



**Многофункциональный ручной
измеритель-калибратор
U1401A/B**

**Руководство по эксплуатации
и техническому уходу**



Agilent Technologies



**НАУЧНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**
ГРУППА КОМПАНИЙ

Уведомления

© Agilent Technologies, Inc. 2009

Сведения, содержащиеся в настоящем Руководстве, носят исключительно информационный и рекомендательный характер. Ответственность за эксплуатацию оборудования и использование программного обеспечения Agilent Technologies несет пользователь в соответствии с применимым законодательством. Компания Agilent Technologies в настоящем Руководстве не предоставляет каких-либо юридических гарантий относительно оборудования и программного обеспечения Agilent Technologies, включая гарантии использования данного оборудования для определенных целей. При наличии ошибок в настоящем Руководстве необходимо обратиться к поставщику оборудования для избежания возможных убытков в связи с ненадлежащей эксплуатацией оборудования Agilent Technologies.

Без предварительного согласования и письменного разрешения компании Agilent Technologies, Inc. не допускается воспроизведение данного Руководства или его частей в любой форме и любыми средствами (включая электронные средства хранения и поиска информации, а также перевод на иностранный язык), как это регулируется законодательством США и международным авторским правом.

Издательская информация

Номер публикации: U1401-90001

Первое издание, январь 2009 г.

Технические лицензии

Описанные в данном документе аппаратные и/или программные средства поставляются с лицензией. Их применение или копирование допускается только в соответствии с условиями такой лицензии.

Предупредительные указания

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Это ключевое слово обозначает опасность и привлекает внимание пользователя к описаниям процедур, методик или условий, несоблюдение которых может привести к повреждению прибора или потере важных данных. Не переходите к выполнению действий, описанных после **предостережения**, пока не поймете и не выполните указанные условия.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Это ключевое слово обозначает опасность и привлекает внимание пользователя к описаниям процедур, методик или условий, несоблюдение которых может привести к травмам персонала вплоть до смертельного исхода. Не переходите к выполнению действий, описанных после **предупреждения**, пока не поймете и не выполните указанные условия.

Авторское право компании Agilent Technologies распространяется на все содержание данного руководства по эксплуатации и защите от излучения. Национальным и международным законодательством об авторском праве воспроизведение, опубликование, загрузка, напечатание, передача или письменное разрешение от компании Agilent Technologies. Российское представительство Agilent Technologies. e-mail: tmo_russia@agilent.com. Тел.: +7 495 7973900.



**НАУЧНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**
ГРУППА КОМПАНИЙ

Сервис и техническая поддержка от Agilent Technologies в России

Компания Agilent предлагает широкий спектр услуг по обслуживанию измерительного оборудования:

- Ремонт (гарантийный и после гарантии)
- Расширение гарантии (на 3 и 5 лет)
- Договор на сервисное обслуживание
- Калибровка
- Поверка
- Инсталляция
- Модернизация

Эти услуги могут быть приобретены как вместе с заказом прибора, так и отдельно после его покупки (за исключением Расширения Гарантии, которая может быть приобретена только вместе с прибором).

Сервисный центр Agilent

Официальное открытие Сервисного Центра Agilent в Москве состоялось в 2007 году. Он является составной частью мировой системы Agilent по техническому обслуживанию контрольно-измерительного оборудования.

Квалификация и компетентность персонала и техническое оснащение сервисного центра Agilent являются решающим фактором успеха компании на мировом рынке и в России.

Тесное взаимодействие с мировой системой сервиса Agilent позволяет проводить регулярное обучение инженеров на заводах и сервисных центрах компании по всему миру, напрямую получать необходимую техническую консультацию от разработчиков приборов.

Сервисный центр Agilent в Москве оснащен самым современным оборудованием для проведения разных видов технического обслуживания, в том числе ремонта, калибровки и поверки оборудования, с возможностью выдачи детальных отчетов.

Для ремонта оборудования **используются только оригинальные запасные части и комплектующие**. Имеется **локальный склад запасных частей**.

Высокий уровень качества услуг позволил компании Agilent получить **лицензию на ПОВЕРКУ систем измерения до 40 ГГц**, которая будет расширяться по частоте и модельному ряду оборудования Agilent, продаваемого в России.

Наиболее востребованные сервисные услуги от Agilent:

➤ **РАСШИРЕНИЕ ГАРАНТИИ**

Включается как сервисная опция при покупке вместе с оборудованием. Ее цена фиксируется на весь срок действия (3 или 5 лет), что существенно экономит бюджет и сокращает время на процедуры согласования при каждом сервисном случае. Работы проводятся быстро благодаря наличию локального склада запасных частей и всех необходимых средств для проведения калибровки и поверки оборудования. Это позволяет сократить время простоя оборудования пользователя до минимума.

➤ **ДОГОВОР НА СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ**

Предлагается для сервисного обслуживания различного типа оборудования в любом количестве, гарантийные сроки которого закончились, или Заказчику требуются дополнительные сервисные услуги и/или условия их предоставления, не вошедшие в стандартную гарантию. В договор могут быть включены любые услуги, предоставляемые сервисным центром. Заключение договора на сервисное обслуживание позволяет планировать необходимый запас запчастей на складе и составлять календарные планы проведения работ (по поверке и калибровке), что существенно сокращает время простоя оборудования. Предмет и условия договора определяются индивидуально, исходя из потребностей каждого Заказчика.

➤ **ПОВЕРКА**

Предлагаются услуги по проведению **первичной и периодической** поверки.

Преимущества Поверки от Agilent являются:

- Первичная поверка вместе с покупкой нового оборудования или после ремонта
- Периодическая поверка
- Составление графиков поверки (при покупке Планов Поверки на 3 и 5 лет)
- Информирование заказчика о приближении срока окончания действия поверки
- Согласование новых сроков проведения поверок
- Скорость проведения поверки (в среднем 5 рабочих дней)

Поверка приборов проводится в строгом соответствии с установленными методиками поверки.

Для приборов, прошедших успешно процедуру поверки, выписывается **сертификат установленного образца**.

➤ КАЛИБРОВКА

Оборудование Agilent обладает высокоточными и стабильными характеристиками. Для поддержания стабильных показателей измерений завод-производитель рекомендует с определенной регулярностью проводить калибровку оборудования согласно типу прибора. Интервалы между калибровками могут увеличиваться, если статистика измерений за длительный промежуток времени показывает стабильные измерения прибора.

Калибровка в Сервисном центре Agilent проводится согласно требованиям технической документации завода-изготовителя. В случае отклонения измерений от нормы при проведении калибровки сервисная служба Agilent проводит их настройку бесплатно (за исключением случаев, требующих проведения ремонта).

По результатам калибровки выдается сертификат стандарта Agilent и полный протокол результатов измерений.

Сервисный центр Agilent предлагает следующие виды калибровок:

- Стандартная заводская калибровка Agilent – полная калибровка прибора согласно спецификации и стандартам качества Agilent
- Калибровка по специальным требованиям заказчика

Пункты «Приема и Выдачи» оборудования Agilent

Для удобства проведения сервисных услуг в удаленных регионах России компания Agilent разработала программу «Приемных пунктов» оборудования торговой марки Agilent для заказчиков, чьи офисы расположены за пределами Москвы и Московской области. В такие «пункты» заказчики могут сдать оборудование, требующее сервисного обслуживания, и там же получить обратно уже обслуженное оборудование.

Адреса таких пунктов можно узнать на официальном сайте компании Agilent или в Сервисном Центре Agilent в Москве.

Доступность к информации по интернет 24x7 “Infoline”

Информационная система INFOLINE

Компания Agilent предоставляет своим заказчикам широкий спектр информации и сервисов через информационную систему “Infoline”, которая успешно прошла полную локализацию на русский язык в 2011 году (<http://www.agilent.com/find/service>).

Вы можете легко и удобно:

- Проверить гарантийные условия и сроки для вашего оборудования
- Скачать сертификаты по калибровке
- Узнать дату окончания технической поддержки (end of support)
- И многое другое ...

«Запрос-заявка» на сервисное обслуживание

Для сервисного обслуживания приборов в Сервисном Центре Agilent в Москве необходимо подать заявку:

- Либо по телефону +7 (495) 797-39-30 (с 09:00 до 18:00, кроме субботы и воскресенья);
- Либо по электронной почте: tmo-russia@agilent.com.

Контактная информация Сервисного Центра Agilent в России

Адрес:

Космодамианская наб. 52, строение 1

г. Москва, 115054, Россия

Телефон: +7 (495) 797-39-30

Эл.адрес: tmo_russia@agilent.com

Часы работы: с 09:00 до 18:00 (кроме субботы, воскресенья и праздничных дней)

Содержание

Символы техники безопасности	5
Общие указания мер безопасности	6
Условия окружающей среды	7
Нормативная маркировка	8
Экологическая информация	8
Декларация соответствия	9
1 Общая информация	11
1.1 Основные особенности измерителя-калибратора U1401A/B	11
1.2 Состав стандартного комплекта поставки	12
1.3 Перечень принадлежностей	12
1.4 Внешние компоненты прибора	13
1.4.1 Движковый переключатель	13
1.4.2 Внешний вид передней панели	14
1.4.3 Поворотный переключатель	15
1.4.4 Кнопочная панель	16
1.4.5 Описание дисплея	18
1.4.6 Входные и выходные гнезда	20
1.4.7 Внешний вид задней панели	21
2 Операции с выходом калибратора	22
2.1 Включение и выключение выхода	22
2.2 Генерирование неизменного напряжения	22
2.3 Генерирование неизменного тока	23
2.4 Генерирование ступенчатой развертки уровня выхода	23
2.4.1 Вывод сигнала в режиме Autoscan	23
2.4.2 Вывод сигнала в режиме Autoramp	26
2.5 Вывод сигналов прямоугольной формы	28
3 Выполнение измерений	30
3.1 Измерение напряжения	30
3.1.1 Измерение постоянного напряжения	30
3.1.2 Измерение переменного напряжения	31
3.2 Измерение тока	32
3.2.1 Измерение постоянного тока	32
3.2.2 Измерение процентного значения постоянного тока	32
3.3 Измерение температуры	33
3.4 Измерение сопротивления и "прозвонка" цепей	34
3.5 Звуковая предупредительная сигнализация при измерениях	35
3.6 Математические операции	36
3.6.1 Динамическая регистрация	36
3.6.2 Функция относительных измерений (обнуление)	38
3.7 Операции запуска	38
3.7.1 Фиксация данных (ручной запуск)	38
3.7.2 Фиксация данных с обновлением (автоматический запуск)	39
3.7.3 Функция фиксации пикового значения (1 ms peak hold)	40
4 Изменение принятых по умолчанию установок параметров	41
4.1 Переход в режим настройки	41
4.2 Возможные варианты установки параметров	42

5	Примеры применения прибора	43
5.1	Режим источника для вывода тока $0 \div 20$ мА или $4 \div 20$ мА	43
5.2	Режим имитации измерительного преобразователя для вывода тока	44
5.2.1	Имитация двухпроводного измерительного преобразователя в токовом контуре	45
5.3	Измерение выходного сигнала датчика давления	46
5.4	Проверка стабилитронов	47
5.5	Проверка диодов	48
5.6	Проверка биполярных транзисторов	49
5.6.1	Определение параметра транзистора h_{fe}	51
5.7	Проверка ключевых параметров полевого транзистора с управляющим р-п-переходом	53
5.8	Проверка операционных усилителей	56
5.8.1	Преобразователь тока в напряжение	56
5.8.2	Преобразователь напряжения в ток	57
5.8.3	Интегратор – преобразование сигнала прямоугольной формы в сигнал треугольной формы	58
5.9	Проверка двухпроводного измерительного преобразователя	59
5.10	Проверка преобразователя частоты в ток	60
6	Технический уход	61
6.1	Общий технический уход	61
6.2	Замена аккумуляторной батареи	61
6.3	Зарядка аккумуляторной батареи	62
6.4	Замена предохранителей	63
6.5	Устранение неполадок	54
7	Калибровка и самопроверка прибора	65
7.1	Калибровка	65
7.1.1	Электронная калибровка без вскрытия корпуса	65
7.1.2	Калибровочные услуги компании Agilent Technologies	65
7.1.3	Периодичность калибровки	65
7.1.4	Условия окружающей среды	65
7.1.5	Длительность прогрева прибора	65
7.2	Самопроверка	66
8	Технические характеристики	67
8.1	Общие технические характеристики	67
8.2	Категории измерений	68
8.3	Входные технические характеристики	69
8.3.1	Характеристики при измерении постоянного напряжения и тока	69
8.3.2	Характеристики при измерении переменного напряжения и тока	70
8.3.3	Характеристики при измерении переменного и постоянного напряжения и тока (AC+DC)	70
8.3.4	Характеристики при измерении температуры	71
8.3.5	Характеристики при измерении частоты	71
8.3.6	Характеристики при фиксации пикового значения (1 ms peak hold)	72
8.3.7	Характеристики при измерении сопротивления	72
8.3.8	Характеристики при проверке диодов и звуковой индикации высокой проводимости	73
8.4	Выходные технические характеристики	73
8.4.1	Характеристики при выводе неизменного напряжения и тока	73
8.4.2	Вывод сигналов прямоугольной формы	74

Символы техники безопасности

Следующие символы на приборе и в технической документации указывают на необходимость соблюдения мер предосторожности для обеспечения безопасной эксплуатации прибора.



Постоянное напряжение (DC)



Переменное напряжение (AC)



Постоянное и переменное напряжение



Трехфазное переменное напряжение



Клемма заземления



Клемма провода защитного заземления



Клемма рамы или шасси



Символ эквипотенциальности



Оборудование защищено двойной или усиленной изоляцией



Включение питания



Выключение питания



Предостережение: опасность поражения электрическим током



Предостережение, потенциальная опасность.
Этот символ указывает на необходимость обращения к технической документации.



Предостережение: горячая поверхность



Кнопка бистабильного переключателя находится в утопленном положении



Кнопка бистабильного переключателя находится в выступающем положении

CAT II
150V

Категория II перенапряжения (150 В)

Общие указания мер безопасности

Изложенные ниже общие указания мер безопасности необходимо соблюдать на всех этапах работы с данным прибором, при его ремонте и техническом обслуживании. Несоблюдение этих указаний наряду с другими содержащимися в тексте предупредительными указаниями нарушает стандарты безопасности, соблюдаемые при разработке, изготовлении и применении прибора по назначению. Компания Agilent Technologies не несет ответственности за последствия несоблюдения пользователями этих требований.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

- Соблюдайте осторожность при работе с постоянным напряжением свыше 60 В, переменным напряжением свыше 30 Вэфф или 42,4 Впик – эти уровни напряжения создают опасность поражения электрическим током.
- Не пытайтесь выполнять измерения при напряжении между гнездами прибора или между гнездом и землей, превышающем максимально допустимое значение, обозначенное на корпусе прибора.
- Проверяйте правильность функционирования прибора путем измерения известного напряжения.
- Этот прибор рассчитан на измерения при категории измерений II, 150 В. Не пытайтесь измерять прибором сетевое напряжение, превышающее 150 В.
- При измерении тока обязательно выключайте питание измеряемой цепи, прежде чем присоединять прибор. Прибор при этом должен включаться последовательно в цепь измеряемого тока.
- При присоединении пробников всегда присоединяйте сначала пробник общего провода. При отсоединении пробников всегда отсоединяйте сначала "горячий" пробник.
- Перед вскрытием крышки аккумуляторного отсека отсоединяйте пробники от прибора.
- Не работайте с прибором, у которого снята или не полностью закрыта крышка аккумуляторного отсека.
- Заряжайте или заменяйте аккумуляторную батарею, когда на экране начнет мигать индикатор разряженного состояния аккумуляторной батареи . Это необходимо для предотвращения ошибочных показаний прибора, которые могут дезориентировать пользователя и привести к риску поражения электрическим током.
- Не пользуйтесь прибором, если он поврежден. Прежде чем приступить к работе с прибором, осмотрите его корпус на предмет выявления возможных трещин и сколов пластмассы. Не работайте с прибором при наличии в атмосфере взрывоопасных газов, паров или пыли.
- Обследуйте состояние пробников на предмет выявления повреждений изоляции, оголенных участков металла или обрыва проводов. Не пользуйтесь поврежденными пробниками.
- Не пользуйтесь иным сетевым адаптером (зарядным устройством) помимо того, что сертифицирован компанией Agilent для данного изделия.
- Не пользуйтесь отремонтированными предохранителями или держателями предохранителей с самодельными перемычками. Для поддержания состояния пожаробезопасности прибора заменяйте сетевые предохранители только однотипными предохранителями, рассчитанными на такой же ток и напряжение.
- Не пытайтесь ремонтировать или настраивать прибор в одиночку. При определенных условиях внутри выключенного прибора может сохраняться опасное напряжение. Во избежание несчастных случаев от поражения электрическим током сервисный персонал не должен заниматься ремонтом или настройкой со вскрытием прибора в отсутствие напарника, способного сделать искусственное дыхание и оказать первую помощь пострадавшему.
- Не заменяйте компоненты и не вносите в прибор технических изменений, чтобы не ухудшать состояние безопасности прибора. Для ремонта или настройки отправляйте прибор в сервисный центр Agilent Technologies. Это позволит поддержать состояние его безопасности.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

- Не работайте с поврежденным прибором, поскольку встроенные защитные функции прибора могут быть нарушены вследствие механического повреждения, воздействия влаги или по другим причинам. В случае повреждения прибора выключите его питание и выведите прибор из эксплуатации, пока он не будет проверен компетентным сервисным персоналом. При необходимости отправьте прибор в сервисный центр Agilent Technologies для ремонта и настройки. Это позволит поддержать состояние его безопасности.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

- Прежде чем выполнять измерения сопротивления и емкости, проверку диодов или "прозвонку" цепей, выключайте питание испытываемой схемы и разряжайте высоковольтные конденсаторы.
- При измерениях пользуйтесь надлежащими гнездами, функциями и пределами измерений.
- Не пытайтесь измерять напряжение, когда прибор установлен в режим измерения тока.
- Применяйте только рекомендованную аккумуляторную батарею. При установке аккумуляторной батареи в прибор следите за соблюдением полярности.
- На время зарядки аккумуляторной батареи отсоедините измерительные провода от гнезд прибора.

Условия окружающей среды

Этот прибор предназначен для применения в помещениях, в местах с низкой конденсацией. Условия эксплуатации и хранения прибора приведены в следующей таблице.

Условия окружающей среды	Требования
Рабочая температура при сохранении точности	0°C ÷ 40°C
Относительная влажность при эксплуатации с сохранением точности	До 80% при температуре до 31°C с линейным снижением влажности до 50% при температуре 40°C
Температура при хранении	-20°C ÷ 60°C (когда вынута аккумуляторная батарея)
Влажность при хранении	5% ÷ 80% (без конденсации)
Высота над уровнем моря	До 2000 метров
Степень загрязненности	Степень загрязненности 2

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Многофункциональный ручной измеритель-калибратор соответствует следующим стандартам безопасности и электромагнитной совместимости:

- IEC 61010-1:2001 / EN 61010-1:2001 (2-е издание)
- Канада: CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04
- США: ANSI/UL 61010-1:2004
- IEC 61326-2-1:2005/EN61326-2-1:2006
- Канада: ICES-001:2004
- Австралия и Новая Зеландия: AS/NZS CISPR11:2004

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

При воздействии внешних электромагнитных полей и сетевых помех, создающих наводки на входные и выходные цепи прибора, возможно ухудшение некоторых технических характеристик прибора. Технические характеристики прибора восстанавливаются при устранении внешних электромагнитных полей или при защите прибора от внешних электромагнитных полей и наводок, например, путем экранирования соединительных проводов.

Нормативная маркировка

	Это зарегистрированная торговая марка Европейского союза. Маркировка CE указывает на то, что изделие соответствует требованиям официальных европейских Директив.
ICES/NMB-001	Эта маркировка указывает на то, что данный прибор соответствует требованиям канадского стандарта ICES-001.
	Это зарегистрированная торговая марка Канадской ассоциации по стандартизации.
	Это зарегистрированная торговая марка Австралийского агентства по контролю за спектром. Это означает соответствие с положениями австралийского стандарта по электромагнитной совместимости в терминах Закона о радиосвязи от 1992 г.
	Этот прибор соответствует требованиям Директивы WEEE (2002/96/EC). Эта этикетка указывает на недопустимость ликвидации этого электронного изделия вместе с бытовыми отходами.

Экологическая информация

Этот прибор соответствует требованиям Директивы по маркировке WEEE (2002/96/EC). Прикрепленная к нему этикетка указывает на недопустимость ликвидации этого электронного изделия вместе с бытовыми отходами.

Категория изделия:

Согласно Приложению 1 к Директиве WEEE, это изделие классифицируется как "контрольно-измерительное оборудование". К нему прикреплена следующая этикетка:



Не выбрасывать вместе с бытовым мусором.

Для возврата отслуживших изделий обращайтесь в местное представительство компании Agilent Technologies. За дополнительной информацией обращайтесь на наш сайт:

www.agilent.com/environment/product

 Agilent Technologies	ДЕКЛАРАЦИЯ СООТВЕТСТВИЯ согласно EN ISO/IEC 17050-1:2004	
---	--	---

Изготовитель: Agilent Technologies Microwave Products (M) Sdn. Bhd

Адрес изготовителя: Bayan Lepas Free Industrial Zone,
11900, Bayan Lepas, Penang, Malaysia

Заявляет под свою исключительную ответственность, что в исходном состоянии поставки изделие:

Наименование изделия: Многофункциональный ручной измеритель-калибратор

Номер модели: U1401A/B

Опции изделий: Декларация охватывает все опции указанных выше изделий

соответствует существенным требованиям следующих применимых европейских Директив и снабжено маркировкой CE в соответствии с Директивами:

Директива для низковольтного оборудования (2006/95/EC)

Директива по электромагнитной совместимости (2004/108/EC)

и соответствует следующим стандартам:

ЭМС	Стандарт	Предел
	IEC 61326-2-1:2005 / EN 61326-2-1:2006	
	CISPR 11:2003 / EN 55011:2007 IEC 61000-4-2:2001 / EN 61000-4-2:1995+A1:1998+A2:2001 IEC 61000-4-3:2002 / EN 61000-4-3:2002	Класс А, группа 1 4 кВ контактный разряд, 8 кВ разряд в воздухе 3 В/м (80 МГц ÷ 1,0 ГГц) 1 В/м (2,0 ГГц ÷ 2,7 ГГц) 1 кВ сигнальные провода, 2 кВ провода питания 1 кВ дифференц. напряжение, 2 кВ напряжение относит. земли 3 В (0,15 МГц ÷ 80 МГц) Провал 100% (1 период) Провал 60% (10 периодов) Провал 30% (25 периодов) Короткие прерывания 100% (250 периодов)
	IEC 61000-4-4:2004 / EN 61000-4-4:2004 IEC 61000-4-5:2001 / EN 61000-4-5:1995+A1:2001 IEC 61000-4-6:2003 / EN 61000-4-6:2003 IEC 61000-4-11:2004 / EN 61000-4-11:2004	
	Канада: ICES-001:2004 Австралия и Новая Зеландия: AS/NZS CISPR11:2004	
	Изделие было испытано в типичной конфигурации с помощью испытательных систем компании Agilent Technologies.	
Безопасность	IEC 61010-1:2001 / EN 61010-1:2001 США: ANSI/UL 61010-1: 2004 Канада: CAN/CSA C22.2 No. 61010-1-04	
	 206349	

Дополнительная информация:

Прибор U1401A/B подпадает под действие стандарта IEC / EN 61326-2-1, как чувствительное контрольно-измерительное оборудование для применения без защиты от электромагнитных помех.

Эта Декларация соответствия относится к перечисленным выше изделиям, поступающим на рынок ЕС после указанной ниже даты.

14 января 2009 г.

Дата



Tay Eng Su
Quality Manager

Соответствие стандартам

ЭМС

IEC 61326-2-1:2005 / EN 61326-2-1:2006

CISPR 11:2003 / EN 55011:2007

IEC 61000-4-2:2001 / EN 61000-4-2:1995+A1:1998+A2:2001

IEC 61000-4-3:2002 / EN 61000-4-3:2002

IEC 61000-4-4:2004 / EN 61000-4-4:2004

IEC 61000-4-5:2001 / EN 61000-4-5:1995+A1:2001

IEC 61000-4-6:2003 / EN 61000-4-6:2003

IEC 61000-4-11:2004 / EN 61000-4-11:2004

- Провал 100% (1 период)
- Провал 60% (10 периодов)
- Провал 30% (25 периодов)
- Короткие прерывания 100% (250 периодов)

Канада: ICES-001:2004

Австралия и Новая Зеландия: AS/NZS CISPR11:2004

Критерии работоспособности

Группа 1, класс А

А

В

В

А

В

А

А

А

В

Безопасность

IEC 61010-1:2001 / EN 61010-1:2001

США: ANSI/UL 61010-1: 2004

Канада: CAN/CSA C22.2 No. 61010-1-04

Дополнительная информация:

Изделие соответствует существенным требованиям Директивы для низковольтного оборудования (2006/95/EC) и Директивы по электромагнитной совместимости (2004/108/EC), и в соответствии с этим снабжено маркировкой CE (Европейский союз).

