультиметр измеряет полученные сигналы. Вся цепь измерения, включая линию сеть питания, действует как петлевая антенна. Циркулирующие в петле токи создают напряжение ошибки для всех импедансов, подключенных последовательно с входом мультиметра цепей. По этой причине низковольтные переменные напряжения следует подавать в мультиметр через экранированные кабели. Экран необходимо подключать к клемме LO.

Убедитесь, что мультиметр и источник пер. тока подключены к одной и той же электрической розетке. Вы также должны минимизировать площадь всех контуров заземления, без которых нельзя обойтись. Источник с высоким импедансом более восприимчив к наводкам шума, чем источник с низким импедансом. Высокочастотный импеданс источника можно уменьшить, подключив конденсатор параллельно входным клеммам мультиметра. Возможно, придется поэкспериментировать, чтобы определить правильное значение емкости конденсатора в вашем случае.

Большинство посторонних шумов не коррелируется с входным сигналом. Определите ошибку следующим образом.

$$\text{Изм. напряжение} = \sqrt{U_{in}^2 + \text{шум}^2}$$

Коррелированный шум, будучи редким, особенно вреден. Коррелированный шум всегда добавляется непосредственно к входному сигналу. Измерение низкоуровневого сигнала с частотой, равной частоте локальной сети питания, является обычной ситуацией, для которой характерна эта ошибка.

### Ошибки измерения импульсов

Для измерения импульсного сигнала и быстрого получения соответствующего среднего значения можно использовать функцию измерения постоянного тока. Ниже приведена формула эквивалентного среднего для импульсного сигнала.

$$\frac{1}{T} \int f(x) dx$$

Здесь  $f(x)$  — это функция, представляющая форму сигнала за период  $T$ .

Когда импульсный сигнал измеряется в диапазоне низких напряжений могут возникать ошибки, связанные с переполнением аналого-цифрового преобразователя (АЦП) напряжения мультиметра.

## 5½-разрядный цифровой мультиметр Keysight 34450A Руководство по эксплуатации

# 4 Характеристики и спецификации

Характеристики и спецификации 5½-разрядного цифрового мультиметра см. в базе данных по адресу <http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5991-1133EN.pdf>



Данная информация может быть изменена без предварительного уведомления. Последнюю версию документа ищите на веб-сайте Keysight.

© Keysight Technologies 2012-2017  
Редакция 1, 1 июня 2017 г.

Отпечатано в Малайзии