¹Критерии работоспособности:

А (годен) – Нормальное функционирование

В (годен) – Временное ухудшение рабочих характеристик с самовосстановлением

С (годен) – Временное ухудшение рабочих характеристик, требуется вмешательство оператора

D (негоден) – Необратимое повреждение компонентов

N/A – Неприменимо, поскольку изделие получает питание от аккумуляторной батареи

Примечания:

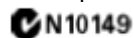
Нормативная информация для Канады:

ICES/NMB-001:2004

Этот прибор соответствует требованиям канадского стандарта ICES-001.

Нормативная информация для Австралии и Новой Зеландии:

Этот прибор соответствует требованиям стандарта AS/NZS CISPR11:2004.



1 Общая информация

В этой главе приведено краткое описание передней панели многофункционального ручного измерителя-калибратора U1401A/B, переключателя, кнопочной панели, дисплея, гнезд и задней панели.

1.1 Основные особенности измерителя-калибратора U1401A/B

Многофункциональный ручной измеритель-калибратор U1401A/B обладает следующими особенностями:

- Одновременное генерирование и измерение сигналов.
- Измерения постоянного, переменного и комбинированного (постоянного и переменного) напряжения и тока.
- Вывод сигналов постоянного напряжения, постоянного тока и сигналов прямоугольной формы.
- Микропроцессорное управление выходом и переключением в дежурный режим.
- Никелевая металлгидридная аккумуляторная батарея с встроенной возможностью зарядки.
- Возможность зарядки аккумуляторной батареи без извлечения из прибора.
- Яркая электролюминесцентная подсветка с пятиразрядным жидкокристаллическим дисплеем.
- Индикация процентного значения при измерении тока $4 \div 20$ мА или $0 \div 20$ мА.
- Способность работать с нагрузкой до 1200 Ом при имитации тока 20 мА с желтым измерительным проводом.
- Возможность установки размера ступеней и временных интервалов для функции однократной ступенчатой развертки (Autoscan).
- Возможность установки начального и конечного уровня, а также количества ступеней для функции двухтактной линейно-ступенчатой развертки (Autoramp).
- Функция фиксации пикового значения (1 ms peak hold) для обнаружения бросков напряжения и тока.
- Измерение температуры с возможностью компенсации на 0°C .
- Измерения частоты, длительности импульсов и коэффициента заполнения импульсной последовательности.
- Динамическая регистрация для минимального, максимального и среднего значения.
- Режим фиксации данных с ручным или автоматическим запуском и режим относительных измерений.
- Проверка диодов и звуковая индикация наличия высокой проводимости.
- Двухнаправленный оптический компьютерный интерфейс с командами SCPI.
- Измерение сопротивления до 50 МОм.
- Безопасная, точная и быстрая калибровка без вскрытия корпуса.
- Прецизионный цифровой измеритель истинного среднеквадратического значения с индикацией до 50000 ед., рассчитанный на соответствие стандарту IEC 61010-1 CAT II 150V.

1.2 Состав стандартного комплекта поставки

При получении прибора проверьте состав комплекта поставки, в который должны входить следующие позиции:

- Защитный футляр
- Аккумуляторная батарея (8 шт. аккумуляторов NiMH типоразмера AA, 1,2 В)
- Сетевой шнур и сетевой адаптер для многофункционального ручного измерителя-калибратора
- Стандартный набор измерительных проводов для калибратора и измерителя
- Чемоданчик для переноски
- Желтый измерительный провод для имитации токового контура
- Сертификат калибровки
- Компакт-диск с технической документацией и прикладным программным обеспечением
- *Краткое начальное руководство*: один экземпляр на английском языке и один экземпляр на языке пользователя

При обнаружении недостачи обращайтесь в ближайший отдел сбыта компании Agilent Technologies.

1.3 Перечень принадлежностей

Таблица 1-1 Перечень принадлежностей

Тип	Номер Agilent для заказа	Наименование
Стандартные принадлежности		Защитный футляр
		Аккумуляторная батарея (8 шт. аккумуляторов NiMH типоразмера AA, 1,2 В)
		Сетевой адаптер для многофункционального ручного измерителя-калибратора
		Сетевой шнур (согласно национальным стандартам)
		Чемоданчик для переноски
		Стандартный набор измерительных проводов для калибратора и измерителя
		Желтый измерительный провод для имитации токового контура
		Сертификат калибровки
		Компакт-диск с технической документацией
		<i>Краткое начальное руководство</i> : один экземпляр на английском языке и один экземпляр на языке пользователя
Дополнительные принадлежности	U1186A	Входной адаптер и пробник для термопары типа К
	U1184A	Входной адаптер для термопары типа К
	U1181A	Погружной пробник типа К
	U1182A	Промышленный пробник для измерения температуры поверхности
	U1183A	Пробник для измерения температуры воздуха
	U1168A	Стандартный набор измерительных проводов
	U1161A	Расширенный набор измерительных проводов
	U1162A	Зажимы типа "крокодил"
	U5481A	Кабель IR → USB

1.4 Внешние компоненты прибора

1.4.1 Движковый переключатель

Движковый переключатель можно установить в следующие положения:

- **CHARGE** – Переключатель устанавливают в это положение, чтобы зарядить аккумуляторную батарею. Для этого пользуйтесь прилагаемым к прибору сетевым адаптером.
- **M** – Переключатель устанавливают в это положение, чтобы задействовать только функции измерений.
- **M/S** – Переключатель устанавливают в это положение, чтобы задействовать как функции измерений, так и функции источника сигналов.

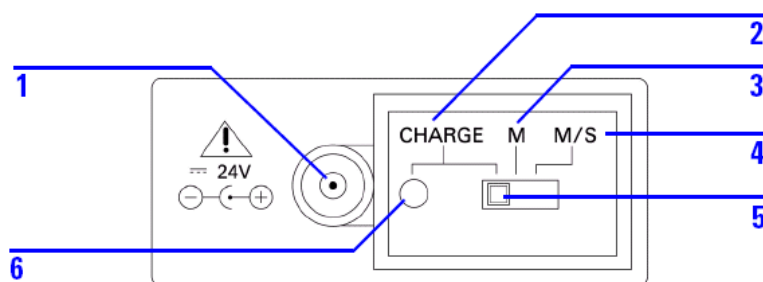


Рис. 1-1 Движковый переключатель

Таблица 1-2 Функции движкового переключателя

Поз.	Описание	Функция
1	Гнездо для подключения внешнего сетевого адаптера	Служит для подключения внешнего сетевого адаптера для питания прибора или зарядки аккумуляторной батареи.
2	CHARGE	Зарядка аккумуляторной батареи с внешним сетевым адаптером.
3	M	Включение только измерительных функций.
4	M/S	Включение функций измерений и функций источника сигналов.
5	Движок переключателя	–
6	Индикатор процесса зарядки	Индیکیрует процесс зарядки. Красный – идет процесс зарядки. Зеленый – аккумуляторная батарея полностью заряжена.

1.4.2 Внешний вид передней панели

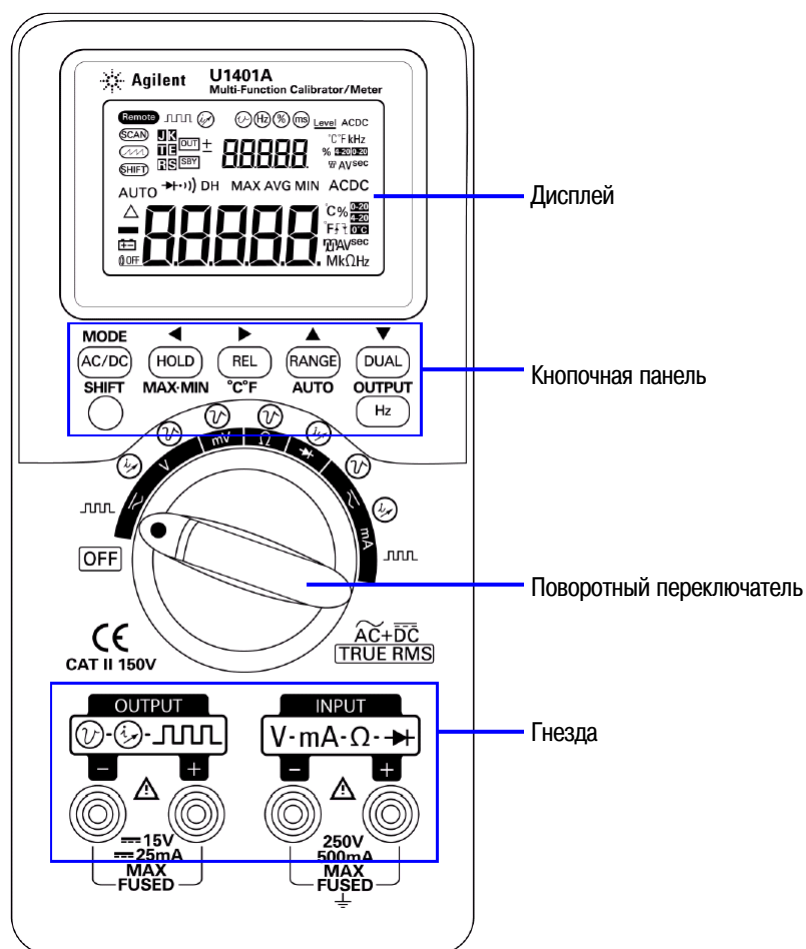


Рис. 1-2 Передняя панель

1.4.3 Поворотный переключатель

Перед включением прибора U1401A/B установите движковый переключатель в положение **M** или **M/S**. Чтобы включить прибор, поверните поворотный переключатель на нужную функцию. Здесь переключаются совместно функции входа и выхода. На внешней окружности обозначены функции *выхода* (источник сигналов), а на внутренней окружности обозначены функции *входа* (измеритель).

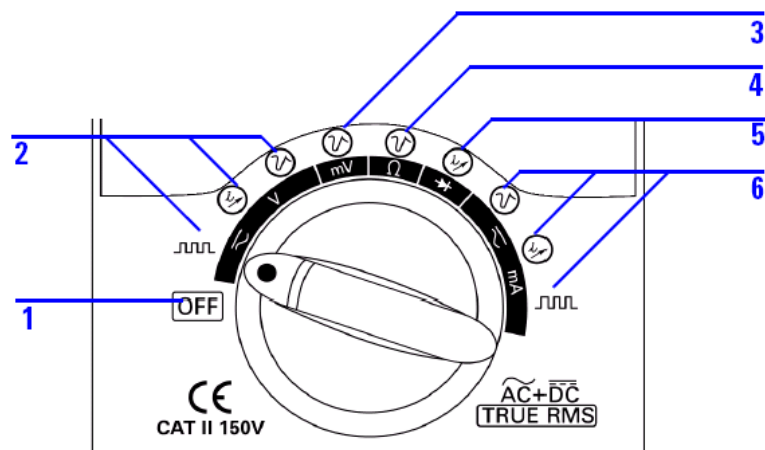


Рис. 1-3 Поворотный переключатель

Таблица 1-3 Позиции поворотного переключателя и соответствующие функции

Поз.	Вход (белый)	Выход (желтый)
1	OFF	—
2	Измерение постоянного, переменного или комбинированного напряжения	- Вывод сигнала прямоугольной формы - Постоянный ток: ± 25 мА - Постоянное напряжение: $\pm 1,5$ В, ± 15 В
3	Измерение постоянного, переменного или комбинированного напряжения милливольтового уровня или измерение температуры	Постоянное напряжение: $\pm 1,5$ В, ± 15 В
4	Измерение сопротивления и "прозвонка" цепей	Постоянное напряжение: $\pm 1,5$ В, ± 15 В
5	Проверка диодов и "прозвонка" цепей	Постоянный ток: ± 25 мА
6	Измерение постоянного, переменного или комбинированного тока: 50 мА или 500 мА	- Постоянное напряжение: $\pm 1,5$ В, ± 15 В - Постоянный ток: ± 25 мА - Вывод сигнала прямоугольной формы

1.4.4 Кнопочная панель

Ниже описано действие всех кнопок. При нажатии кнопки подается короткий звуковой сигнал и на дисплее появляется соответствующий вспомогательный индикатор. Перевод поворотного переключателя в другое положение отменяет текущее действие кнопки.

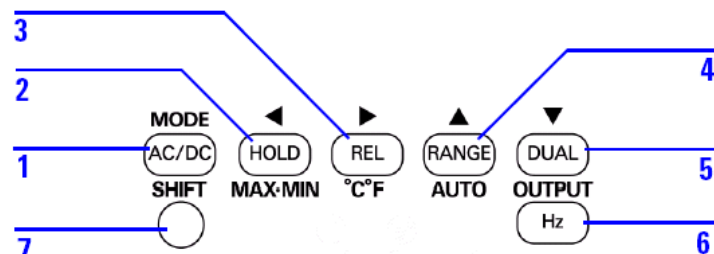


Рис. 1-4 Функции кнопок

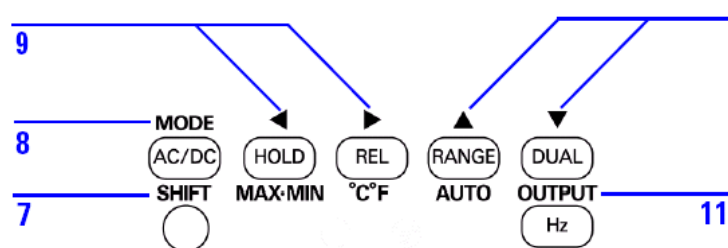


Рис. 1-5 Дополнительные функции кнопок (через кнопку SHIFT)

Таблица 1-4 Функции кнопок

Поз.	Кнопка	Функция при длительности нажатия менее одной секунды	Функция при длительности нажатия более одной секунды
1	AC/DC	Выбор DC, AC или AC+DC	При каждом нажатии этой кнопки происходит поочередное включение и выключение режима фиксации данных при измерении напряжения и тока.
2	HOLD	Если задействован режим фиксации данных: Фиксирует индикацию текущего результата измерений. Нажмите эту кнопку еще раз, чтобы запустить следующее измерение.	Выход из режима фиксации данных ¹⁾
		Если задействован режим фиксации данных с обновлением: Включение и выключение режима фиксации данных с обновлением.	—
	MAX MIN ²⁾	Циклическое переключение функций MAX, MIN и AVG и текущих (MAX MIN AVG) показаний в режиме динамической регистрации	Включение и выключение режима динамической регистрации ¹⁾
3	REL	Сохранение индицируемого значения в качестве контрольного значения, которое будет вычитаться из последующих измерений	При каждом нажатии этой кнопки происходит поочередное переключение режимов измерений напряжения милливольтового уровня и измерений температуры.
4	RANGE	Переключение предела измерений	Переход в режим автоматического выбора предела измерений
5	DUAL	Циклическое переключение различных комбинаций первичного и вторичного цифрового индикатора	—

Таблица 1-4 Функции кнопок (продолжение)

Поз.	Кнопка	Функция при длительности нажатия менее одной секунды	Функция при длительности нажатия более одной секунды
6	Hz	Выбор индикации частоты (Hz), коэффициента заполнения (%) или длительности импульсов (ms) на первичном цифровом индикаторе	Выход из выбранного режима индикации
7	SHIFT	Включение и выключение режима дополнительной функции у других кнопок	При каждом нажатии этой кнопки происходит поочередное включение и выключение подсветки.
8 ³⁾	MODE	Выбор режимов вывода сигнала для постоянного напряжения или постоянного тока, функции Autoscan и Autoramp. Выбор регулировки частоты (Hz), коэффициента заполнения (%), длительности импульсов (ms) и уровня для вывода сигнала прямоугольной формы.	Вход в режим настройки (для выходов Autoscan и Autoramp).
9 ³⁾	◀ ▶	Выбор подлежащего подстройке разряда или полярности. Выбранный разряд или полярность мигает на вторичном цифровом индикаторе.	–
10 ³⁾	▲ ▼	Подстройка значения в данном разряде или установка полярности. Нажимайте эти кнопки для изменения численного значения в данном разряде или для переключения полярности выходного сигнала.	–
11 ³⁾	OUTPUT	При каждом нажатии этой кнопки происходит поочередное включение и выключение выхода. Индикатор  указывает на то, что генерируется сигнал. Индикатор  указывает на то, что выход выключен.	–

- 1) Когда нажимают кнопку HOLD дольше одной секунды, ее функция зависит от текущего состояния прибора. Если прибор в данный момент находится в режиме фиксации данных, то нажатие этой кнопки дольше секунды приводит к выходу из режима фиксации данных. Если прибор в данный момент не находится в режиме фиксации данных, то нажатие этой кнопки дольше секунды приводит к входу в режим динамической регистрации или к выходу из этого режима.
- 2) Относится только к тому случаю, когда прибор находится в режиме динамической регистрации.
- 3) Дополнительные функции (через кнопку SHIFT).

Дополнительные функции

Каждая кнопка (за исключением кнопки **SHIFT**) имеет дополнительную функцию. Чтобы обратиться к дополнительной функции, следует сначала нажать кнопку **SHIFT**. После нажатия кнопки **SHIFT** остаются задействованными дополнительные функции (на дисплее индицируется ) , пока не будет снова нажата кнопка **SHIFT**. В тексте данного Руководства инструкции, включающие в себя дополнительные функции, приводятся без специального упоминания кнопки **SHIFT**. Список подобных инструкций с пояснениями приведен в таблице 1-5.

Таблица 1-5 Инструкции с упоминанием дополнительных функций

Инструкция	Ваши действия
Нажмите кнопку MODE	Нажмите кнопку SHIFT ¹⁾ , затем нажмите кнопку  .
Нажмите кнопку ◀	Нажмите кнопку SHIFT ¹⁾ , затем нажмите кнопку  .
Нажмите кнопку ▶	Нажмите кнопку SHIFT ¹⁾ , затем нажмите кнопку  .
Нажмите кнопку ▲	Нажмите кнопку SHIFT ¹⁾ , затем нажмите кнопку  .
Нажмите кнопку ▼	Нажмите кнопку SHIFT ¹⁾ , затем нажмите кнопку  .
Нажмите кнопку OUTPUT	Нажмите кнопку SHIFT ¹⁾ , затем нажмите кнопку  .

- (1) Если еще не задействована дополнительная функция.

1.4.5 Описание дисплея

Чтобы увидеть все элементы индикации на дисплее, нажмите кнопку **(HOLD)**, переводя поворотный переключатель из положения OFF в любое другое положение. После того, как вы увидите все элементы индикации на дисплее, нажмите любую кнопку, чтобы вернуться к нормальному функционированию, в зависимости от положения поворотного переключателя.

Тогда прибор переходит в экономичный режим, если задействована функция автоматического выключения питания (**OFF**). Чтобы вернуть прибор в рабочее состояние, действуйте следующим образом:

1. Установите поворотный переключатель в положение OFF.
2. После этого установите поворотный переключатель в любое положение, кроме вывода сигнала прямоугольной формы, и нажмите любую кнопку.

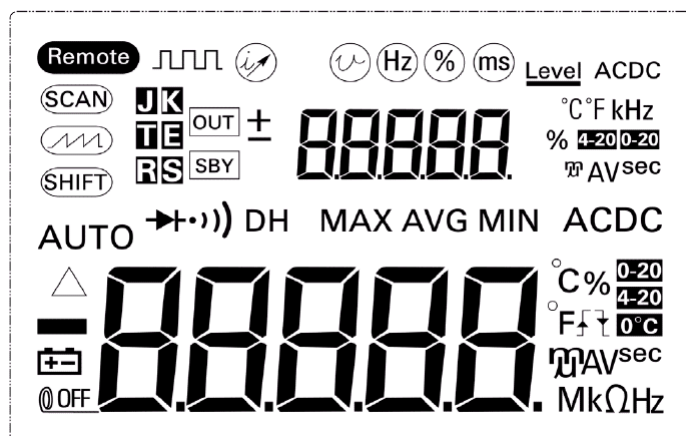


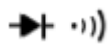
Рис. 1-6 Отображение всех элементов индикации

Таблица 1-6 Описание вспомогательных индикаторов на дисплее

Вспомогательный индикатор	Описание
Remote	Дистанционное управление
(SCAN)	Вывод сигнала в режиме однократной ступенчатой развертки
(m)	Вывод сигнала в режиме двухтактной линейно-ступенчатой развертки
(SHIFT)	Задействованы дополнительные функции кнопок
AUTO	Автоматический выбор предела измерения
△	Режим относительных измерений
+	Индикация разряженного состояния аккумуляторной батареи
OFF	Задействована функция автоматического выключения питания
□	Вывод сигнала прямоугольной формы
(Hz) (%) (ms) Level	Частота (Гц), коэффициент заполнения (%), длительность импульсов (мс) и уровень для выходного сигнала прямоугольной формы
(i)	Вывод неизменного тока
(u)	Вывод неизменного напряжения



Таблица 1-6 Описание вспомогательных индикаторов на дисплее (продолжение)

Вспомогательный индикатор	Описание
	Тип термопары для измерения температуры. Прибор U1401A/B поддерживает только термопары типа К.
	 – выход включен  – выход выключен
± 	Вторичный цифровой индикатор для выхода и входа
°C °F kHz % 	Единицы измерения входного или выходного сигнала для вторичного цифрового индикатора
	Проверка диодов или звуковая индикация наличия высокой проводимости
	Звуковая сигнализация для "прозвонки" цепей при измерении сопротивления
DH	Фиксация данных (ручное управление)
MAXAVGMIN	Режим динамической регистрации: текущее значение на первичном цифровом индикаторе
MAX	Режим динамической регистрации: максимальное значение на первичном цифровом индикаторе
AVG	Режим динамической регистрации: среднее значение на первичном цифровом индикаторе
MIN	Режим динамической регистрации: минимальное значение на первичном цифровом индикаторе
ACDC	Переменный/постоянный ток
- 	Первичный цифровой индикатор для входа
°C % °F  Mk Ω Hz	Единицы измерения входного сигнала для первичного цифрового индикатора
	Выход сигнала прямоугольной формы. Положительный  или отрицательный  фронт запуска.
	Положительный фронт для измерения длительности импульсов (мс) и коэффициента заполнения (%)
	Отрицательный фронт для измерения длительности импульсов (мс) и коэффициента заполнения (%)
	Процентная шкала для измерения тока 0 ÷ 20 мА и 4 ÷ 20 мА
	Без компенсации температуры окружающей среды

1.4.5 Входные и выходные гнезда

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Во избежание повреждения прибора не допускайте превышения максимально допустимых входных значений.

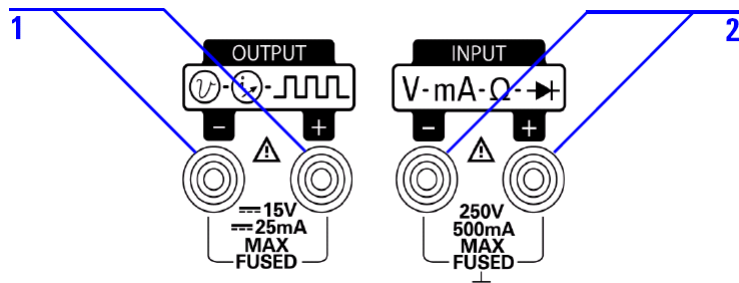


Рис. 1-7 Входные и выходные гнезда

Таблица 1-7 Описание гнезд прибора

Поз.	Описание	Функция
1	OUTPUT (желтые гнезда)	Для функций вывода постоянного напряжения, постоянного тока и сигналов прямоугольной формы
2	INPUT (серо-белые гнезда)	Для измерения напряжения, тока и сопротивления, для проверки диодов и звуковой индикации наличия высокой проводимости

Прибор имеет четыре гнезда. Два гнезда для функций входа защищены от перегрузки с учетом предельно допустимых значений, указанных в таблице 1-8. Два других гнезда предназначены для функций выхода с защитой от перегрузки на уровне 30 В постоянного тока.

Таблица 1-8 Защита от перегрузки для входных гнезд

Положение поворотного переключателя	Входные гнезда	Защита от перегрузки
Пределы измерения переменного и постоянного напряжения 5 В ÷ 250 В	+ и –	250 Вэфф
Пределы измерения переменного и постоянного напряжения 50 мВ ÷ 500 мВ		
Измерение сопротивления (Ω)		
Проверка диодов (•)))		
Измерение температуры		
Пределы измерения переменного и постоянного тока 50 мА ÷ 500 мА		Быстродействующий предохранитель 250 В / 630 мА

1.4.7 Внешний вид задней панели

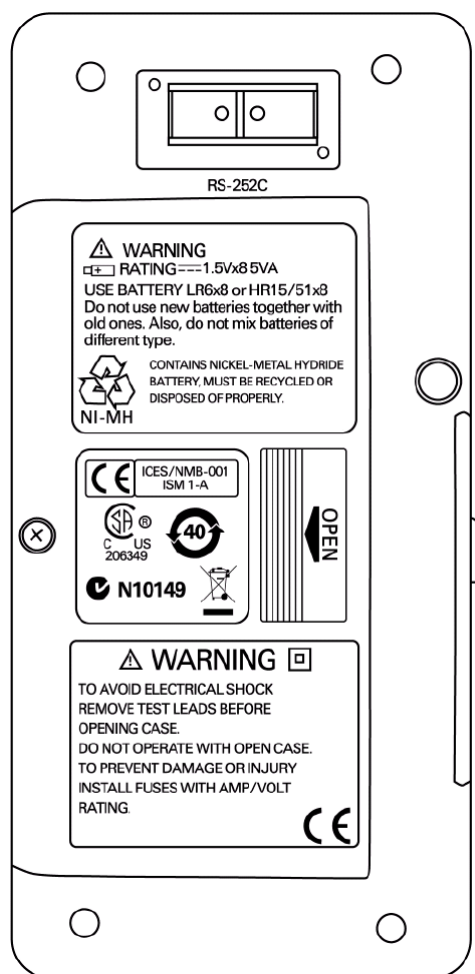


Рис. 1-8 Задняя панель

2 Операции с выходом калибратора

В этой главе подробно описано, как генерировать сигналы на выходе прибора U1401A/B.

2.1 Включение и выключение выхода

Прибор U1401A/B может одновременно генерировать и измерять сигналы. Нажатие кнопки **OUTPUT** приводит к выключению выхода и к его переходу в дежурный режим. Выход включается при повторном нажатии кнопки **OUTPUT**.

Когда выход находится в дежурном режиме, с дисплея исчезает вспомогательный индикатор **OUT** и вместо него появляется индикатор **SBY**. Это означает, что прекращено генерирование сигнала на выходе.

Выход автоматически переключается в дежурный режим в следующих случаях:

- если вы случайно подадите на выходные гнезда внешний сигнал, когда задействована функция выхода.
- если помехи от внешней электротехнической системы приведут появлению на выходных гнездах ложного сигнала. Например, при электростатическом разряде с напряжением 8 кВ прибор переходит в дежурный режим.
- если будет обнаружено состояние перегрузки при генерировании постоянного напряжения или сигнала прямоугольной формы.
- когда разрядится аккумуляторная батарея. Это предотвращает ухудшение качества выходного сигнала и предупреждает пользователя о необходимости зарядки аккумуляторной батареи.
- при переводе движкового переключателя в положение **M** (только вход). Если вы не намерены изменять функции выхода, то рекомендуется перевести движковый переключатель в положение **M** для экономии энергии аккумуляторной батареи.

2.2 Генерирование неизменного напряжения

Прибор U1401A/B может генерировать неизменное напряжение в двух диапазонах: $\pm 1,5$ В и ± 15 В.

Чтобы выбрать функцию вывода неизменного напряжения, действуйте следующим образом:

1. Установите поворотный переключатель в одно из положений  (вывод постоянного напряжения).
2. Нажмите кнопку **SHIFT**, чтобы получить доступ к дополнительным функциям кнопок. На дисплее появляется вспомогательный индикатор **SHIFT**.
3. Нажимайте кнопку **MODE** для циклического переключения режимов выхода $\pm 1,5$ В, ± 15 В, **SCAN** $\pm 1,5$ В, **SCAN** ± 15 В,  $\pm 1,5$ В и  ± 15 В.

В зависимости от нужного диапазона выберите $\pm 1,5$ В или ± 15 В для вывода неизменного напряжения (в отличие от функций выхода *Autoscan* и *Autoramp*, которые описаны в разделе 2.4).

- В отличие от режимов *Autoscan* и *Autoramp* на дисплее нет специального индикатора для обозначения режима вывода неизменного напряжения (CV).
4. Когда прибор находится в дежурном режиме (вы должны видеть на дисплее вспомогательный индикатор **SBY**); если нет этого индикатора, нажмите кнопку **OUTPUT**, вы можете отрегулировать уровень выхода. Для этого нажимайте кнопки **◀** и **▶**, чтобы выбрать подлежащий подстройке разряд индикации, затем нажимайте кнопки **▲** и **▼**, чтобы изменить численное значение в этом разряде.
 5. Нажмите кнопку **OUTPUT**, чтобы включить источник выходного сигнала. На дисплее появляется вспомогательный индикатор **OUT**.

2.3 Генерирование неизменного тока

Прибор U1401A/B может генерировать неизменный ток в диапазоне ± 25 мА.

Чтобы выбрать функцию вывода неизменного тока, действуйте следующим образом:

1. Установите поворотный переключатель в одно из положений  (вывод постоянного тока).
2. Нажмите кнопку **SHIFT**, чтобы получить доступ к дополнительным функциям кнопок. На дисплее появляется вспомогательный индикатор .
3. Нажимайте кнопку **MODE** для циклического переключения режимов выхода ± 25 мА,  ± 25 мА и  ± 25 мА.
Выберите режим ± 25 мА для вывода неизменного тока (в отличие от функций выхода *Autoscan* и *Autoramp*, которые описаны в разделе 2.4).
 - В отличие от режимов *Autoscan* и *Autoramp* на дисплее нет специального индикатора для обозначения режима вывода неизменного тока (CC).
4. Когда прибор находится в дежурном режиме (вы должны видеть на дисплее вспомогательный индикатор ; если нет этого индикатора, нажмите кнопку **OUTPUT**), вы можете отрегулировать уровень выхода. Для этого нажимайте кнопки  и , чтобы выбрать подлежащий подстройке разряд индикации, затем нажимайте кнопки  и , чтобы изменить численное значение в этом разряде.
5. Нажмите кнопку **OUTPUT**, чтобы включить источник выходного сигнала. На дисплее появляется вспомогательный индикатор .

2.4 Генерирование ступенчатой развертки уровня выхода

Помимо генерирования неизменного напряжения и неизменного тока, прибор U1401A/B имеет две дополнительные полезные функции. Функция *Autoscan* реализует одноконтурную ступенчатую развертку уровня выхода – до 16 ступеней постоянного напряжения или тока с задаваемыми пользователем значениями размера и длительности ступеней. Функция *Autoramp* реализует двухконтурную линейно-ступенчатую развертку уровня выхода с задаваемыми пользователем значениями наклона и количества ступеней для линейной имитации.

2.4.1 Вывод сигнала в режиме Autoscan

Чтобы установить параметры выхода в режиме *Autoscan*, действуйте следующим образом:

1. Установите поворотный переключатель в одно из положений  (вывод постоянного тока) или  (вывод постоянного напряжения).
2. Нажмите кнопку **SHIFT**, чтобы получить доступ к дополнительным функциям кнопок. На дисплее появляется вспомогательный индикатор .
3. Далее следуйте одной из изложенных ниже инструкций:
 - Чтобы вывести сигнал напряжения, нажимайте кнопку **MODE** для циклического переключения режимов выхода $\pm 1,5$ В, ± 15 В,  $\pm 1,5$ В,  ± 15 В,  $\pm 1,5$ В и  ± 15 В. Выберите один из режимов  в зависимости от нужного диапазона напряжения.
 - Чтобы вывести сигнал тока, нажимайте кнопку **MODE** для циклического переключения режимов выхода ± 25 мА,  ± 25 мА и  ± 25 мА. Выберите режим выхода .
4. После выбора нужной функции  нажимайте кнопку  или , чтобы выбрать один из трех режимов формирования выходного сигнала: Continuous (периодическая развертка), Cycle (однократная развертка) или Step (ручное переключение ступеней). На вторичном индикаторе индицируется соответственно **Cont**, **Cycle** или **Step** (см. рис. 2-1 на стр. 25).
 - **Режим периодической развертки (Cont)** – В этом режиме на выход подается сигнал с занесенными в память значениями уровней и временных интервалов, начиная со ступени 1 до той ступени, где значение временного интервала составляет "00" секунд, после чего процесс возобновляется со ступени 1.

Например, в соответствии с установками, принятыми по умолчанию (таблица 2-1), выходной сигнал будет воспроизводить уровни от ступени 1 до ступени 11, затем вернется к ступени 1, поскольку временной интервал для ступени 12 равен "00" секунд.

- **Режим однократной развертки (CyCLE)** – Этот режим похож на режим периодической развертки, однако он воспроизводит ступенчатое измерение выходного уровня только в течение одного цикла. Выходной уровень изменяется в соответствии с занесенными в память значениями уровней и временных интервалов, начиная со ступени 1 до той ступени, где значение временного интервала составляет "00" секунд. После этого поддерживается выходной уровень последней ступени перед той ступенью, где значение временного интервала составляет "00" секунд. Например, в соответствии с установками, принятыми по умолчанию, выходной сигнал будет воспроизводить уровни от ступени 1 до ступени 11, затем будет поддерживаться на уровне ступени 11.
- **Режим ручного переключения ступеней (StEP)** – Это режим поэтапного вывода (ступень за ступенью). Вы можете вручную выбрать из сигналов, заданных пользователем, ступень, которая должна воспроизводиться на выходе. После выбора этого режима нажимайте кнопку ▲ или ▼, чтобы выбрать нужную ступень для воспроизведения на выходе. Тогда на выходе будет поддерживаться уровень этой ступени, пока не будет выбрана для вывода другая ступень.

5. Нажмите кнопку **OUTPUT**, чтобы включить источник выходного сигнала. На дисплее появляется вспомогательный индикатор **OUT**.

В режимах периодической и однократной развертки вывод всегда начинается со ступени 1. Если временной интервал для ступени 1 равен "00" секунд, то выходной уровень будет соответствовать уровню ступени 1, и выход перейдет в дежурный режим **SBY**. Если вы остановите вывод сигнала в режиме периодической или однократной развертки, то следующая выходная ступень начнется со ступени 1.

Таблица 2-1 Принятые по умолчанию установки параметров в режиме Autoscan

Режим	SCAN ± 1,5000 В		SCAN ± 15,000 В		SCAN ± 25,000 мА	
Ступень	Уровень	Временной интервал	Уровень	Временной интервал	Уровень	Временной интервал
1	+1,5000 В	02 с	+15,000 В	02 с	+00,000 мА	02 с
2	+1,2000 В	02 с	+12,000 В	02 с	+04,000 мА	02 с
3	+0,9000 В	02 с	+09,000 В	02 с	+08,000 мА	02 с
4	+0,6000 В	02 с	+06,000 В	02 с	+12,000 мА	02 с
5	+0,3000 В	02 с	+03,000 В	02 с	+16,000 мА	02 с
6	+0,0000 В	02 с	+00,000 В	02 с	+20,000 мА	02 с
7	−0,3000 В	02 с	−03,000 В	02 с	+16,000 мА	02 с
8	−0,6000 В	02 с	−06,000 В	02 с	+12,000 мА	02 с
9	−0,9000 В	02 с	−09,000 В	02 с	+08,000 мА	02 с
10	−1,2000 В	02 с	−12,000 В	02 с	+04,000 мА	02 с
11	−1,5000 В	02 с	−15,000 В	02 с	+00,000 мА	02 с
12	+0,0000 В	00 с	+00,000 В	00 с	+04,000 мА	00 с
13	+0,0000 В	00 с	+00,000 В	00 с	+08,000 мА	00 с
14	+0,0000 В	00 с	+00,000 В	00 с	+12,000 мА	00 с
15	−1,5000 В	00 с	−15,000 В	00 с	+16,000 мА	00 с
16	+0,0000 В	00 с	+00,000 В	00 с	+20,000 мА	00 с



Рис. 2-1 Выбор режима Autoscan

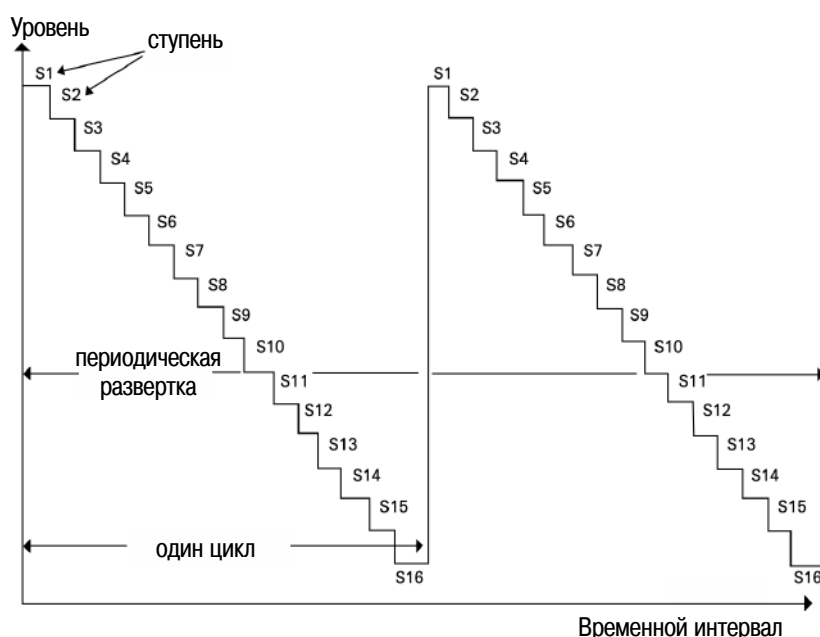


Рис. 2-2 Пример типичного выходного сигнала в режиме Autoscan

Установка параметров функции Autoscan с занесением в память

Нажмите кнопку **MODE** и удерживайте ее нажатой дольше секунды, чтобы перейти в режим настройки параметров однократной ступенчатой развертки. Здесь можно запрограммировать до 16 ступеней с индивидуальной установкой уровня и временного интервала.

Когда прибор находится в режиме установки параметров функции Autoscan, уровень отображается на вторичном цифровом индикаторе. Первые две цифры первичного цифрового индикатора указывают номер подлежащей настройке ступени. Последние две цифры первичного цифрового индикатора указывают временной интервал.

1. Нажимайте кнопку **MODE** для циклического переключения установки номера ступени, временного интервала и уровня сигнала. Подлежащая изменению цифра мигает на дисплее.

- Для установки уровня нажимайте кнопки ◀ и ▶, чтобы выбрать подлежащий изменению разряд, затем нажимайте кнопки ▲ и ▼, чтобы изменить численное значение в выбранном разряде. Уровень можно установить в пределах выбранного диапазона ($\pm 1,5$ В или ± 15 В для вывода постоянного напряжения, ± 25 мА для вывода постоянного тока).
- Для установки временного интервала нажимайте кнопки ◀ и ▶, чтобы выбрать подлежащий изменению разряд, затем нажимайте кнопки ▲ и ▼, чтобы изменить численное значение в выбранном разряде. Временной интервал можно установить в пределах от 0 до 99 секунд.
- Чтобы установить нулевое значение уровня и временного интервала для данной ступени, нажмите кнопку ▶ и удерживайте ее нажатой дольше секунды.

2. Нажмите кнопку **OUTPUT**, чтобы занести установки параметров в память.

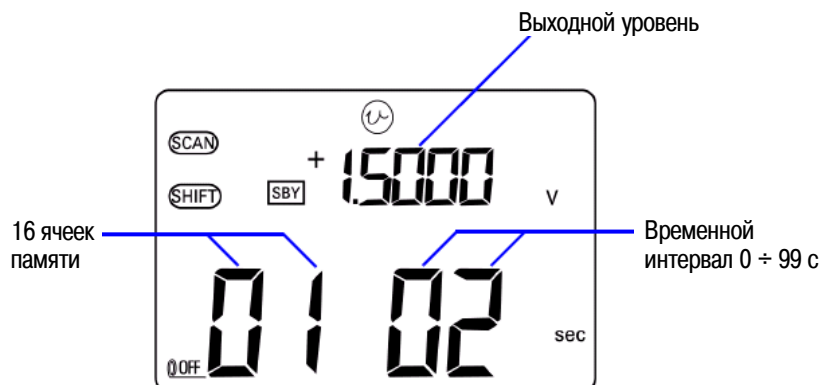


Рис. 2-3 Установка параметров функции Autoscan

2.4.2 Вывод сигнала в режиме Autoramp

Чтобы установить параметры выхода в режиме Autoramp, действуйте следующим образом:

1. Установите поворотный переключатель в одно из положений или .
2. Нажмите кнопку **SHIFT**, чтобы получить доступ к дополнительным функциям кнопок. На дисплее появляется вспомогательный индикатор **SHIFT**.
3. Далее следуйте одной из изложенных ниже инструкций:
 - Чтобы вывести сигнал напряжения, нажимайте кнопку **MODE** для циклического переключения режимов выхода $\pm 1,5$ V, ± 15 V, **SCAN** $\pm 1,5$ V, **SCAN** ± 15 V, $\pm 1,5$ V и ± 15 V. Выберите один из режимов (Autoramp) в зависимости от нужного диапазона напряжения.
 - Чтобы вывести сигнал тока, нажимайте кнопку **MODE** для циклического переключения режимов выхода ± 25 mA, **SCAN** ± 25 mA и ± 25 mA. Выберите режим выхода .
4. После выбора нужной функции нажимайте кнопку **◀** или **▶**, чтобы выбрать один из двух режимов формирования выходного сигнала: Continuous (периодическая развертка) или Cycle (однократная развертка). На вторичном индикаторе индицируется соответственно **Cont** или **CyCLE** (см. рис. 2-4 на стр. 27).
 - **Режим периодической развертки (Cont)** – В этом режиме на выходе периодически повторяется сигнал двухтактной линейно-ступенчатой развертки. Этот сигнал генерируется в соответствии с занесенными в память установками значений уровней и количества ступеней; при этом длительность каждой ступени составляет примерно 0,33 с. Например, согласно принятым по умолчанию установкам параметров (таблица 2-2), размер ступени на участке развертки с положительным наклоном равен разности конечного и начального уровня, деленной на количество ступеней. Таким образом размер ступени равен $[1,5 \text{ В} - (-1,5 \text{ В})] / 15 \text{ ступеней} = 0,2 \text{ В}$ для режима выхода $\pm 1,5000 \text{ В}$. Размер ступени на участке развертки с отрицательным наклоном равен разности начального и конечного уровня, деленной на количество ступеней. Таким образом, размер ступени равен $(-1,5 \text{ В} - 1,5 \text{ В}) / 15 \text{ ступеней} = -0,2 \text{ В}$ для режима выхода $\pm 1,5000 \text{ В}$.
 - **Режим однократной развертки (CyCLE)** – В этом режиме генерируется лишь один цикл ступенчатой развертки. Сигнал генерируется в соответствии с занесенными в память установками значений уровней и количества ступеней; при этом длительность каждой ступени составляет примерно 0,33 с. Затем на выходе поддерживается уровень конечного значения сигнала.
5. Нажмите кнопку **OUTPUT**, чтобы включить источник выходного сигнала. На дисплее появляется вспомогательный индикатор **OUT**.

Таблица 2-2 Принятые по умолчанию установки параметров в режиме Autoramp

Режим	 $\pm 1,5000 \text{ В}$		 $\pm 15,000 \text{ В}$		 $\pm 25,000 \text{ мА}$	
Позиция	Уровень	Разрешение	Уровень	Разрешение	Уровень	Разрешение
Начало	-1,5000 В	015 ступеней	-15,000 В	015 ступеней	-25,000 мА	025 ступеней
Конец	+1,5000 В	015 ступеней	+15,000 В	015 ступеней	+25,000 мА	025 ступеней

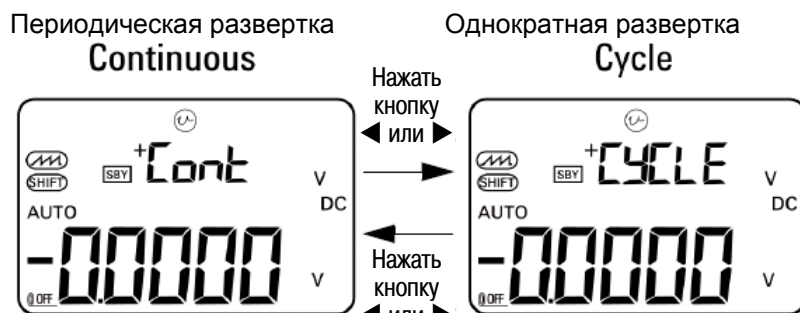


Рис. 2-4 Выбор режима Autoramp

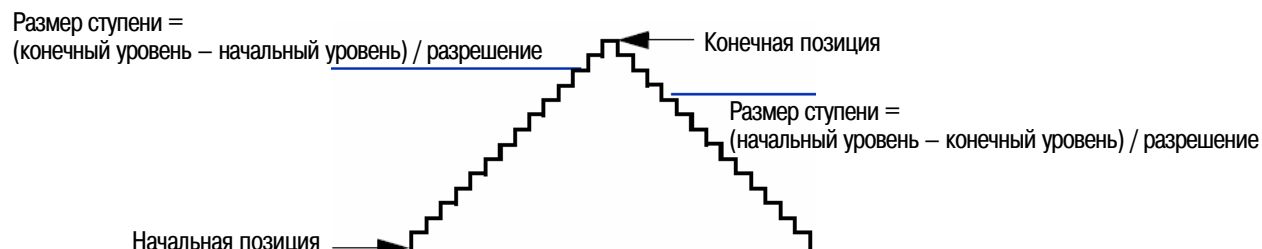


Рис. 2-5 Выходной сигнал в режиме Autoramp

Установка параметров функции Autoramp с занесением в память

Нажмите кнопку **MODE** и удерживайте ее нажатой дольше секунды, чтобы перейти в режим настройки параметров двухтактной линейно-ступенчатой развертки. Здесь можно задать количество ступеней между конечной и начальной позицией, а также значения уровней сигнала в начальной и конечной позиции.

Когда прибор находится в режиме установки параметров функции Autoramp, на вторичном цифровом индикаторе отображается начальный или конечный уровень сигнала. В первом разряде первичного цифрового индикатора индицируется начальная (S) или конечная (E) позиция. Последние три цифры первичного цифрового индикатора указывают количество ступеней (от начальной до конечной позиции).

1. Нажимайте кнопку **MODE** для циклического переключения установки позиции (начальная или конечная), количества ступеней и уровней сигнала. Подлежащий изменению разряд мигает на дисплее.
 - Для установки уровня нажимайте кнопки ◀ и ▶, чтобы выбрать подлежащий изменению разряд, затем нажимайте кнопки ▲ и ▼, чтобы изменить численное значение в выбранном разряде. Уровень можно установить в пределах выбранного диапазона ($\pm 1,5 \text{ В}$ или $\pm 15 \text{ В}$ для вывода постоянного напряжения, $\pm 25 \text{ мА}$ для вывода постоянного тока).
 - Для установки количества ступеней нажимайте кнопки ◀ и ▶, чтобы выбрать подлежащий изменению разряд, затем нажимайте кнопки ▲ и ▼, чтобы изменить численное значение в выбранном разряде. Количество ступеней можно установить в пределах от 0 до 999 ступеней.
 - Чтобы установить нулевое значение уровня и временного интервала для данной ступени, нажмите кнопку ▶ и удерживайте ее нажатой дольше секунды.
2. Нажмите кнопку **OUTPUT**, чтобы занести установки параметров в память.

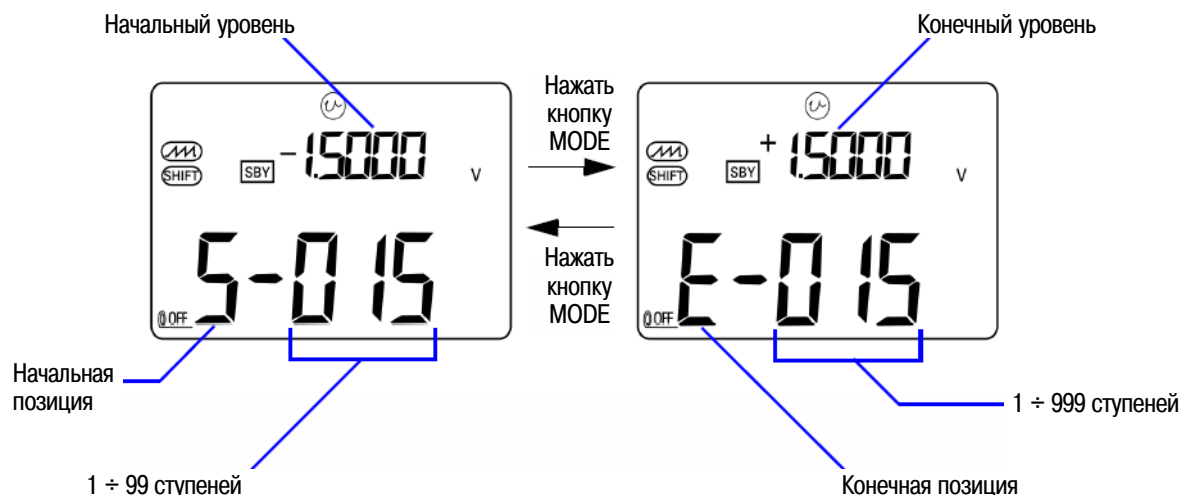


Рис. 2-6 Установка параметров функции Autoramp

2.5 Вывод сигналов прямоугольной формы

Вывод сигналов прямоугольной формы может использоваться для генерирования сигналов с широтно-импульсной модуляцией или для формирования синхронных тактовых импульсов (генератор тактовой частоты для передачи данных). Сигналы прямоугольной формы можно также применять для проверки калибровки расходомеров, счетчиков, тахометров, осциллографов, частотных измерительных преобразователей и других устройств с частотным входом.

Вы можете установить частоту, амплитуду, коэффициент заполнения и длительность импульсов для вывода сигналов прямоугольной формы.

Чтобы выбрать функцию вывода сигналов прямоугольной формы, действуйте следующим образом:

1. Установите поворотный переключатель в положение $\square\square\square$.
2. Нажмите кнопку **SHIFT**, чтобы получить доступ к дополнительным функциям кнопок. На дисплее появляется вспомогательный индикатор **SHIFT**.
 - По умолчанию приняты следующие установки параметров: частота 150 Гц, коэффициент заполнения 50%, длительность импульсов 3,3333 мс и амплитуда +5 В (см. рис. 2-7).
3. Нажмите кнопку **OUTPUT**, чтобы подать на выход сигнал прямоугольной формы.

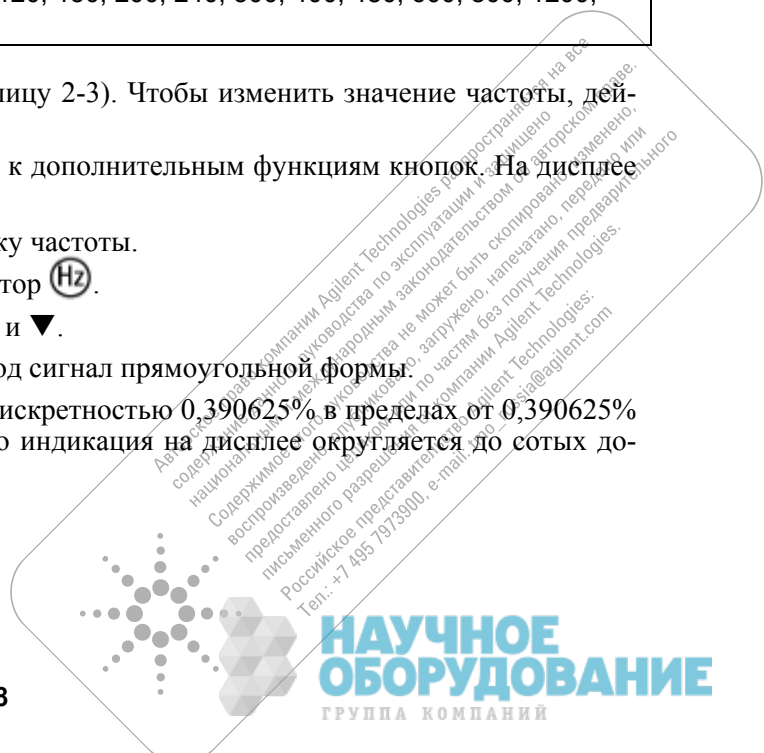
Таблица 2-3 Возможные значения частоты

Частота (Гц)
0,5, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 80, 100, 120, 150, 200, 240, 300, 400, 480, 600, 800, 1200, 1600, 2400, 4800

Для выбора имеется 28 значений частоты (см. таблицу 2-3). Чтобы изменить значение частоты, действуйте следующим образом:

1. Нажмите кнопку **SHIFT**, чтобы получить доступ к дополнительным функциям кнопок. На дисплее появляется вспомогательный индикатор **SHIFT**.
2. Нажмите кнопку **MODE**, чтобы выбрать установку частоты.
На дисплее появляется вспомогательный индикатор **Hz**.
3. Выберите значение частоты, нажимая кнопки $\blacktriangle$ и $\blacktriangledown$.
4. Нажмите кнопку **OUTPUT**, чтобы подать на выход сигнал прямоугольной формы.

Коэффициент заполнения можно устанавливать с дискретностью 0,390625% в пределах от 0,390625% до 99,609375% (256 одинаковых ступеней). Однако индикация на дисплее округляется до сотых долей процента.



Чтобы установить коэффициент заполнения, действуйте следующим образом:

1. Нажмите кнопку **MODE**, чтобы выбрать установку коэффициента заполнения.

На дисплее появляется вспомогательный индикатор $\%$.

2. Нажимайте кнопки $\blacktriangle$ и $\blacktriangledown$, чтобы установить коэффициент заполнения.

Длительность импульсов можно устанавливать с дискретностью в 256 одинаковых ступеней, причем размер каждой ступени равен $1/(256 \times \text{частота})$. Вы можете установить значение в пределах от одной до 255 ступеней.

Чтобы установить длительность импульсов, действуйте следующим образом:

1. Нажмите кнопку **MODE**, чтобы выбрать установку длительности импульсов.

На дисплее появляется вспомогательный индикатор **ms**.

2. Нажимайте кнопки $\blacktriangle$ и $\blacktriangledown$, чтобы установить значение длительности импульсов.

Вы можете установить амплитуду +5 В, ± 5 В, +12 В или ± 12 В.

Чтобы установить амплитуду, действуйте следующим образом:

1. Нажмите кнопку **MODE**, чтобы выбрать установку амплитуды. На дисплее появляется вспомогательный индикатор **Level**.
2. Нажимайте кнопки $\blacktriangle$ и $\blacktriangledown$, чтобы установить значение амплитуды.

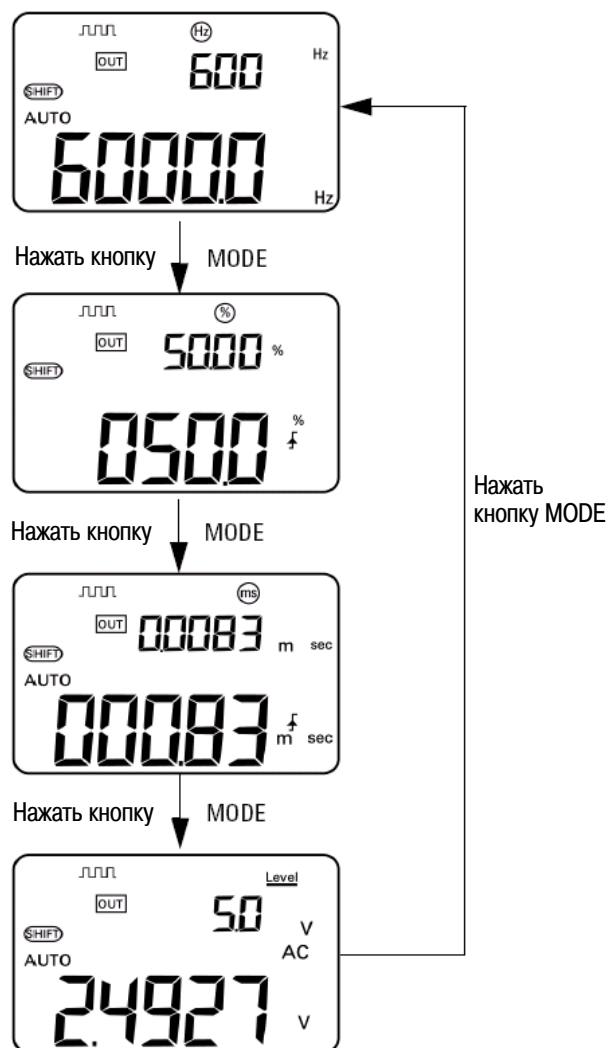


Рис. 2-7 Установка параметров выходного сигнала прямоугольной формы

3 Выполнение измерений

В этой главе изложены подробные указания по выполнению измерений с прибором U1401A/B.

3.1 Измерение напряжения

Прибор U1401A/B позволяет выполнять измерения истинного среднеквадратического значения переменного напряжения, которые являются точными для сигналов прямоугольной формы без постоянной составляющей.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Перед выполнением измерений проследите за правильностью присоединения гнезд прибора. Во избежание повреждения прибора U1401A/B не допускайте превышения максимально допустимого входного напряжения.

3.1.1 Измерение постоянного напряжения

1. Установите поворотный переключатель в положение $\sim V$.
2. Нажмите кнопку (AC/DC), чтобы выбрать измерение постоянного (DC) напряжения.
3. Присоедините красный измерительный провод с пробником к входному гнезду "+", а черный измерительный провод с пробником – к входному гнезду "-" (см. рис. 3-1).
4. Присоедините наконечники измерительных проводов к контрольным точкам и смотрите результат измерения на дисплее.

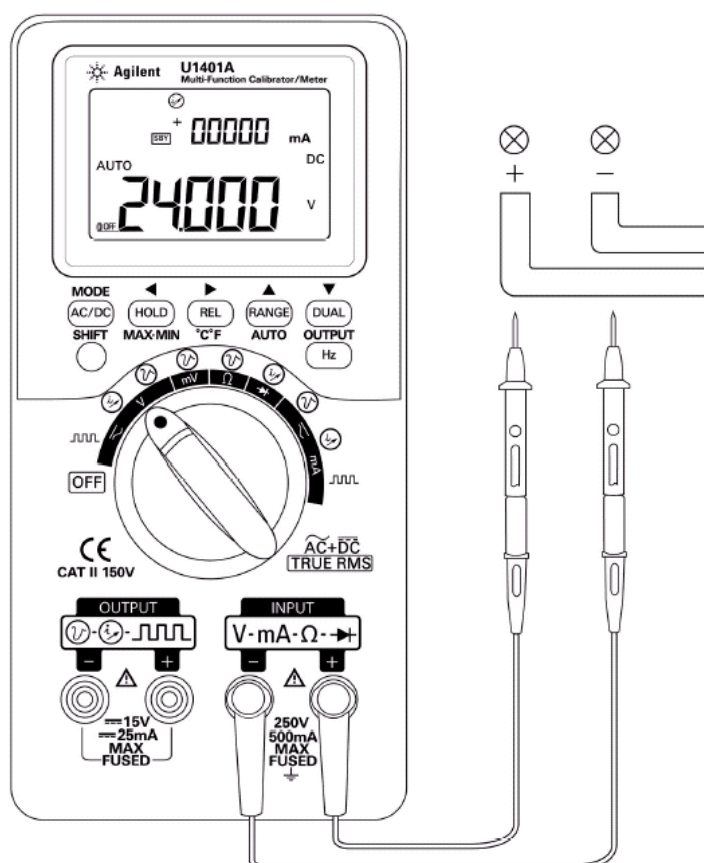


Рис. 3-1 Измерение постоянного напряжения

3.1.2 Измерение переменного напряжения

1. Установите поворотный переключатель в положение $\approx V$.
2. Нажмите кнопку AC/DC , чтобы выбрать измерение переменного (AC) напряжения.
3. Присоедините красный измерительный провод с пробником к входному гнезду "+", а черный измерительный провод с пробником – к входному гнезду "-" (см. рис. 3-2).
4. Присоедините наконечники измерительных проводов к контрольным точкам и смотрите результат измерения на дисплее.

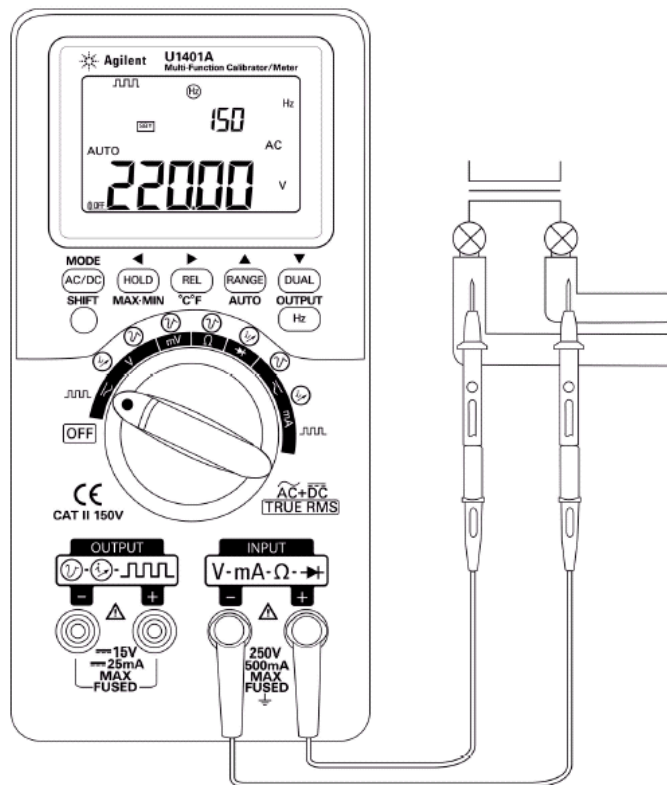


Рис. 3-2 Измерение переменного напряжения

3.2 Измерение тока

3.2.1 Измерение постоянного тока

1. Установите поворотный переключатель в положение $\approx \text{mA}$.
2. Нажмите кнопку AC/DC , чтобы выбрать измерение постоянного (DC) тока.
3. Присоедините красный измерительный провод с пробником к входному гнезду "+", а черный измерительный провод с пробником – к входному гнезду "-".
4. Присоедините наконечники измерительных проводов в разрыв цепи протекания тока и смотрите результат измерения на дисплее (см. рис. 3-3).

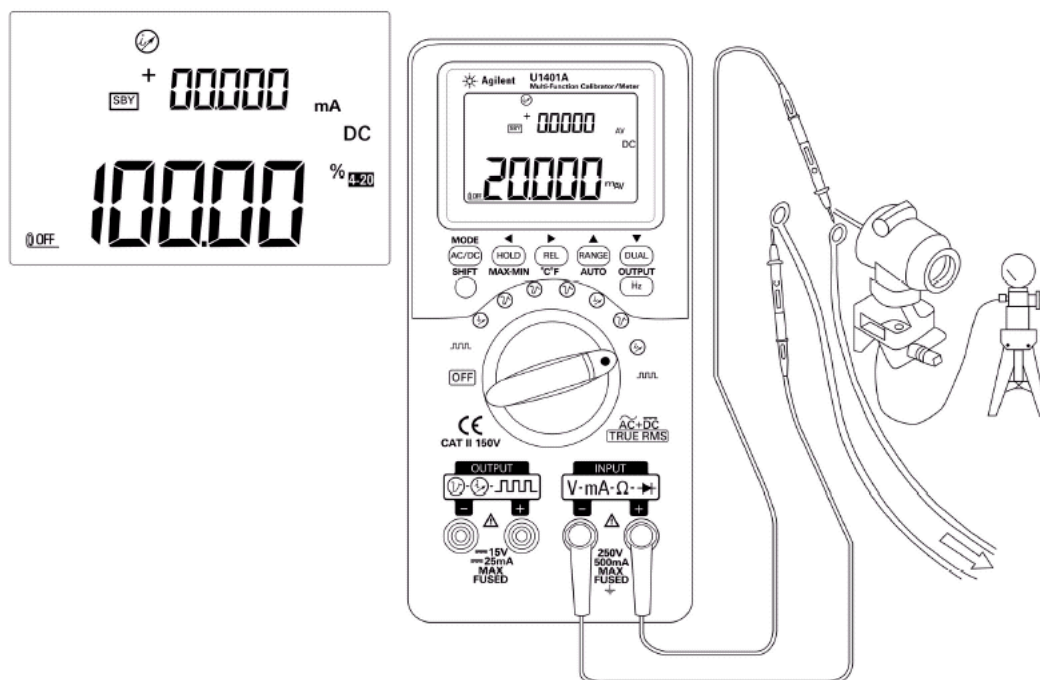


Рис. 3-3 Измерение постоянного тока

3.2.2 Измерение процентного значения постоянного тока

Процентная шкала для диапазона $4 \div 20 \text{ mA}$ или $0 \div 20 \text{ mA}$ вычисляется на основе измеренного значения постоянного тока.

1. Выберите нужный диапазон ($4 \div 20 \text{ mA}$ или $0 \div 20 \text{ mA}$) в режиме Setup.
2. Установите поворотный переключатель в положение $\approx \text{mA}$.
3. Нажмите кнопку AC/DC , чтобы выбрать индикацию процентного значения для измерений постоянного тока.
4. Присоедините красный измерительный провод с пробником к входному гнезду "+", а черный измерительный провод с пробником – к входному гнезду "-".
5. Присоедините наконечники измерительных проводов в разрыв цепи протекания тока и смотрите результат измерения на дисплее. Слева сверху на рис. 3-3 показана индикация процентного значения тока, соответствующего току 20 mA в диапазоне $4 \div 20 \text{ mA}$.

3.3 Измерение температуры

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Не допускайте резких изгибов выводов термопары. Повторяющиеся операции изгиба могут привести к поломке выводов.

Термопарный пробник бусинкового типа пригоден для измерения температуры в диапазоне от -40°C до 204°C в среде, совместимой с тефлоном. За пределами этого температурного диапазона пробник может выделять токсичный газ. Не погружайте термопарный пробник в какую-либо жидкость. Для достижения наилучших результатов применяйте специальные термопарные пробники, предназначенные для конкретных целей – погружной пробник для измерения температуры жидкости или геля, воздушный пробник для измерения температуры воздуха. Соблюдайте следующие указания по выполнению измерений температуры.

- Очистите от загрязнений поверхность объекта измерений и плотно прижмите пробник к поверхности. Не забудьте выключить питание.
- При измерении температуры, превышающей температуру окружающей среды, перемещайте термопару по поверхности, пока не получите максимальное показание температуры.
- При измерении температуры ниже температуры окружающей среды перемещайте термопару по поверхности, пока не получите минимальное показание температуры.
- Обязательно установите движковый переключатель в положение **M** (работа в режиме только измерителя). Установите прибор в рабочую обстановку и подождите не меньше часа для установления теплового равновесия, поскольку прибор использует некомпенсированный адаптер с миниатюрным датчиком температуры. Если вы применяете термопарный пробник, у которого тепловые провода проникают в однополюсные вилки, то достаточно поместить прибор в рабочую обстановку хотя бы на 15 минут для достижения теплового равновесия.
- Для быстрых измерений применяйте компенсацию на 0°C для наблюдения изменений температуры термопарного датчика. Компенсация на 0°C позволяет вам немедленно выполнять относительные измерения.

Чтобы измерить температуру, действуйте следующим образом:

1. Установите движковый переключатель в положение **M**, чтобы отключить выход.
2. Установите поворотный переключатель в положение $\approx \text{mV}$.
3. Нажмите кнопку **REL** и удерживайте ее нажатой дольше секунды, чтобы выбрать измерение температуры.
4. Вставьте во входные гнезда термопарный адаптер с присоединенной к нему термопарой, как показано на рис. 3-4.
5. Прижмите термопарный пробник к поверхности объекта измерений.
6. Смотрите показание на дисплее.

Если вы работаете в условиях непостоянной температуры окружающей среды, действуйте следующим образом:

1. Нажмите кнопку **AC/DC**, чтобы выбрать компенсацию на 0°C . Это позволяет быстро измерять относительную температуру.
2. Сначала держите термопарный пробник вне контакта с поверхностью объекта измерений.
3. После того, как установится показание, нажмите кнопку **REL**, чтобы установить это показание в качестве значения температуры, относительно которого будут выполняться измерения.
4. Прижмите термопарный пробник к поверхности объекта измерений.
5. Смотрите показание относительной температуры.

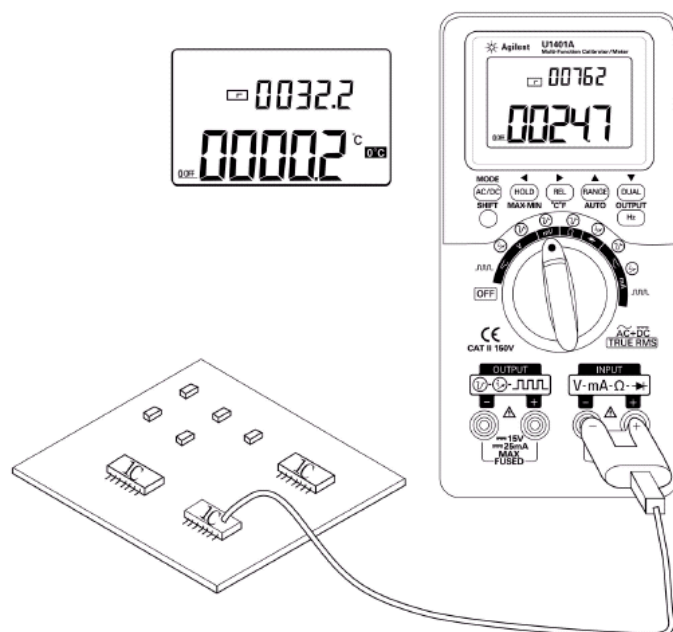


Рис. 3-4 Измерение температуры поверхности

3.4 Измерение сопротивления и "прозвонка" цепей

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Перед измерением сопротивления отсоедините питание измеряемой цепи и разрядите все высоковольтные конденсаторы. Это необходимо для предотвращения повреждения прибора и объекта измерений.

Чтобы измерить сопротивление, действуйте следующим образом:

1. Установите поворотный переключатель в положение Ω .
2. Присоедините красный измерительный провод с пробником к входному гнезду "+", а черный измерительный провод с пробником – к входному гнезду "-".
3. Присоедините наконечники измерительных проводов к выводам измеряемого резистора (или шунта) и смотрите результат измерения на дисплее.

Чтобы выполнить "прозвонку" цепи, нажимайте кнопку , чтобы включить или выключить функцию "прозвонки" с звуковой сигнализацией.

На пределе измерения 500 Ом прибор подает звуковой сигнал, если результат измерения сопротивления окажется ниже 10 Ом. На других пределах измерений прибор подает звуковой сигнал, если результат измерения сопротивления окажется ниже типичных значений, указанных в следующей таблице.

Таблица 3-1 Пределы измерений и пороги звуковой сигнализации

Предел измерения	Пороговое значение сопротивления
500,00 Ом	10 Ом
5,0000 кОм	100 Ом
50,000 кОм	1 кОм
500,00 кОм	10 кОм
5,0000 МОм	100 кОм
50,000 МОм	1 МОм

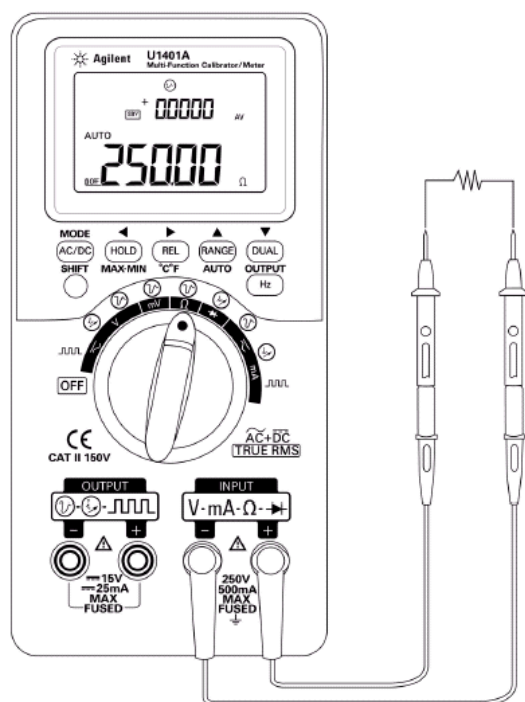


Рис. 3-5 Измерение сопротивления

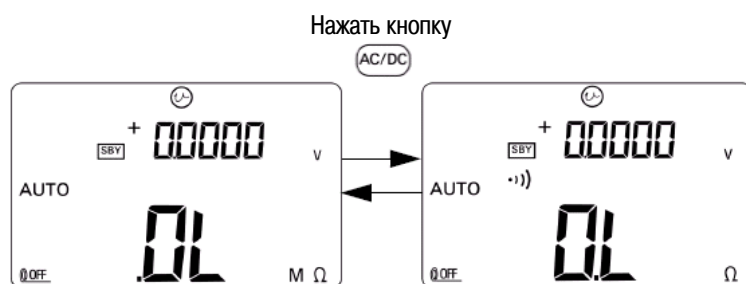


Рис. 3-6 Включение и выключение функции "прозвонки" цепей

3.5 Звуковая предупредительная сигнализация при измерениях

Предупреждение о превышении допустимого напряжения

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

В интересах собственной безопасности не игнорируйте предупредительный звуковой сигнал о превышении допустимого входного напряжения. При появлении предупредительного звукового сигнала немедленно отсоедините измерительные провода от измеряемой цепи.

Звуковой сигнал, предупреждающий о превышении допустимого входного напряжения, подается в режимах ручного и автоматического выбора предела измерений. Прибор подает периодические гудки, как только измеряемое напряжение превысит 251 В. Немедленно отсоедините измерительные провода от измеряемой цепи.

3.6 Математические операции

3.6.1 Динамическая регистрация

Режим динамической регистрации можно применять для обнаружения нерегулярных бросков напряжения или тока, а также для проверки измерительных характеристик прибора без надзора со стороны оператора. В процессе регистрации показаний вы можете заниматься другими делами.

Усредненное показание полезно для устранения разброса результатов измерений нестабильных входных сигналов, для оценки процентного значения времени работы схем, а также для проверки характеристик схем.

Ниже описана рабочая процедура.

1. Нажмите кнопку **MAX•MIN** и удерживайте ее нажатой дольше секунды, чтобы перейти в режим динамической регистрации. Теперь у прибора непрерывно обновляются показания (без фиксации данных на дисплее). На дисплее отображается вспомогательный индикатор **MAX AVG MIN** и текущий (мгновенный) результат измерений.
 - Прибор постоянно вычисляет и обновляет в памяти среднее измеренное значение.
 - Всякий раз при обнаружении нового максимального или минимального значения прибор подает однократный звуковой сигнал.
2. Нажимайте кнопку **MAX•MIN** для циклического переключения индикации максимума, минимума, среднего значения и текущего значения. Для указания характера индицируемого значения появляется вспомогательный индикатор **MAX**, **MIN**, **AVG** или **MAX AVG MIN** (см. рис. 3-7 на следующей странице).
 - Пока вы просматриваете зарегистрированные показания максимального, минимального и среднего значения, прибор продолжает измерения и вычисления с обновлением этих значений.
3. Чтобы выйти из режима динамической регистрации, нажмите кнопку **MAX•MIN** и удерживайте ее нажатой дольше секунды.

ПРИМЕЧАНИЕ

- При возникновении состояния перегрузки останавливается функция усреднения. Вместо зарегистрированного среднего значения индицируется **OL** (overload = перегрузка).
- В режиме динамической регистрации не действует функция автоматического выключения питания. Это индицируется отсутствием на дисплее вспомогательного индикатора **OFF**.
- При выполнении динамической регистрации в режиме автоматического выбора предела измерения показания среднего значения могут быть зарегистрированы на разных пределах.
- Интервал регистрации в режиме ручного выбора предела измерений составляет примерно 0,067 с.
- Среднее значение представляет собой результат усреднения всех значений с момента ввода в действие режима регистрации.

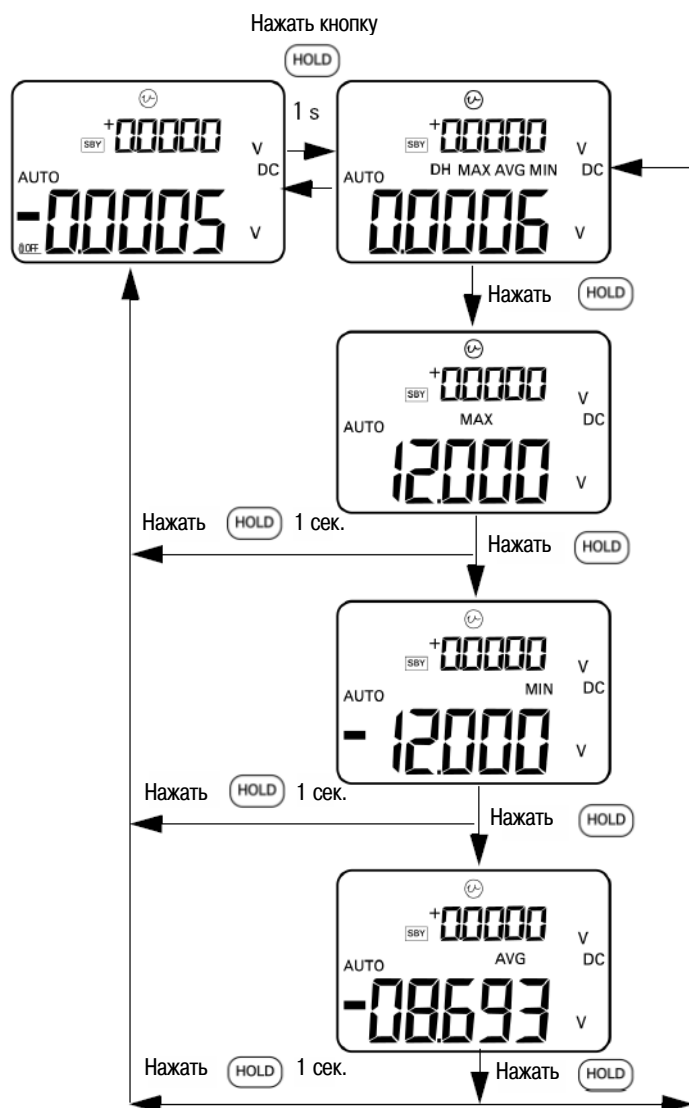


Рис. 3-7 Индикация в режиме динамической регистрации

3.6.2 Функция относительных измерений (обнуление)

Функция относительных измерений вычитает из измеряемого значения занесенный ранее в память результат измерения и индицирует разность.

1. Нажмите кнопку **REL**, чтобы занести в память текущее показание в качестве опорного значения, которое будет вычитаться из результатов последующих измерений. На дисплее появляется вспомогательный индикатор Δ .
2. Режим относительных измерений можно задействовать как при ручном, так и при автоматическом выборе предела измерений, однако это невозможно сделать, если в качестве текущего показания индицируется перегрузка (**OL**).
3. Чтобы выйти из режима относительных измерений, нажмите кнопку **REL**.

Функцию относительных измерений можно применять в следующих случаях:

- В режиме измерения сопротивления индицируется отличное от нуля значение, если замкнуть между собой измерительные провода. Это обусловлено сопротивлением измерительных проводов. Для обнуления показания можно пользоваться функцией относительных измерений.
- При измерении постоянного напряжения температурный дрейф нуля приводит к снижению точности. Для обнуления прибора пользуйтесь функцией относительных измерений. Замкните между собой измерительные провода и нажмите кнопку **REL**, когда установится стабильное показание.

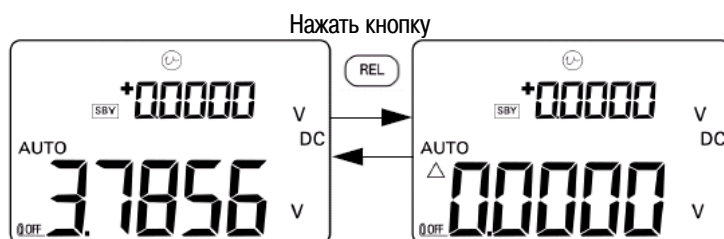


Рис. 3-8 Индикация в режиме относительных измерений

3.7 Операции запуска

3.7.1 Фиксация данных (ручной запуск)

Режим фиксации данных позволяет вам зафиксировать индикацию результата измерения.

1. Нажмите кнопку **HOLD**, чтобы зафиксировать текущее показание и перейти в режим ручного запуска. На дисплее появляется вспомогательный индикатор **DH**.
2. Снова нажмите эту кнопку, чтобы запустить следующее измерение и обновить показание. Перед обновлением показания коротко мигает индикатор **DH**.
3. Чтобы выйти из этого режима, нажмите кнопку **HOLD** и удерживайте ее нажатой дольше секунды.



Рис. 3-9 Индикация в режиме фиксации данных

Авторское право компании Agilent Technologies распространяется на все содержание данного руководства по эксплуатации и защищено национальным и международным законодательством об авторском праве. Содержание этого руководства не может быть скопировано, воспроизведено, опубликовано, запущено, напечатано, изменено, предоставлено целиком или по частям без получения предварительного письменного разрешения от компании Agilent Technologies. Российское представительство Agilent Technologies: Тел.: +7 495 7973900, e-mail: tmo_russia@agilent.com



**НАУЧНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**
ГРУППА КОМПАНИЙ

3.7.2 Фиксация данных с обновлением (автоматический запуск)

В этом режиме фиксируется показание, пока результат измерения не изменится на определенное число единиц индикации в младших разрядах. Тогда производится автоматический запуск и обновляется показание. Когда на дисплее появляется индикация нового значения, подается звуковой сигнал.

1. Убедитесь в том, что режиме настройки (Setup) задействован режим фиксации данных с обновлением.
2. Нажмите кнопку , чтобы перейти в режим фиксации данных с обновлением.
 - Фиксируется текущее показание и на дисплее появляется вспомогательный индикатор **ДН**.
 - Прибор готов к фиксации нового показания, который появится, как только отклонение результата измерений от прежнего значения превысит заданное число единиц индикации в младших разрядах (это устанавливается в режиме настройки). Пока прибор находится в состоянии ожидания нового стабильного показания, мигает вспомогательный индикатор **ДН**.
 - Вспомогательный индикатор **ДН** перестает мигать, как только появится новый стабильный результат измерений, который выводится на индикацию. При этом подается звуковой сигнал.
3. Чтобы выйти из этого режима, нажмите кнопку .

При измерении напряжения и тока зафиксированное на дисплее показание не будет обновляться, если изменение результата измерений составляет меньше 500 единиц индикации. При измерении сопротивления и при проверке диодов зафиксированное на дисплее показание не будет обновляться, если возникает состояние перегрузки (**OL**) или состояние разомкнутой цепи. При всех измерениях зафиксированное на дисплее показание не будет обновляться, если не будет достигнут стабильный результат измерений.

3.7.3 Функция фиксации пикового значения (1 ms peak hold)

Эта функция обеспечивает измерение пикового напряжения для анализа таких компонентов, как силовые распределительные трансформаторы и конденсаторы коррекции коэффициента мощности. Измеренное пиковое напряжение может быть использовано для определения коэффициента формы (пик-фактора).

Пик-фактор = пиковое значение / истинное среднеквадратическое значение

Чтобы измерить пиковое значение напряжения за полупериод, действуйте следующим образом:

1. Нажмите кнопку **(AC/DC)** и удерживайте ее нажатой дольше секунды, чтобы включить или выключить функцию фиксации пикового значения (кнопка работает как переключатель поочередного действия).
2. Нажмите кнопку **(HOLD)**, чтобы вывести на индикацию положительное или отрицательное пиковое значение напряжения после ввода в действие режима измерения пикового значения. Вспомогательный индикатор **DH MAX** указывает положительное пиковое значение, а индикатор **DH MIN** – отрицательное пиковое значение (см. рис. 3-10).
3. Если индицируется перегрузка (**OL**), нажмите кнопку **(RANGE)**, чтобы изменить предел измерения, и снова запустите измерение пикового значения.
4. Когда задействован режим фиксации пикового значения, вы можете в любой момент нажать кнопку **(DUAL)** для перезапуска измерения пикового значения.

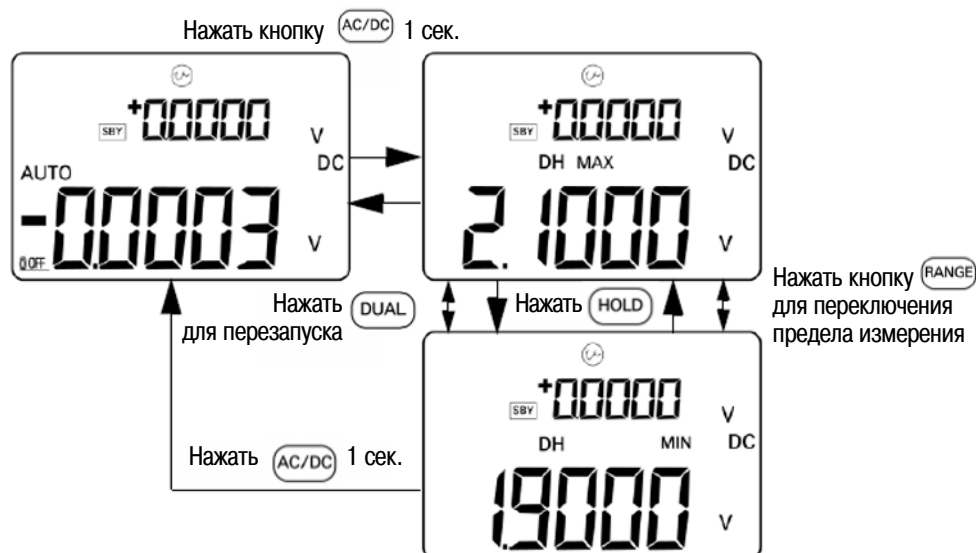


Рис. 3-10 Индикация в режиме фиксации пикового значения

4 Изменение принятых по умолчанию установок параметров

В этой главе описано, как изменить принятые по умолчанию установки параметров прибора U1401A/B.

4.1 Переход в режим настройки

Чтобы перейти в режим настройки (Setup), действуйте следующим образом:

1. Выключите прибор.
2. Нажмите кнопку **AC/DC** и, удерживая ее нажатой, переведите поворотный переключатель из положения OFF в любое другое положение.

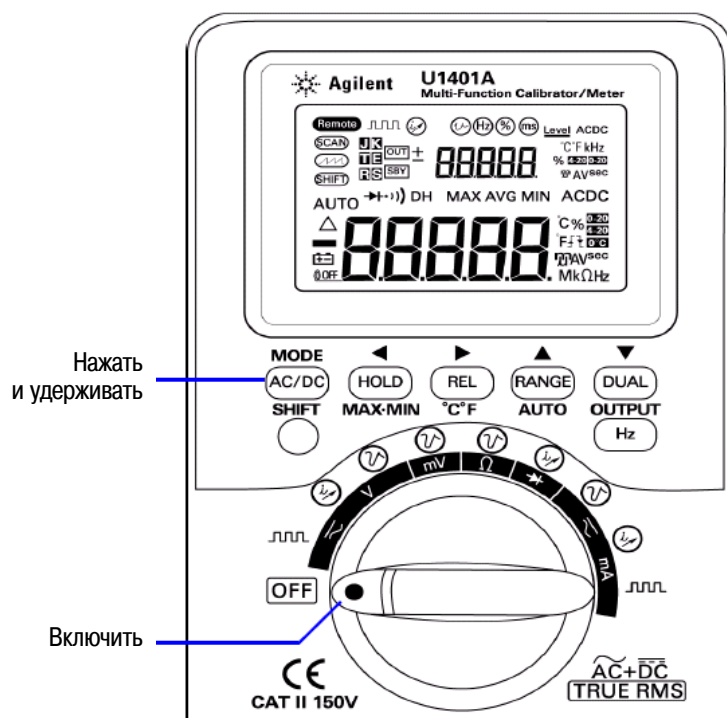


Рис. 4-1 Переход в режим настройки

3. Чтобы сконфигурировать некоторый пункт меню в режиме настройки, действуйте, как описано ниже:
 - а) Нажимайте кнопки ◀ и ▶ для прокрутки имеющихся пунктов меню.
 - б) Нажимайте кнопки ▲ и ▼, чтобы изменить или выбрать установку. Варианты выбора перечислены в таблице 4-1 на следующей странице.
 - в) Чтобы занести изменения в память, нажмите кнопку **Hz**. Эти параметры сохраняются в постоянной (энергонезависимой) памяти.
4. Чтобы выйти из режима настройки, нажмите кнопку **SHIFT** и удерживайте ее нажатой дольше одной секунды.

4.2 Возможные варианты установки параметров

Таблица 4-1 Варианты установки параметров и принятые по умолчанию заводские установки

Пункты меню		Варианты установки параметров		Заводская установка
Дисплей	Описание	Дисплей	Описание	
rhoLd	Фиксация данных / фиксация данных с обновлением	OFF	Включение режима фиксации данных (ручной запуск)	OFF
		100 ÷ 1000	Установка отклонения (числа единиц индикации), при превышении которого происходит обновление индикации (автоматический запуск)	
tEMP	Температура ¹⁾	• d-C • d-CF • d-F • d-FC	Выбор единицы измерения температуры. Здесь можно выбрать одну из четырех комбинаций: • только °C • °C / °F • только °F • °F / °C	d-C
bEEP	Звуковой сигнал	4800 Hz, 2400 Hz, 1200 Hz, 600 Hz	Установка частоты тонального сигнала	4800 Hz
		OFF	Выключение звуковой сигнализации	
FrEq	Измерение минимальной частоты	0.5 Hz, 1 Hz, 2 Hz	Установка минимальной частоты, которая может быть измерена прибором	0.5 Hz
PECnt	Процентная шкала	4–20 mA 0–20 mA	Выбор диапазона для индикации процентного значения	4–20 mA
Print	Печать	On или OFF	ON: разрешение автоматической непрерывной передачи данных на компьютер	OFF
Echo	Отклик	On или OFF	ON: разрешение возврата символов на компьютер при дистанционном взаимодействии	OFF
dAtAb	Количество битов данных	8 bit или 7 bit (кол-во стоповых битов всегда 1)	Установка битовой длины данных для дистанционного взаимодействия с компьютером (дистанционное управление)	8 bit
PArTY	Контроль четности	En, odd или nonE	Установка контроля четности (чет, нечет, нет) для дистанционного взаимодействия с компьютером (дистанционное управление)	nonE
bAud	Скорость передачи данных	2400 Hz, 4800 Hz, 9600 Hz, 19200 Hz	Установка скорости передачи данных для дистанционного взаимодействия с компьютером (дистанционное управление)	9600 Hz
bLit	Таймер подсветки дисплея	1 ÷ 99 s	Установка таймера для автоматического выключения подсветки ЖК дисплея	30 секунд
		OFF	Отмена автоматического выключения подсветки ЖК дисплея	
AoFF	Автоматическое выключение питания	1 ÷ 99 min	Установка таймера для автоматического выключения питания	15 минут
		OFF	Отключение функции автоматического выключения питания	

1) Меню измерения температуры можно видеть на дисплее и выбирать только тогда, когда включен режим дополнительных функций кнопок. Чтобы получить доступ к пунктам меню измерения температуры, нажмите кнопку **SHIFT** и удерживайте ее нажатой дольше секунды.

5 Примеры применения прибора

В этой главе описаны некоторые примеры применения прибора U1401A/B.

5.1 Режим источника для вывода тока $0 \div 20$ мА или $4 \div 20$ мА

Этот прибор обеспечивает возможность вывода неизменного тока, однократной ступенчатой развертки тока и двухтактной линейно-ступенчатой развертки тока для тестирования токовых контуров $0 \div 20$ мА и $4 \div 20$ мА.

Режим источника можно использовать для подачи тока в пассивную цепь, какой является токовый контур без питания.

1. Установите поворотный переключатель в положение .
2. Присоедините красный провод с зажимом "крокодил" к выходному гнезду "+", а черный провод с зажимом "крокодил" – к выходному гнезду "-".
3. Присоедините красный и черный зажимы типа "крокодил" к токовому контуру. Следите за соблюдением полярности.
4. Нажмите кнопку **SHIFT** для обращения к дополнительным функциям кнопок. На дисплее появляется вспомогательный индикатор .
5. Установите уровень выхода на $+08.000$ мА, чтобы получить показание 25% шкалы для диапазона $4 \div 20$ мА.
6. Нажмите кнопку **OUTPUT**, чтобы включить выход источника. На дисплее появляется вспомогательный индикатор .

Вы можете применять функцию однократной ступенчатой развертки (Autoscan) для тестирования токового контура с различными уровнями тока. Информация о принятых по умолчанию установках параметров этой функции содержится в подразделе 2.4.1.

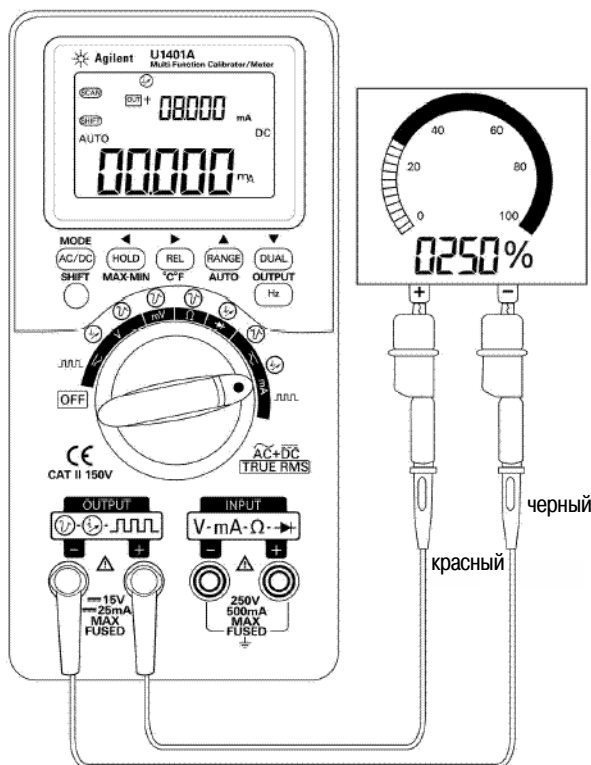


Рис. 5-1 Тестирование токового контура $4 \div 20$ мА в режиме источника

5.2 Режим имитации измерительного преобразователя для вывода тока

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Для выполнения этой имитации всегда пользуйтесь специальным желтым измерительным проводом, который входит в комплект поставки.

Прежде чем пользоваться поворотным переключателем для изменения функции или для выключения прибора, отсоединяйте измерительный провод от токового контура. Несоблюдение этого указания приведет к подаче тока не менее 16 мА в присоединенный контур с нагрузкой 250 Ом.

В режиме имитации прибор имитирует первичный измерительный преобразователь в токовом контуре. В этом режиме следует включить последовательно с токовым контуром внешний источник постоянного напряжения 24 В или 12 В. Обязательно пользуйтесь специальным желтым измерительным проводом. Действуйте следующим образом:

1. Установите поворотный переключатель в любое из положений $\sim \text{mA}$ / mA или $\sim \text{V}$ / V .
2. Присоедините специальный желтый измерительный провод между выходным гнездом "+" прибора и положительным выводом измерительного устройства в токовом контуре (см. рис. 5-2).
3. Присоедините черный провод с зажимом типа "крокодил" между клеммой **COM** источника питания токового контура и отрицательным выводом измерительного устройства в токовом контуре.
4. Присоедините красный провод с зажимом типа "крокодил" между выходным гнездом "-" прибора и положительной клеммой источника питания токового контура. Следите за соблюдением полярности.
5. Установите уровень выходного тока калибратора в интервале между 0 мА и 20 мА. Не устанавливайте отрицательное значение выходного тока.
6. Нажмите кнопку **OUTPUT**, чтобы подать на выход испытательный ток.

Это соединение можно применять для любого напряжения в токовом контуре от 12 В до 30 В.

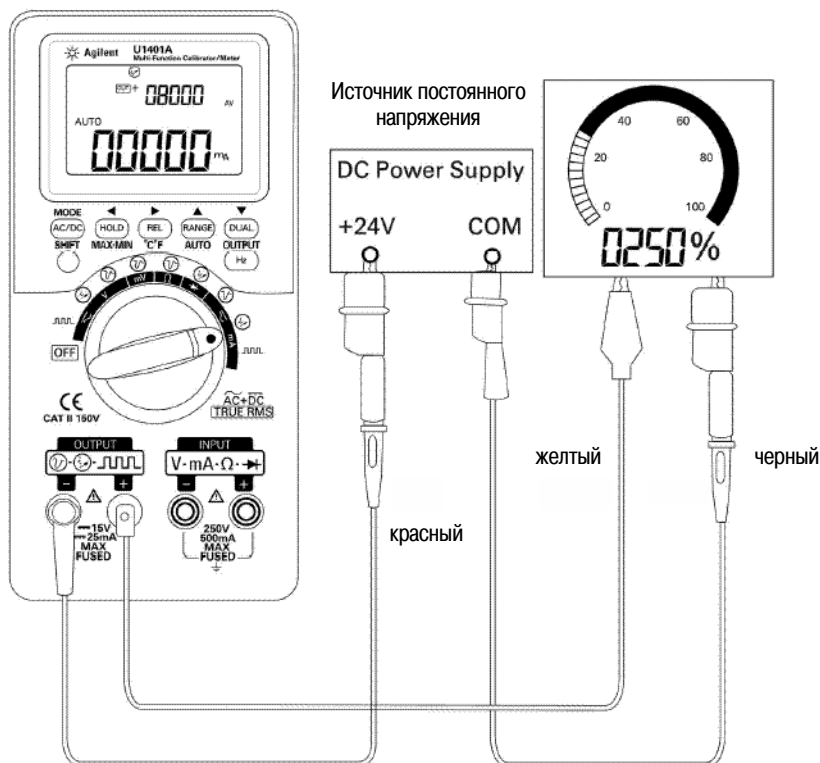


Рис. 5-2 Имитация токового выхода

5.2.1 Имитация двухпроводного измерительного преобразователя в токовом контуре

Специальный желтый измерительный провод, прилагаемый к прибору U1401A/B, можно использовать для имитации двухпроводного измерительного преобразователя. Этот провод используется вместо красного провода (которым пользуются в большинстве применений). Он защищает прибор от высокого напряжения в контуре и обеспечивает преимущество использования одних и тех же двух выходных гнезд для всех применений.

1. Установите поворотный переключатель в одно из положений $\sim \text{mA}$ / mA или $\sim \text{V}$ / V .
2. Присоедините специальный желтый измерительный провод между выходным гнездом "+" прибора и входным выводом измерительного устройства в токовом контуре (см. рис. 5-3).
3. Присоедините черный провод с зажимом типа "крокодил" между выходным гнездом "-" прибора и источником возбуждения токового контура. Следите за соблюдением полярности.
5. Установите уровень выходного тока в интервале между 0 мА и 20 мА. Не устанавливайте отрицательное значение выходного тока.
6. Нажмите кнопку **OUTPUT**, чтобы подать на выход испытательный ток.

Это соединение можно применять для любого напряжения в токовом контуре от 12 В до 30 В.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Не прикладывайте между выходными гнездами прибора внешнее напряжение свыше 30 В.

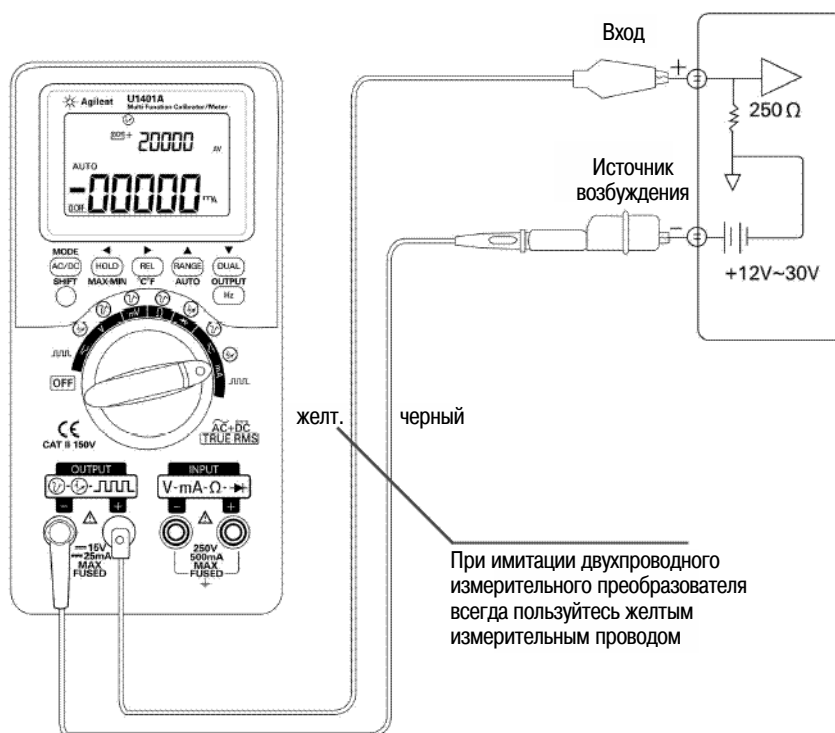


Рис. 5-3 Применение желтого измерительного провода при имитации двухпроводного измерительного преобразователя

5.3 Измерение выходного сигнала датчика давления

Чтобы измерить выходной сигнал датчика давления, действуйте следующим образом:

1. Установите поворотный переключатель в положение $\sim \text{mV}$.
2. Присоедините красный измерительный провод с пробником к входному гнезду "+", а черный измерительный провод с пробником – к входному гнезду "-".
3. Присоедините наконечники измерительных проводов к выводам датчика (см. рис. 5-4) и смотрите показание на дисплее.

Таблица 5-1 Типичные диапазоны давления и максимальные значения выходного напряжения у датчиков давления с выходным сигналом милливольтового диапазона

Диапазон давления	Максимальное выходное напряжение
0 PSIG ÷ 5 PSIG	50 мВ
0 PSIG ÷ 15 PSIG	100 мВ
0 PSIG ÷ 30 PSIG	80 мВ
0 PSIG ÷ 60 PSIG	60 мВ
0 PSIG ÷ 100 PSIG	100 мВ
0 PSIG ÷ 150 PSIG	60 мВ

Примечание: PSIG = фунт-сила/дюйм². 1 PSIG = 6,89 кПа.

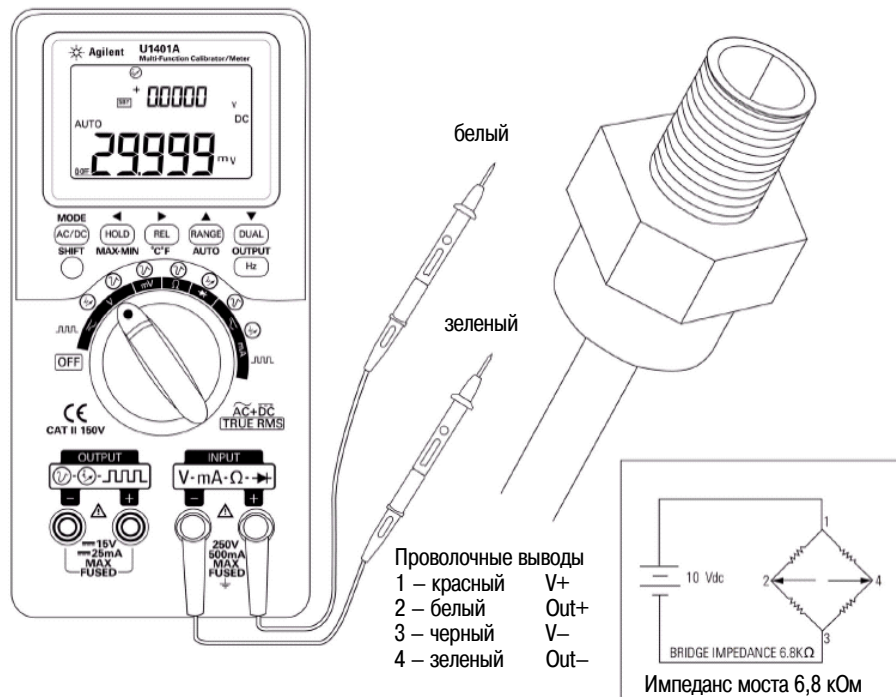


Рис. 5-4 Измерение выходного сигнала датчика давления

5.4 Проверка стабилитронов

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Во избежание повреждения прибора отсоедините питание схемы и разрядите все высоковольтные конденсаторы перед тем, как приступить к проверке диодов.

Проверку стабилитронов выполняют следующим образом:

1. Установите поворотный переключатель в положение $\approx V / \text{diode}$.
2. Присоедините красный провод с зажимом типа "крокодил" к выходному гнезду "+" и к положительному выводу (аноду) стабилитрона, как показано на рис. 5-5.
3. Присоедините черный провод с зажимом типа "крокодил" к выходному гнезду "-" и к отрицательному выводу (катоду) стабилитрона.
4. Присоедините к входным гнездам красный и черный измерительные провода с пробниками.
5. Подайте на выход постоянный ток +1 мА, затем измерьте прямое напряжение на стабилитроне.
6. Подайте на выход постоянный ток –1 мА, затем измерьте напряжение пробоя стабилитрона.

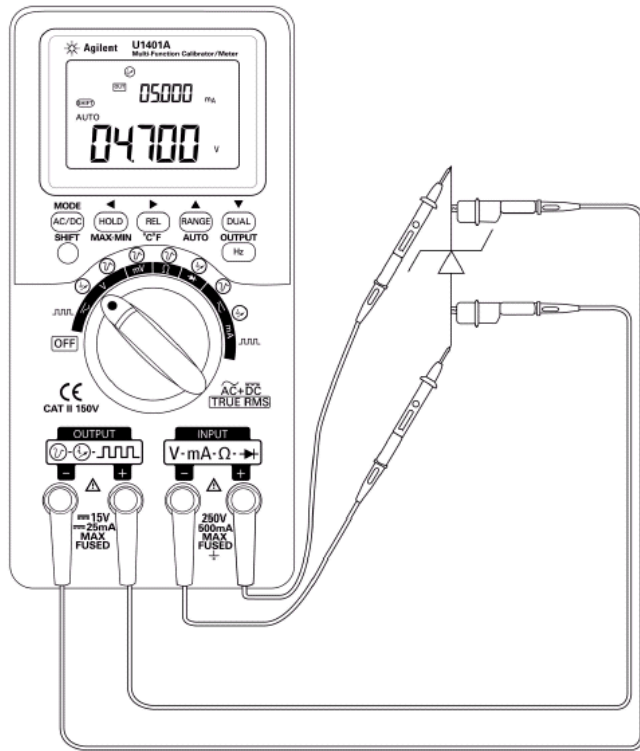


Рис. 5-5 Проверка стабилитрона

5.5 Проверка диодов

Исправный диод должен пропускать ток только в одном направлении.

Для выполнения проверки диода выключите питание схемы, отсоедините диод от схемы и действуйте, как описано ниже.

1. Установите поворотный переключатель в положение  / .
2. Присоедините красный измерительный провод с пробником к входному гнезду "+", а черный измерительный провод с пробником – к входному гнезду "-".
3. Присоедините пробник красного провода к положительному выводу (аноду) диода, а пробник черного провода – к отрицательному выводу (катоде) диода. Измерьте прямое напряжение на диоде.

ПРИМЕЧАНИЕ

Со стороны катода на корпус диода нанесены полоски маркировки.

4. Поменяйте местами присоединение измерительных проводов к выводам диода и снова измерьте напряжение.
5. В зависимости от результатов этих измерений можно сделать следующие выводы:
 - Исправный диод: Прямое падение напряжения на диоде, измеренное в пункте 3, находится обычно в пределах от 0,3 В до 0,8 В (индикация этого напряжения сопровождается звуковым сигналом). Прибор может показывать падение напряжения на диоде примерно до 2,1 В. В пункте 4 индицируется **OL**.
 - Диод пробит: В обоих направлениях индицируется близкое к нулю падение напряжения; при этом прибор подает непрерывный звуковой сигнал.
 - "Сгоревший" диод: В обоих направлениях индицируется **OL** (обрыв цепи).



Рис. 5-6 Проверка диода

Авторское право компании Agilent Technologies распространяется на все содержание данного руководства по эксплуатации и защищено национальным и международным законодательством об авторском праве. Содержание этого руководства не может быть скопировано, изменено, воспроизведено, опубликовано, запатентовано, передано или предоставлено третьим лицам без предварительного письменного разрешения от компании Agilent Technologies. Российское представительство Agilent Technologies: e-mail: trmo_russia@agilent.com, Tel.: +7 495 7973900.



**НАУЧНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**
ГРУППА КОМПАНИЙ

5.6 Проверка биполярных транзисторов

Биполярный транзистор обычно имеет три вывода – эмиттер (Э), база (Б) и коллектор (К). Биполярные транзисторы бывают двух типов проводимости – типа PNP и типа NPN. Рекомендуется получить специальный листок технических данных от изготовителя. Вы можете пользоваться прибором U1401A/B для определения типа проводимости и назначения выводов биполярного транзистора, как описано ниже.

1. Установите поворотный переключатель в положение .
2. Присоедините красный измерительный провод к входному гнезду "+", а черный измерительный провод – к входному гнезду "-". На гнезде "+" действует положительное испытательное напряжение.
3. В данном примере мы работаем с биполярным транзистором в корпусе TO-92 (см. рис. 5-7).

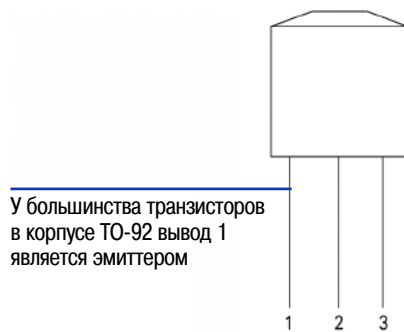


Рис. 5-7 Транзистор в корпусе TO-92

4. Присоедините красный измерительный провод к выводу 1, а черный измерительный провод – к выводу 2. Если на дисплее индицируется **OL**, поменяйте местами присоединение измерительных проводов. Если на дисплее снова индицируется **OL**, то можно предположить, что это выводы эмиттера и коллектора. Тогда вывод 3 является базой. Обязательно выясните прежде всего, какой из выводов транзистора является базой. Обращайтесь к таблице 5-2.

Таблица 5-2 Определение вывода базы по результатам проверки

Выводы транзистора	Пробники		База
	Красный/черный	Черный/красный	
1–2	OL	OL	3
1–3	OL	OL	2
2–3	OL	OL	1

5. Присоедините красный измерительный провод к выводу базы, а черный измерительный провод – поочередно к двум остальным выводам. Запишите показания прибора.
6. Повторите операции по пункту 5, но поменяйте местами присоединение красного и черного измерительного провода. Запишите показания прибора.
7. Теперь можно определить тип проводимости транзистора и назначение его выводов, обращаясь к таблицам 5-3, 5-4 и 5-5. Напряжение между базой и эмиттером V_{be} всегда больше напряжения между базой и коллектором V_{bc} . У большинства транзисторов в корпусе TO-92 вывод 1 является эмиттером. Рекомендуется сверить результаты ваших измерений с листком технических данных от изготовителя транзистора.

Таблица 5-3 Тип проводимости и назначение выводов, если базой является вывод 3

Измерительные провода	Выводы транзистора		Выводы ($V_{be} > V_{bc}$)	Тип проводимости
	3–1	3–2		
Красный/черный	0,6749 В	0,6723 В	ЭКБ	NPN
	0,6723 В	0,6749 В	КЭБ	NPN
Черный/красный	0,6749 В	0,6723 В	ЭКБ	PNP
	0,6723 В	0,6749 В	КЭБ	PNP

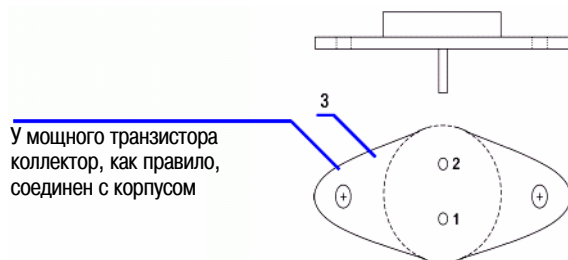
Таблица 5-4 Тип проводимости и назначение выводов, если базой является вывод 2

Измерительные провода	Выводы транзистора		Выводы ($V_{be} > V_{bc}$)	Тип проводимости
	2–1	2–3		
Красный/черный	0,6749 В	0,6723 В	ЭБК	NPN
	0,6723 В	0,6749 В	КБЭ	NPN
Черный/красный	0,6749 В	0,6723 В	ЭБК	PNP
	0,6723 В	0,6749 В	КБЭ	PNP

Таблица 5-5 Тип проводимости и назначение выводов, если базой является вывод 1

Измерительные провода	Выводы транзистора		Выводы ($V_{be} > V_{bc}$)	Тип проводимости
	1–2	1–3		
Красный/черный	0,6749 В	0,6723 В	БЭК	NPN
	0,6723 В	0,6749 В	БКЭ	NPN
Черный/красный	0,6749 В	0,6723 В	БЭК	PNP
	0,6723 В	0,6749 В	БКЭ	PNP

На рис. 5-8 показан внешний вид мощного транзистора в распространенном корпусе ТО-3. Здесь покажем на примере, как определить тип проводимости и назначение выводов у мощного кремниевого NPN-транзистора 2N3055.

**Рис. 5-8** Транзистор в корпусе ТО-3

Согласно описанной выше процедуре определяем, что базой является вывод 2.

Таблица 5-6 Тип проводимости и назначение выводов, если базой является вывод 2

Измерительные провода	Выводы транзистора		Выводы ($V_{be} > V_{bc}$)	Тип проводимости
	2–1	2–3		
Красный/черный	0,5702 В	0,5663 В	ЭБК	NPN

5.6.1 Определение параметра транзистора h_{fe}

Параметр h_{fe} представляет собой коэффициент усиления тока в схеме с общим эмиттером.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы хотите получить правильные результаты, установите значения напряжения питания V_{DD} и тока базы I_B согласно указаниям изготовителя транзистора.

Транзистор типа NPN

1. Установите поворотный переключатель в положение $\sim \text{mA} / \text{mA}$.
2. Присоедините базу транзистора к выходному гнезду "+".
3. Присоедините эмиттер к выходному гнезду "-" и к отрицательному выводу источника постоянного напряжения (у которого установлено необходимое значение V_{DD}).
4. Присоедините коллектор к входному гнезду "-".
5. Соедините через резистор положительный вывод источника постоянного напряжения с входным гнездом "+".
6. Подайте на выход постоянный ток +1,000 мА (это ток базы I_B).
7. На дисплее индицируется значение тока коллектора I_C .

Транзистор типа PNP

1. Установите поворотный переключатель в положение $\sim \text{mA} / \text{mA}$.
2. Присоедините базу транзистора к выходному гнезду "+".
3. Присоедините эмиттер к выходному гнезду "-" и к положительному выводу источника постоянного напряжения (у которого установлено необходимое значение V_{DD}).
4. Присоедините коллектор к входному гнезду "-".
5. Соедините через резистор отрицательный вывод источника постоянного напряжения с входным гнездом "+".
6. Подайте на выход постоянный ток -0,500 мА (это ток базы I_B).
7. На дисплее индицируется значение тока коллектора I_C .

Коэффициент усиления тока в схеме с общим эмиттером вычисляется как отношение тока коллектора I_C к току базы I_B .

$$h_{fe} = I_C / I_B = 152$$

I_B – источник тока

$$h_{fe} = I_C / I_B = 300$$

I_C – показание измерителя

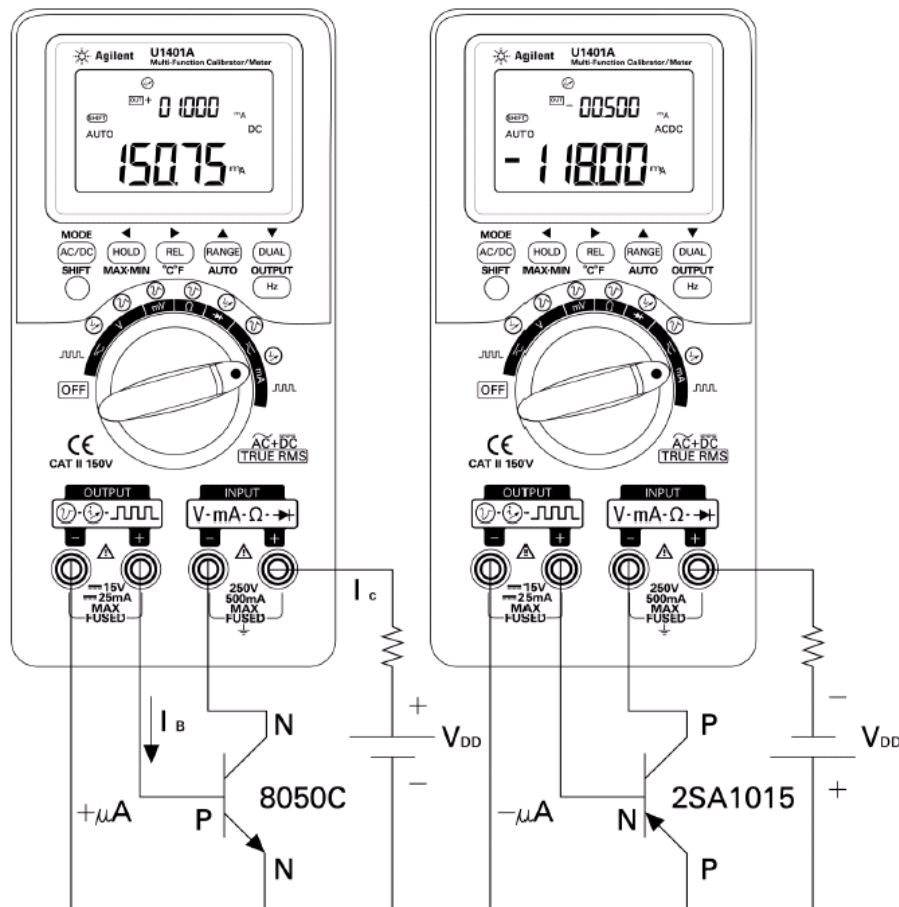


Рис. 5-9 Определение параметра транзистора h_{fe}

5.7 Проверка ключевых параметров полевого транзистора с управляющим р-п-переходом

Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом (JFET) имеет три вывода – сток (D), затвор (G) и исток (S). Эти полевые транзисторы бывают двух типов в зависимости от проводимости канала – с каналом типа р и с каналом типа n. Рекомендуется получить специальный листок технических данных от изготовителя. Вы можете пользоваться прибором U1401A/B для определения типа проводимости полевого транзистора, как описано ниже.

1. Установите поворотный переключатель в положение Ω .
2. Присоедините красный измерительный провод к входному гнезду "+", а черный измерительный провод – к входному гнезду "-". На гнезде "+" действует положительное испытательное напряжение.
3. В данном примере мы работаем с полевым транзистором в корпусе TO-92 (см. рис. 5-10).

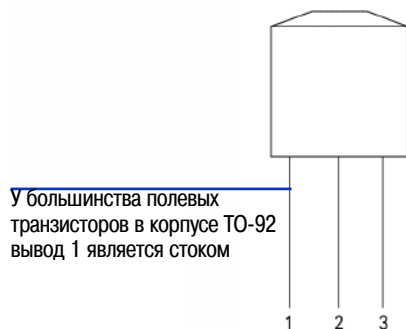


Рис. 5-10 Полевой транзистор в корпусе TO-92

4. Присоедините красный измерительный провод к выводу 1, а черный измерительный провод – к выводу 2. Посмотрите показание прибора. Затем поменяйте местами присоединение измерительных проводов и снова посмотрите показание прибора. Если оба показания не превышают 1 кОм, то можно предположить, что это выводы стока и истока. Тогда вывод 3 является затвором. Обязательно выясните в первую очередь, какой из выводов полевого транзистора является затвором (см. таблицу 5-7).

Таблица 5-7 Определение вывода затвора по результатам проверки

Выводы	Измерительные провода		Затвор
	Красный/черный	Черный/красный	
1–2	< 1 кОм	< 1 кОм	3
1–3	< 1 кОм	< 1 кОм	2
2–3	< 1 кОм	< 1 кОм	1

Вы можете определить тип канала полевого транзистора, измеряя сопротивление между стоком и истоком R_{DS} при подаче смещения от источника постоянного напряжения. Обычно оба типа каналов открыты (включены) при нулевом напряжении между затвором и истоком V_{GS} .

5. Присоедините к стоку пробник красного входного измерительного провода.
6. Присоедините к истоку пробник черного входного измерительного провода.
7. Присоедините к затвору через резистор 100 кОм зажим типа "крокодил" красного выходного провода. Присоедините зажим типа "крокодил" черного выходного провода к пробнику черного входного измерительного провода.

Если значение R_{DS} увеличивается при отрицательном напряжении V_{GS} , то это n-канальный полевой транзистор. Если наоборот, значение R_{DS} увеличивается при положительном напряжении V_{GS} , то это р-канальный полевой транзистор.

Измерение напряжения отсечки n-канального полевого транзистора

Чтобы определить напряжение отсечки n-канального полевого транзистора, действуйте следующим образом:

1. Присоедините к стоку пробник красного входного измерительного провода.
2. Присоедините к истоку пробник черного входного измерительного провода.
3. Присоедините к затвору через резистор 100 кОм зажим типа "крокодил" красного выходного провода. Присоедините зажим типа "крокодил" черного выходного провода к пробнику черного входного измерительного провода.
4. Постепенно изменяйте выходное напряжение с +00.000 В до -15.000 В. Соответственно будет увеличиваться значение R_{DS} (см. рис. 5-11).
5. Определите значение напряжения, при котором показание сопротивления обращается в **OL**. Это напряжение соответствует напряжению отсечки n-канального полевого транзистора.

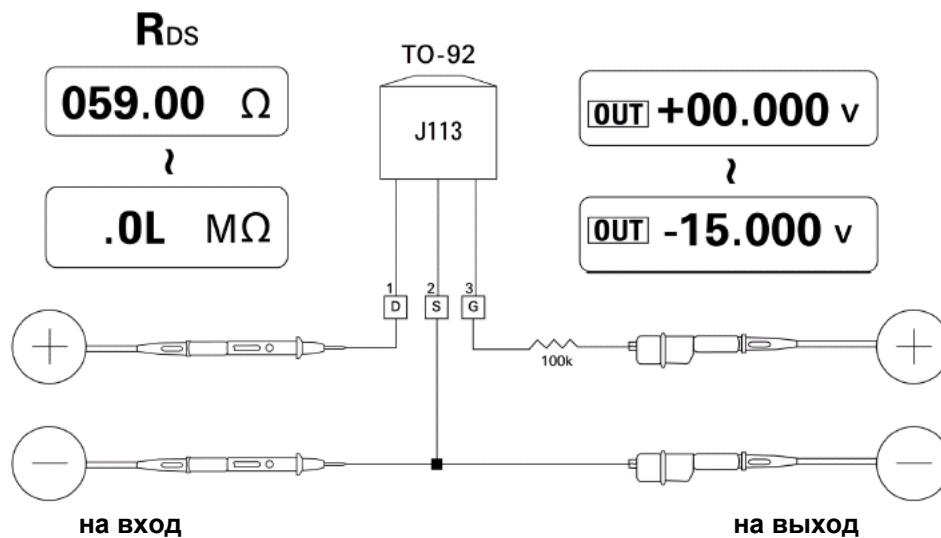


Рис. 5-11 Измерение напряжения отсечки n-канального полевого транзистора

Измерение напряжения отсечки р-канального полевого транзистора

Чтобы определить напряжение отсечки р-канального полевого транзистора, действуйте следующим образом:

1. Присоедините к стоку пробник красного входного измерительного провода.
2. Присоедините к истоку пробник черного входного измерительного провода.
3. Присоедините к затвору через резистор 100 кОм зажим типа "крокодил" красного выходного провода. Присоедините зажим типа "крокодил" черного выходного провода к пробнику черного входного измерительного провода.
4. Постепенно изменяйте выходное напряжение с +00.000 В до +15.000 В. Соответственно будет увеличиваться значение R_{DS} (см. рис. 5-12).
5. Определите значение напряжения, при котором показание сопротивления обращается в **OL**. Это напряжение соответствует напряжению отсечки р-канального полевого транзистора.

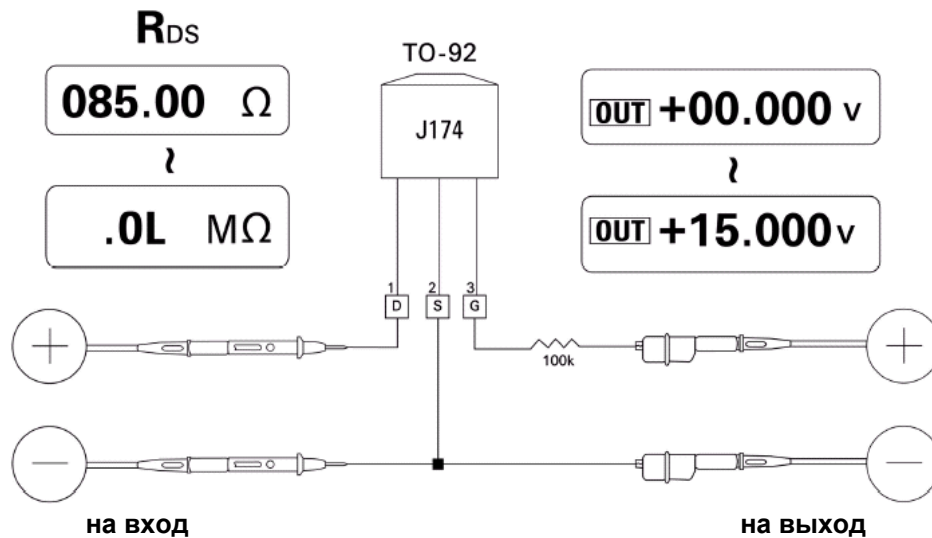


Рис. 5-12 Измерение напряжения отсечки р-канального полевого транзистора

5.8 Проверка операционных усилителей

Идеальный операционный усилитель обладает следующими характеристиками:

- Бесконечное усиление
- Бесконечный входной импеданс
- Бесконечная полоса пропускания (от нуля до бесконечности)
- Нулевой выходной импеданс
- Нулевое напряжение смещения и нулевой входной ток

Существует два базовых способа включения операционного усилителя с обратной связью. Первый способ – это инвертирующий преобразователь тока в напряжение. Второй способ – это неинвертирующий преобразователь напряжения в ток.

5.8.1 Преобразователь тока в напряжение

Идеальный операционный усилитель может действовать как преобразователь тока в напряжение. На рис. 5-13 идеальный операционный усилитель поддерживает потенциал инвертирующего входа на нуле (при потенциале земли) за счет обратной связи через резистор, через который протекает входной ток. Таким образом, $I_{in} = I_f$ и $V_0 = -I_f \times R_f$. Обратите внимание на то, что эта схема обеспечивает основу для идеальных измерений тока, поскольку она не вносит падения напряжения во входную измерительную цепь и обеспечивает нулевой входной импеданс непосредственно на инвертирующем входе операционного усилителя.

1. Установите поворотный переключатель в положение $\sim V / \text{mA}$.
2. Вручную выберите предел измерения постоянного напряжения 50 В.
3. Присоедините красный измерительный провод с пробником к входному гнезду "+", а черный измерительный провод с пробником – к входному гнезду "-".
4. Присоедините красный провод с зажимом типа "крокодил" к выходному гнезду "+", а черный провод с зажимом типа "крокодил" – к выходному гнезду "-".
5. Подключите операционный усилитель, как показано на рис. 5-13.
6. Для питания операционного усилителя применяйте источник постоянного напряжения с биполярным выходом +15 В и -15 В.
7. Подайте постоянный ток +00,000 мА на инвертирующий вход операционного усилителя и измерьте напряжение смещения V_0 .

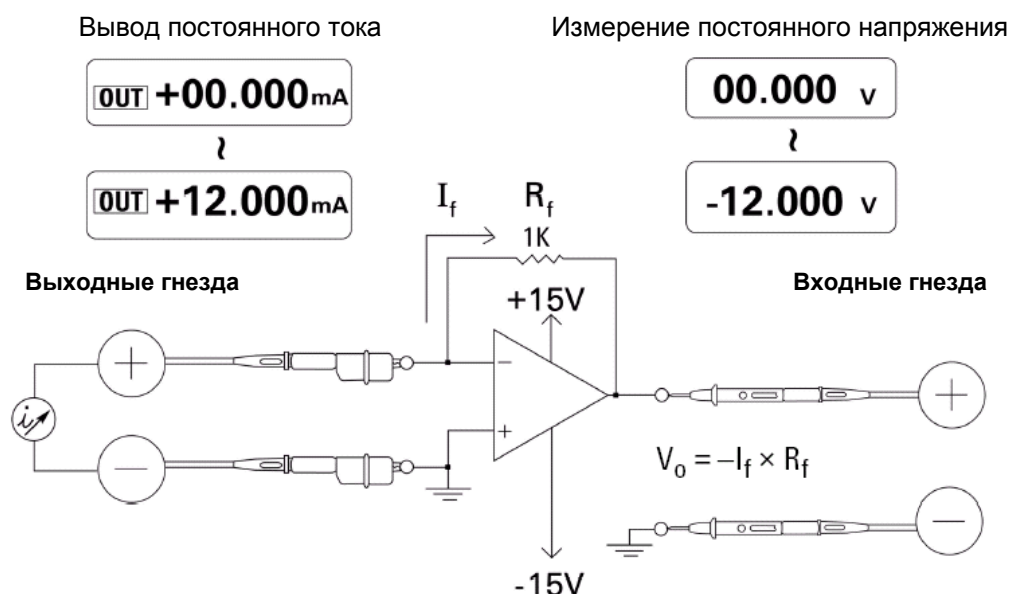


Рис. 5-13 Испытание преобразователя тока в напряжение

8. Постепенно увеличивайте выходной ток прибора U1401A/B от +00,000 мА до +12,000 мА, контролируя выходное напряжение операционного усилителя. Выходное напряжение V_O должно увеличиваться при этом примерно от 00,000 В примерно до –12,000 В. Реальное значение V_O зависит от точности масштабного резистора обратной связи и собственного напряжения смещения реального операционного усилителя.

5.8.2 Преобразователь напряжения в ток

Операционный усилитель, показанный на рис. 5-14, поддерживает нулевое дифференциальное напряжение между своими входами за счет протекания тока $I = V_{in}/R_1$ в цепи обратной связи через нагрузку R_2 . Этот ток не зависит от сопротивления нагрузки.

1. Установите поворотный переключатель в положение $\approx V / \odot$.
2. Вручную выберите предел измерения постоянного напряжения 50 В.
3. Присоедините красный измерительный провод с пробником к входному гнезду "+", а черный измерительный провод с пробником – к входному гнезду "-".
4. Присоедините красный провод с зажимом типа "крокодил" к выходному гнезду "+", а черный провод с зажимом типа "крокодил" – к выходному гнезду "-".
5. Подключите операционный усилитель, как показано на рис. 5-14.
6. Для питания операционного усилителя применяйте источник постоянного напряжения с биполярным выходом +15 В и –15 В.
7. Постепенно увеличивайте выходное напряжение прибора U1401A/B от +00,000 мВ до +06,000 В, контролируя выходное напряжение операционного усилителя. Вы обнаружите, что выходное напряжение постепенно увеличивается примерно от +00,000 В до +12,000 В. Тогда вы сможете путем соответствующих вычислений проверить характеристику преобразователя напряжения в ток.
8. В качестве альтернативы вы можете установить поворотный переключатель в положение $\approx mA / \odot$ и присоединить входные измерительные провода с пробниками вместо измерителя **A**, как показано на рис. 5-14. Тогда вы обнаружите, что измеряемый ток изменяется пропорционально входному напряжению операционного усилителя.

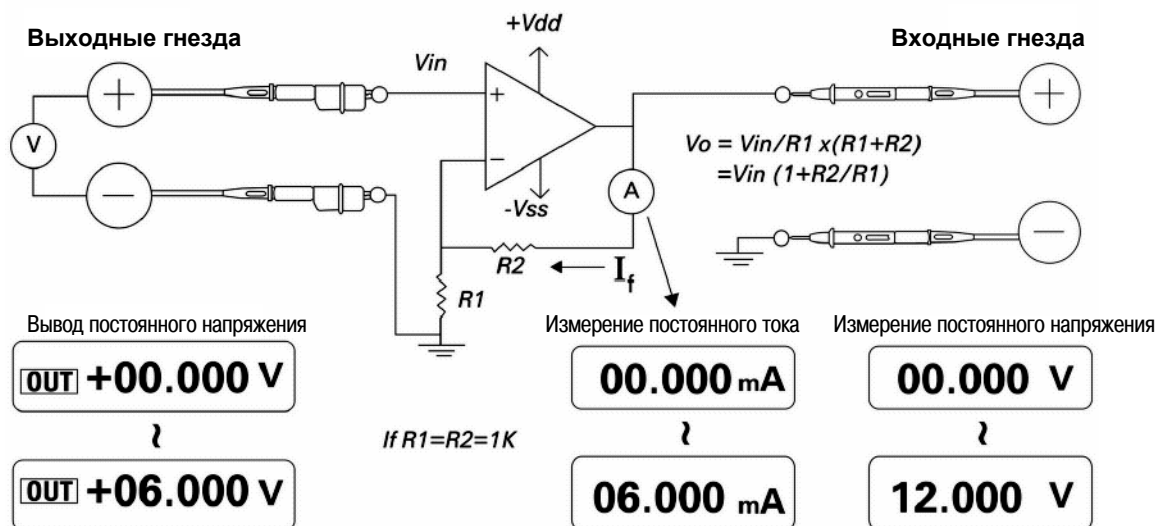


Рис. 5-14 Испытание преобразователя напряжения в ток

5.8.3 Интегратор – преобразование сигнала прямоугольной формы в сигнал треугольной формы

Схема интегратора, показанная на рис. 5-15, обеспечивает выходное напряжение, пропорциональную интегралу входного напряжения. Одним из многих вариантов применения интегратора является преобразование сигнала прямоугольной формы в сигнал треугольной формы.

1. Установите поворотный переключатель в положение $\approx V / \Delta \Delta \Delta$.
2. Присоедините красный провод с зажимом типа "крокодил" к выходному гнезду "+", а черный провод с зажимом типа "крокодил" – к выходному гнезду "-".
3. Подключите операционный усилитель, как показано на рис. 5-15.
4. Для питания операционного усилителя применяйте источник постоянного напряжения с биполярным выходом +15 В и -15 В.
5. Пользуйтесь осциллографом для наблюдения формы выходного сигнала.
6. Установите коэффициент заполнения сигнала прямоугольной формы на 50,00% и амплитуду на 5 В.
7. Подайте на вход прибора сигнал прямоугольной формы.
8. Попробуйте изменять частоту и коэффициент заполнения, чтобы лучше понять действие интегратора.

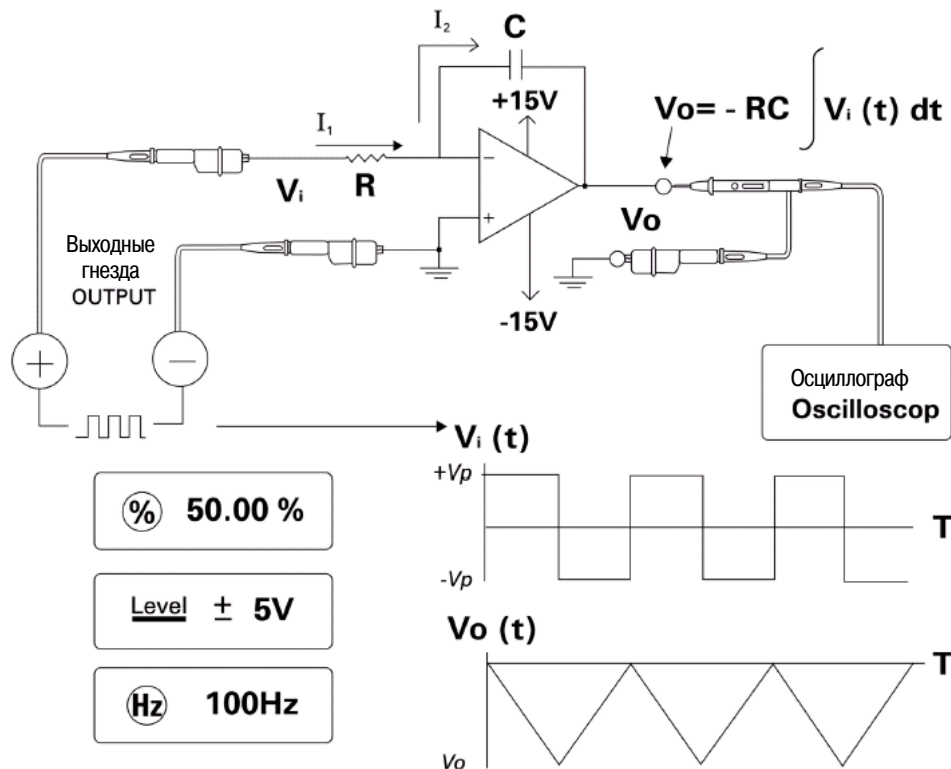


Рис. 5-15 Преобразование сигнала прямоугольной формы в сигнал треугольной формы

Авторское право компании Agilent Technologies распространяется на все содержание данного руководства по эксплуатации и защищено национальным и международным законодательством об авторском праве. Содержание этого руководства не может быть воспроизведено, опубликовано, запатентовано, изменено, передано или предоставлено целиком или по частям без получения предварительного письменного разрешения от компании Agilent Technologies. Российское представительство Agilent Technologies, e-mail: tmo_russia@agilent.com, Тел.: +7 495 7973900.



**НАУЧНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**
ГРУППА КОМПАНИЙ

5.9 Проверка двухпроводного измерительного преобразователя

Для проверки двухпроводного измерительного преобразователя вы можете воспользоваться описанным ниже способом. Этот способ реализует преимущество данного прибора, которое заключается в возможности одновременной подачи напряжения и измерения тока.

1. Установите поворотный переключатель в положение $\sim \text{mA}$ / mA .
2. Присоедините красный провод с зажимом типа "крокодил" к выходному гнезду "+" и к выходному выводу "+" двухпроводного измерительного преобразователя, как показано на рис. 5-16.
3. Соедините перемычкой выходное гнездо "-" и входное гнездо "-" прибора U1401A/B.
4. Присоедините черный провод с зажимом типа "крокодил" к входному гнезду "+" прибора и к выходному выводу "-" двухпроводного измерительного преобразователя.
5. Здесь можно установить любое напряжение питания до +15 В.
6. Нажмите кнопку **OUTPUT**, чтобы подать на выход напряжение возбуждения.
7. На дисплее прибора индицируется выходной ток измерительного преобразователя, если имеется входной сигнал.

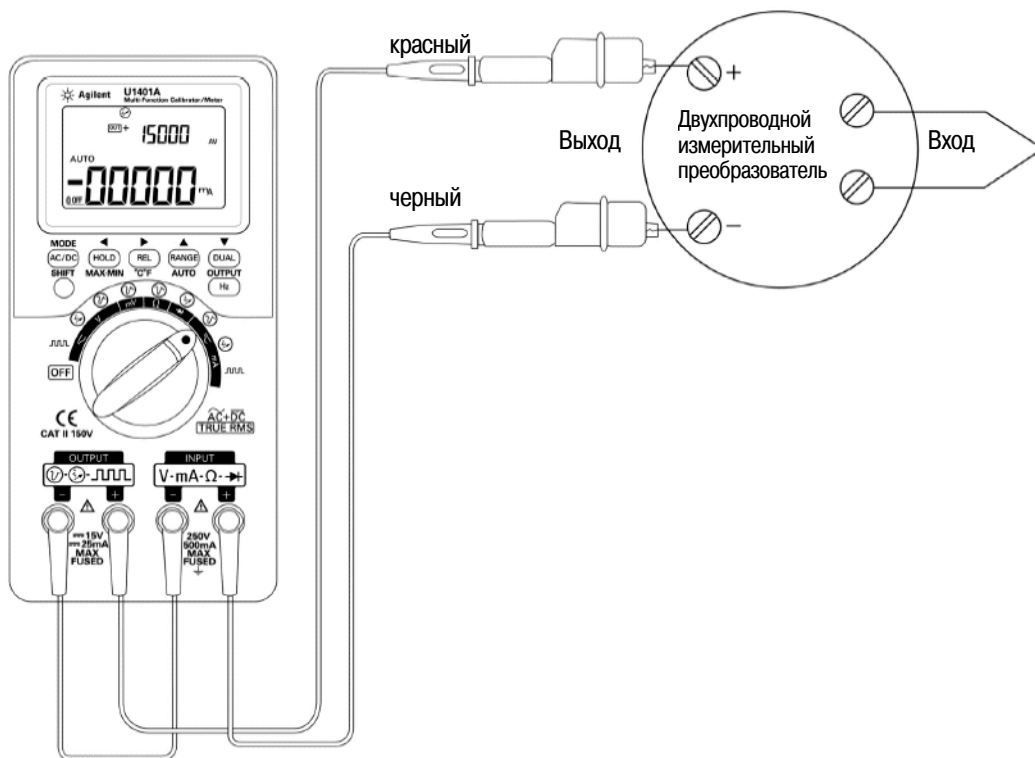


Рис. 5-16 Проверка двухпроводного измерительного преобразователя

5.10 Проверка преобразователя частоты в ток

Для проверки некоторых преобразователей частоты в ток вы можете использовать выход сигнала прямоугольной формы в качестве имитатора источника и измерять ток на выходе преобразователя.

1. Установите поворотный переключатель в положение $\approx \text{mA}$ / $\square\square\square$.
2. Нажимайте кнопку **MODE** для циклического переключения установок коэффициента заполнения, длительности импульсов, уровня выхода и частоты.
3. Установите выходную частоту на 150 Гц и коэффициент заполнения на 50%.
4. Присоедините измерительные провода с пробниками между входными гнездами прибора U1401A/B и выходными выводами преобразователя частоты.
5. Присоедините провода с зажимами типа "крокодил" между выходными гнездами прибора U1401A/B и входными выводами преобразователя частоты. Следите за соблюдением полярности.
6. Нажмите кнопку **OUTPUT**, чтобы подать на выход сигнал прямоугольной формы.
7. Посмотрите показание прибора. Проверьте результат измерения тока, чтобы определить, соответствует ли частота техническим данным преобразователя частоты в ток.
8. Изменяйте частоту сигнала прямоугольной формы и контролируйте показания тока на дисплее.

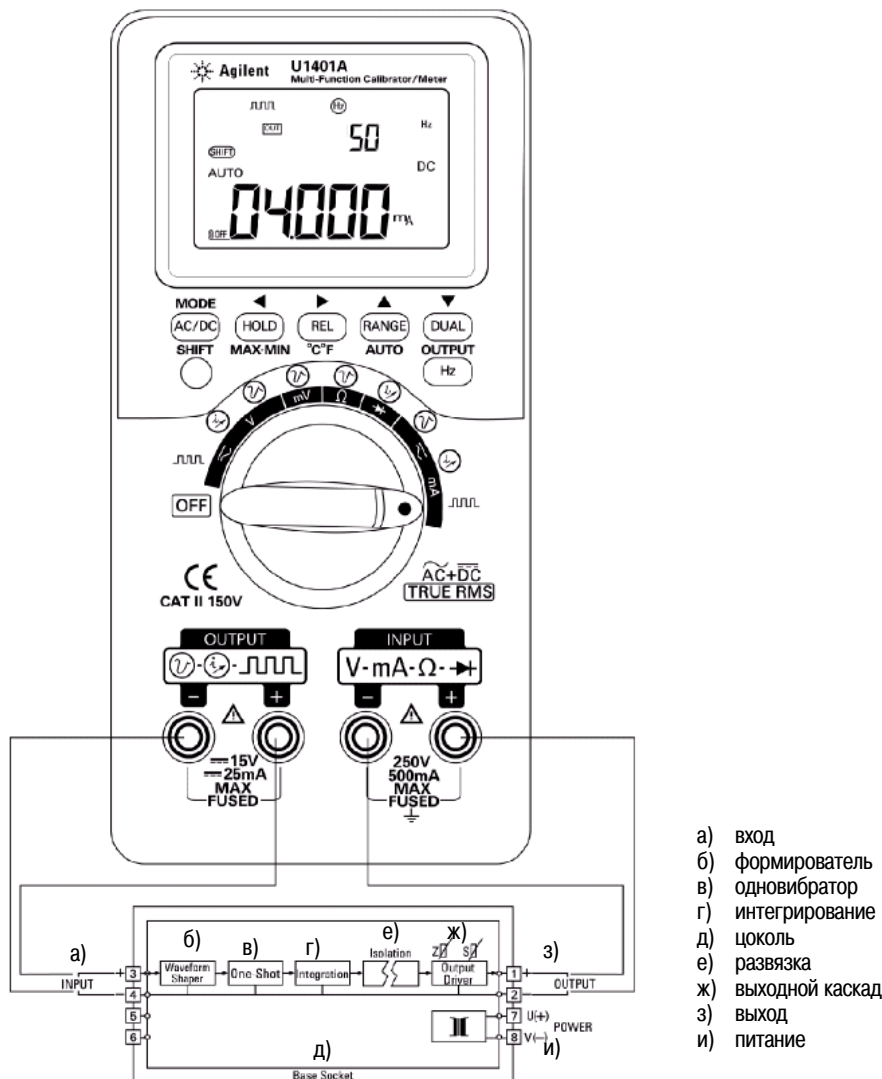


Рис. 5-17 Проверка преобразователя частоты в ток

6 Технический уход

В этой главе описаны процедуры технического ухода и устранения неполадок.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Работы по ремонту и техническому обслуживанию, не описанные в данном Руководстве, должны выполняться только квалифицированным персоналом.

6.1 Общий технический уход

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Перед выполнением измерений проверьте правильность присоединений гнезд прибора для данного конкретного вида измерений. Во избежание повреждения прибора не допускайте превышения предельно допустимых уровней сигнала на входе.

Помимо указанных выше причин, искажение показаний прибора может быть вызвано грязью или влагой на гнездах прибора. Ниже описана процедура очистки прибора от загрязнений.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Во избежание поражения электрическим током или повреждения прибора не допускайте проникновения воды внутрь корпуса прибора.

1. Выключите прибор и отсоедините измерительные провода.
2. Переверните прибор и вытряхните грязь, которая могла скопиться в гнездах.
3. Протрите корпус мягкой тканью, увлажненной нейтральным моющим средством. Не применяйте абразивные чистящие препараты и растворители, содержащие бензин, бензол, толуол, ксилол, ацетон и тому подобные химикаты. Не опрыскивайте прибор моющим средством, которое может просочиться внутрь корпуса и вызвать повреждение прибора. Протирайте контактные поверхности гнезд чистым тампоном, смоченным спиртом.
4. Полностью просушите прибор, прежде чем приступать к работе.

6.2 Замена аккумуляторной батареи

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Утилизацию отслуживших никелевых металлгидридных аккумуляторных батарей следует производить в соответствии с действующими предписаниями.

Прежде чем вскрывать корпус прибора, отсоедините все провода и внешний адаптер.

Прибор получает питание от аккумуляторной батареи, состоящей из восьми аккумуляторов. Во избежание ухудшения точности прибора рекомендуется заменять аккумуляторы сразу же, как только начнет мигать индикатор разряженного состояния аккумуляторной батареи. Ниже описана процедура замены аккумуляторной батареи.

1. Выверните винт крышки аккумуляторного отсека на задней панели.
2. Сдвиньте крышку влево, оттяните вверх и снимите ее (см. рис. 6-1).
3. Рекомендуется одновременно заменять все аккумуляторы.
4. Чтобы закрыть крышку аккумуляторного отсека, повторите эту процедуру в обратном порядке.



Рис. 6-1 Замена аккумуляторной батареи

6.3 Зарядка аккумуляторной батареи

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Не замыкайте аккумуляторы накоротко и не подавайте на них напряжение обратной полярности. Не применяйте совместно разнотипные аккумуляторы. Перед тем, как заряжать аккумуляторы, убедитесь в том, что это действительно аккумуляторы, а не гальванические элементы, не допускающие зарядки.

Этот прибор получает питание от аккумуляторной батареи, состоящей из восьми аккумуляторов. Заряжайте аккумуляторную батарею сразу же, как только начнет мигать индикатор разряженного состояния аккумуляторной батареи. Настоятельно рекомендуется применять для зарядки только штатный сетевой адаптер на 24 В. Не вращайте поворотный переключатель, когда заряжается аккумуляторная батарея в приборе, поскольку на зарядный вывод подается при этом постоянное напряжение 24 В.

Ниже описана процедура зарядки аккумуляторной батареи.

1. Выключите прибор и отсоедините все провода от его гнезд.
2. Подключите сетевой адаптер к специальному гнезду на боковой панели.
3. Установите движковый переключатель в положение **CHARGE**.
4. Свечение красного индикатора указывает на то, что идет процесс зарядки аккумуляторной батареи.
5. Когда аккумуляторная батарея будет полностью заряжена, зажигается зеленый индикатор. Отсоедините от прибора сетевой адаптер и переведите движковый переключатель в положение **M** или **M/S**.

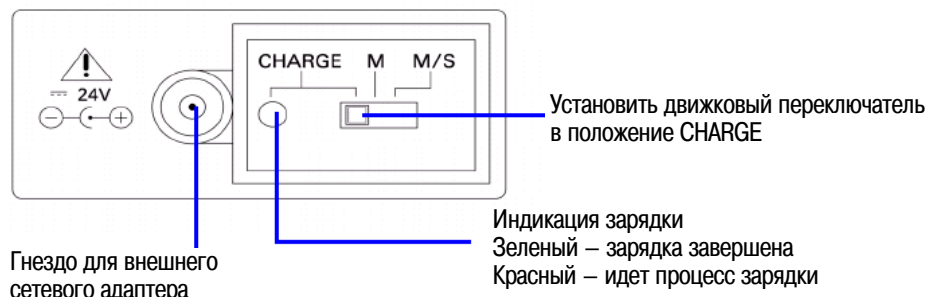


Рис. 6-2 Зарядка аккумуляторов

6.4 Замена предохранителей

ПРИМЕЧАНИЕ

В данном Руководстве описаны процедуры замены только предохранителей, но не маркировки замены предохранителей.

При замене любого перегоревшего предохранителя действуйте следующим образом:

1. Выключите прибор и отсоедините от него все измерительные провода. Обязательно отсоедините также сетевой адаптер.
2. Снимите крышку аккумуляторного отсека и выньте аккумуляторы.
3. Выверните три винта в нижней части корпуса и снимите нижнюю крышку.
4. Выньте приборную плату, как показано на рис. 6-3.

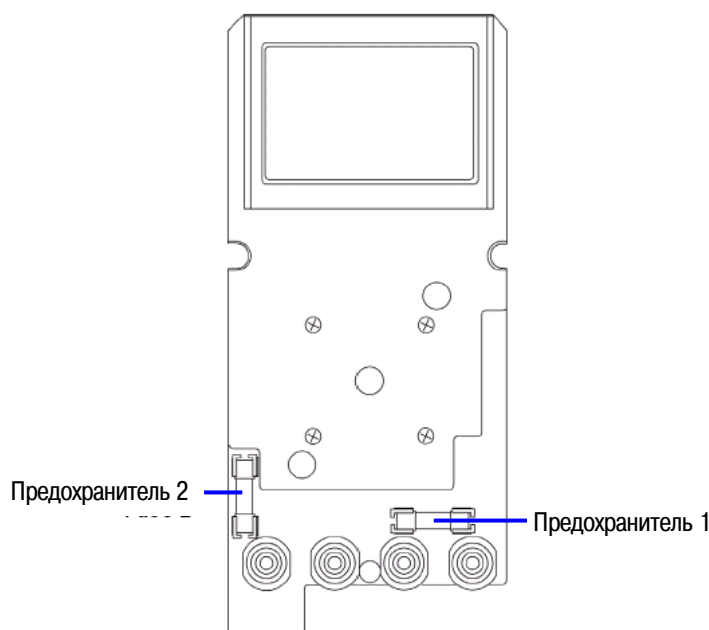


Рис. 6-3 Замена предохранителей

5. Выньте неисправный предохранитель. Для этого осторожно подденьте его с одной стороны и извлеките из держателя.
6. Замените неисправный предохранитель новым предохранителем такого же типонаминала. Проследите за тем, чтобы новый предохранитель правильно зафиксировался по центру в держателе предохранителя.
7. Во время процедуры замены предохранителя следите за тем, чтобы головка поворотного переключателя на верхней части корпуса и сам поворотный переключатель на приборной плате оставались в положении OFF.
8. После замены предохранителя установите на место приборную плату и нижнюю крышку.
9. Обращайтесь при необходимости к таблице 6-1, в которой указаны характеристики предохранителей.

Таблица 6-1 Характеристики предохранителей

Предохранитель	Номер для заказа	Номинал	Размер	Тип
1	A02-62-25623-1B	630 мА / 250 В	5 мм × 20 мм	Быстродействующий керамический
2	A02-62-25593-1U	63 мА / 250 В	5 мм × 20 мм	Инерционный UL/VDE

6.5 Устранение неполадок

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Во избежание поражения электрическим током не пытайтесь выполнять какие-либо работы по техническому обслуживанию, если вы не обладаете достаточной квалификацией для выполнения этих работ.

Если прибор не работает, проверьте аккумуляторную батарею и измерительные провода и замените их, если нужно. Если и после этого прибор не работает, то прежде чем заниматься поиском причин неполадки, проверьте, соблюдаете ли вы рабочие процедуры, описанные в настоящем Руководстве.

При ремонте прибора следует применять только предписанные запасные части.

Таблица 6-2 поможет вам в идентификации некоторых из основных проблем.

Таблица 6-2 Устранение неполадок

Неполадка	Возможные причины и ваши действия
Нет индикации на ЖК дисплее после включения прибора	- Проверьте положение движкового переключателя. Установите его в положение М или M/S. - Проверьте состояние аккумуляторной батареи. Замените или зарядите ее согласно необходимости.
Не работает звуковая сигнализация	Проверьте в режиме настройки (Setup), не отключена ли (OFF) звуковая сигнализация. Выберите подходящую частоту тонального сигнала.
Прибор не измеряет ток	Проверьте предохранитель 1
Нет выходного сигнала, когда: - на дисплее отображается вспомогательный индикатор OUT. - при нажатии кнопки OUTPUT появляется на короткое время вспомогательный индикатор OUT, вместо которого сразу же появляется вспомогательный индикатор SBY.	- Разряжена аккумуляторная батарея - Проверьте положение движкового переключателя. Установите его в положение М или M/S. - Проверьте внешнюю нагрузку, чтобы выяснить, не превышает ли предельно допустимое значение на выходе. - Проверьте наличие напряжения питания токового контура 24 В. Для имитации токового контура пользуйтесь специальным желтым измерительным проводом (см. раздел 5.2). - Проверьте предохранитель 2.
Нет индикации зарядки аккумуляторной батареи	- Установите движковый переключатель в положение CHARGE. - Проверьте правильность подключения к прибору сетевого адаптера и наличие на его выходе постоянного напряжения 24 В. - Проверьте наличие сетевого напряжения и состояние сетевого шнура.
Не работает дистанционное управление	- Убедитесь в том, что к прибору присоединена оптическая сторона кабеля; при этом крышка соединителя с надписью должна быть обращена вверх. - Проверьте установки скорости передачи данных, контроля четности, количества битов данных и стоповых битов (9600, n, 8, 1) - Установите на свой компьютер драйвер для USB-RS232.

7 Калибровка и самопроверка прибора

В этой главе описаны процедуры калибровки и самопроверки, которые помогают вам удостовериться в том, что прибор U1401A/B работает в соответствии с опубликованными техническими характеристиками.

7.1 Калибровка

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Во избежание нарушения принятых по умолчанию калибровочных данных, которые хранятся в постоянной (энергонезависимой) памяти прибора, калибровка прибора должна производиться только квалифицированным персоналом в уполномоченном сервисном центре с помощью соответствующего оборудования. За подробной информацией в отношении процедур калибровки обращайтесь в представительство компании Agilent Technologies или к уполномоченному дистрибьютору.

7.1.1 Электронная калибровка без вскрытия корпуса

Этот прибор позволяет выполнять электронную калибровку без вскрытия корпуса. При этом не требуется никаких внутренних механических подстроек. Прибор вычисляет поправочные коэффициенты на основе входных опорных сигналов, которые вы подаете во время процесса калибровки. Новые поправочные коэффициенты хранятся в энергонезависимой памяти до следующей калибровки. Можно также поверять и калибровать прибор с применением дистанционного программного обеспечения, которое предоставляется уполномоченным дистрибьютором.

7.1.2 Калибровочные услуги компании Agilent Technologies

Когда ваш прибор станет нуждаться в калибровке, обращайтесь в сервисный центр компании Agilent Technologies, где перекалибровка стоит недорого. Этот прибор поддерживается автоматизированными системами калибровки, позволяющими компании Agilent Technologies предоставлять эти услуги за умеренную плату.

7.1.3 Периодичность калибровки

Для большинства применений адекватной является периодичность калибровки раз в год. Характеристики точности гарантируются только тогда, когда выполняется подстройка при регулярной калибровке. Характеристики точности не гарантируются, если интервал калибровки превышает один год. Мы не рекомендуем превышать двухлетнюю периодичность калибровки для любых применений.

7.1.4 Условия окружающей среды

Калибровку и поверку следует производить в лабораторных условиях, где имеется возможность поддержания надлежащей температуры и влажности окружающей среды.

7.1.5 Длительность прогрева прибора

Перед выполнением калибровки дайте прибору прогреться не менее 20 минут. После пребывания или хранения прибора в условиях высокой влажности (с конденсацией) требуется более длительный период восстановления равновесного состояния прибора.

7.2 Самопроверка

Для выполнения самопроверки по уровню выходного напряжения прибора действуйте следующим образом:

1. Установите поворотный переключатель в положение $\sim V / \text{}$.
2. Замкните накоротко входные измерительные провода для измерения напряжения, затем нажмите кнопку **REL**, чтобы скомпенсировать результат температурного дрейфа нуля.
3. Соедините между собой входные и выходные гнезда "+".
4. Соедините между собой входные и выходные гнезда "-".
5. Установите выходное напряжение +4,5000 В.
6. Посмотрите индикацию результата измерений на первичном цифровом индикаторе.

В таблице 7-1 перечислены функции, которые могут подвергаться самопроверке.

Таблица 7-1 Функции, которые могут подвергаться самопроверке

Положение поворотного переключателя	Выходное значение	Измеренное значение (вход)
$\sim V / \text{}$	+4.5000 V	DC +4.5000 V
$\sim mA / \text{}$	+25.0000 mA	DC 25.0000 mA
$\sim V / \text{}$	100 Hz	100.00 Hz
	0.39 ÷ 99,60%	0.3 ÷ 99.6%
	±5 V	AC 4.9586 V
	±12 V	AC 11.959 V

Эта таблица служит только для справок. Подробное описание технических характеристик приведено в главе 8.

8 Технические характеристики

В этой главе подробно описаны технические характеристики прибора U1401A/B.

8.1 Общие технические характеристики

Дисплей

- Жидкокристаллический дисплей с первичным и вторичным пятиразрядным цифровым индикатором с максимальным показанием 51000 ед. и с автоматической индикацией полярности

Потребляемая мощность

- При зарядке аккумуляторной батареи: 9,3 ВА (тип.)
- При постоянном токе на выходе 25 мА и максимальной нагрузке: 5,5 ВА (тип.) при питании от сетевого адаптера с постоянным напряжением 24 В или 2,4 ВА (тип.) при питании от аккумуляторной батареи 9,6 В
- Только измеритель: 1,8 ВА (тип.) при питании от сетевого адаптера с постоянным напряжением 24 В или 0,6 ВА (тип.) при питании от аккумуляторной батареи 9,6 В

Электропитание

- Аккумуляторная батарея – 8 аккумуляторов Ni-MH, 1,2 В (не содержат кадмия, свинца и ртути)
- Внешний сетевой адаптер – входное переменное напряжение 100 В ÷ 240 В, 50/60 Гц; выходное постоянное напряжение 24 В, выходной ток 2,5 А

Условия эксплуатации

- Температура 0°C ÷ 40°C при сохранении точности
- Относительная влажность при сохранении точности до 80% при температуре до 31°C с линейным снижением влажности до 50% при температуре 40°C

Условия хранения

- Температура –20°C ÷ 60°C с вынутой аккумуляторной батареей

Соответствие стандартам безопасности

- IEC 61010-1:2001 / EN 61010-1:2001 (2-е издание)
- Канада: CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04
- США: ANSI/UL 61010-1:2004

Категория измерений

- CAT II 150 V, степень загрязненности 2

Соответствие стандартам электромагнитной совместимости

- IEC 61326-2-1:2005/EN61326-2-1:2006
- Канада: ICES-001:2004
- Австралия и Новая Зеландия: AS/NZS CISPR11:2004

Измерения

- 3 раза в секунду (AC+DC: 1 раз в секунду)
- 1 раз в секунду при измерении частоты или коэффициента заполнения (> 1 Гц)
- (0,25 ÷ 1) раз в секунду при измерении длительности импульсов (> 1 Гц)

Коэффициент ослабления синфазных сигналов (CMRR)

- > 90 дБ для постоянного напряжения, 50/60 Гц ± 0,1% (несбалансированное сопротивление 1 кОм)

Коэффициент подавления помех нормального вида (NMRR)

- > 60 дБ для постоянного напряжения, 50/60 Гц ± 0,1%

Температурный коэффициент

- Вход: 0,15/°C (в интервале 0 ÷ 18°C или 28°C ÷ 40°C) – гарантированная погрешность
- Выход: ± (500 ppm* от выходного уровня ± 0,5 ед. мл. разр.)/°C

* 1 ppm = 1×10^{-6} = 0,0001%

Размеры

- Высота 192 мм
- Ширина 90 мм
- Глубина 54 мм

Масса

- 0,98 кг без футляра и аккумуляторной батареи

Рабочий ресурс аккумуляторной батареи

- Около 20 часов при работе только с функциями измерителя; 4 часа при работе с функциями измерителя и источника
- При падении напряжения аккумуляторной батареи ниже 9 В на дисплее появляется индикатор разряженного состояния аккумуляторной батареи 

Длительность зарядки аккумуляторной батареи

- Около трех часов при температуре окружающей среды $10^{\circ}\text{C} \div 30^{\circ}\text{C}$.
(Если аккумуляторная батарея полностью разряжена, то требуется более длительное время зарядки аккумуляторной батареи для достижения полной емкости)

Гарантия

- 3 года для базового прибора
- 3 месяца для стандартных принадлежностей, если не указано иное

8.2 Категории измерений

Прибор U1401A/B рассчитан на применение для измерений в категории измерений II, 150 В на высоте до 2000 метров над уровнем моря.

Определения категорий измерений

- ▶ **Измерения категории I (CAT I)** – это измерения, которые выполняются на цепях, не имеющих непосредственного соединения с *электрической сетью*.

Примеры: измерения на цепях, которые не исходят от *электрической сети*, и на цепях, исходящих от электрической сети и снабженных специальной внутренней защитой.

- ▶ **Измерения категории II (CAT II)** – это измерения, которые выполняются на цепях, непосредственно соединенных с низковольтным сетевым оборудованием.

Примеры: измерения на бытовых электроприборах, портативных электроинструментах и т.п.

- ▶ **Измерения категории III (CAT III)** – это измерения, которые выполняются на стационарном электротехническом оборудовании зданий.

Примеры: измерения на распределительных щитах, автоматических защитных выключателях, электропроводке (включая кабели), сборных шинах, распределительных коробках, выключателях, сетевых розетках стационарной электропроводки, оборудовании промышленного назначения и стационарных электродвигателях с постоянным соединением с электросетью.

- ▶ **Измерения категории IV (CAT IV)** – это измерения, которые выполняются на источнике питания низковольтного электротехнического оборудования.

Примеры: счетчики электроэнергии, первичные устройства защиты от токовой перегрузки и блоки контроля пульсаций.

Авторское право компании Agilent Technologies распространяется на все содержание данного руководства по эксплуатации и защищено национальным и международным законодательством об авторском праве. Содержание этого руководства не может быть скопировано, воспроизведено, опубликовано, запатентовано, изменено, воспроизведено целиком или по частям без получения предварительного письменного разрешения от компании Agilent Technologies. Российское представительство Agilent Technologies: Тел.: +7 495 7973900, e-mail: tmo_russia@agilent.com



**НАУЧНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ**
ГРУППА КОМПАНИЙ

8.3 Входные технические характеристики

Значения погрешности указаны в виде:

$\pm$ (% от показания + количество единиц младшего разряда)

при температуре $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, при относительной влажности ниже 80% и при длительности предварительного прогрева не менее пяти минут. Без прогрева следует учитывать дополнительную аддитивную погрешность в 5 единиц младшего разряда.

8.3.1 Характеристики при измерении постоянного напряжения и тока

Таблица 8-1 Характеристики при измерении постоянного напряжения

Функция	Предел измерения	Разрешение	Погрешность	Защита от перегрузки
Постоянное напряжение ¹⁾	50 мВ	1 мкВ	0,05% + 50 ²⁾	250 Вэфф
	500 мВ	10 мкВ	0,03% + 5	
	5 В	0,1 мВ		
	50 В	1 мВ		
	250 В	10 мВ		

1) Входной импеданс:

10 МОм (номинальное значение) на пределе измерения 5 В и выше;

1 ГОм (номинальное значение) на пределах измерения 50 мВ и 500 мВ

2) Погрешность можно снизить до 0,05% + 5, если перед измерением сигнала пользоваться функцией относительных измерений для установки нуля (при замкнутых между собой измерительных проводах).

Таблица 8-2 Характеристики при измерении постоянного тока

Функция	Предел измерения	Разрешение	Погрешность	Напряжение на нагрузке (шунт)	Защита от перегрузки
Постоянный ток	50 мА ¹⁾	1 мкА	0,03% + 5	0,06 В (1 Ом)	250 В, 630 мА
	500 мА ¹⁾	10 мкА		0,6 В (1 Ом)	быстродействующий предохранитель

1) Всегда пользуйтесь функцией относительных измерений перед измерением сигнала. Если не пользоваться этой функцией, то погрешность будет составлять 0,03% + 25. Температурный уход нуля может возникать в следующих ситуациях:

- Подача на выход постоянного тока, постоянного напряжения или сигнала прямоугольной формы.
- Ошибки оператора, например, при использовании функций измерения сопротивления, проверки диодов или измерения милливольтного напряжения для измерения высоковольтных сигналов > 250 В.
- После завершения зарядки аккумуляторной батареи.
- После измерения тока > 50 мА.

8.3.2 Характеристики при измерении переменного напряжения и тока

Таблица 8-3 Характеристики при измерении переменного напряжения

Функция	Предел измерения	Разрешение	Погрешность		Защита от перегрузки
			45 Гц ÷ 5 кГц	5 кГц ÷ 20 кГц	
Переменное напряжение ¹⁾	50 мВ	1 мкВ	0,7% + 40	1,5% + 40	250 Вэфф
	500 мВ	10 мкВ	0,7% + 20	1,5% + 20	
	5 В	0,1 мВ			
	50 В	1 мВ			
	250 В	10 мВ			

1) Входной импеданс:

1,1 МОм || < 150 пФ (номинальное значение) на пределе измерения 5 В и выше;

1 ГОм (номинальное значение) на пределах измерения 50 мВ и 500 мВ.

Пик-фактор ≤ 3

Измерение истинного среднеквадратического значения: от 5% до 100% от предела измерения.

Таблица 8-4 Характеристики при измерении переменного тока

Функция	Предел измерения	Разрешение	Погрешность 45 Гц ÷ 5 кГц	Напряжение на нагрузке (шунт)	Защита от перегрузки
Переменный ток ¹⁾	50 мА	1 мкА	0,6% + 20	0,06 В (1 Ом)	250 В, 630 мА
	500 мА	10 мкА		0,6 В (1 Ом)	быстродействующий предохранитель

1) Пик-фактор ≤ 3

Измерение истинного среднеквадратического значения: от 5% до 100% от предела измерения.

8.3.3 Характеристики при измерении переменного и постоянного напряжения и тока (AC+DC)

Таблица 8-5 Характеристики при измерении переменного и постоянного напряжения

Функция	Предел измерения	Разрешение	Погрешность		Защита от перегрузки
			45 Гц ÷ 5 кГц	5 кГц ÷ 20 кГц	
Переменное и постоянное напряжение ¹⁾	50 мВ	1 мкВ	0,8% + 70	1,6% + 70	250 Вэфф
	500 мВ	10 мкВ	0,8% + 25	1,5% + 25	
	5 В	0,1 мВ			
	50 В	1 мВ			
	250 В	10 мВ			

1) Входной импеданс:

1,1 МОм || < 150 пФ (номинальное значение) на пределе измерения 5 В и выше;

1 ГОм (номинальное значение) на пределах измерения 50 мВ и 500 мВ.

Пик-фактор ≤ 3

Измерение истинного среднеквадратического значения: от 5% до 100% от предела измерения.

Таблица 8-6 Характеристики при измерении переменного и постоянного тока

Функция	Предел измерения	Разрешение	Погрешность 45 Гц ÷ 5 кГц	Напряжение на нагрузке (шунт)	Защита от перегрузки
Переменный и постоянный ток ¹⁾	50 мА	1 мкА	0,7% + 25	0,06 В (1 Ом)	250 В, 630 мА быстродействующий предохранитель
	500 мА	10 мкА		0,6 В (1 Ом)	

1) Пик-фактор ≤ 3

Измерение истинного среднеквадратического значения: от 5% до 100% от предела измерения.

8.3.4 Характеристики при измерении температуры

Таблица 8-7 Характеристики при измерении температуры

Функция	Тип термопары	Предел измерения	Разрешение	Погрешность	Защита от перегрузки
Температура ¹⁾	К	-40°C ÷ 1372°C	0,1°C	0,3% + 3°C	250 Вэфф
		-40°F ÷ 2502°F	0,1°F	0,3% + 6°F	

1) Погрешность указана только для измерителя без учета погрешности термопарного пробника. Не менее чем за один час до измерения температуры необходимо поместить прибор в рабочую обстановку и установить движковый переключатель в положение **М** для работы прибора в режиме только измерителя.

8.3.5 Характеристики при измерении частоты

Таблица 8-8 Характеристики при измерении частоты

Предел измерения	Разрешение	Погрешность	Минимальная входная частота	Защита от перегрузки
100 Гц	0,001 Гц	0,02% + 3	1 Гц	250 Вэфф
1 кГц	0,01 Гц			
10 кГц	0,1 Гц			
100 кГц	1 Гц			
200 кГц	10 Гц			

Минимальное напряжение в зависимости от частоты и уровень запуска при измерении напряжения

Чтобы определить максимальное произведение напряжения на частоту (В-Гц) и входной импеданс, обращайтесь к характеристикам при измерении переменного напряжения.

Таблица 8-9 Минимальное напряжение в зависимости от частоты и уровень запуска при измерении напряжения

Предел измерения ¹⁾	Минимальное напряжение (с.к.з. синусоидального сигнала)		Уровень запуска при связи по постоянному напряжению	
	1 Гц ÷ 100 кГц	> 100 кГц	< 20 кГц	20 кГц ÷ 200 кГц
50 мВ	15 мВ	25 мВ	20 мВ	30 мВ
500 мВ	35 мВ	50 мВ	60 мВ	80 мВ
5 В	0,3 В	0,5 В	0,6 В	0,8 В
50 В	3 В	5 В	6 В	8 В
250 В	30 В	—	60 В	—

1) Максимальный входной сигнал для гарантированной точности = $10 \times$ предел измерения или 250 В.

Коэффициент заполнения ¹⁾**Таблица 8-10** Характеристики при измерении коэффициента заполнения

Характер связи на входе	Диапазон	Погрешность при полной шкале
По постоянному напряжению (DC)	0,1% ÷ 99,9%	0,3%/кГц + 0,3%
По переменному напряжению (AC)	5% ÷ 95%	

Длительность импульсов ^{1) 2)}**Таблица 8-11** Характеристики при измерении длительности импульсов

Диапазон	Погрешность при полной шкале
0,01 мс ÷ 1999,9 мс	0,2% + 3

1) Значения погрешности при измерении коэффициента заполнения и длительности импульсов относятся к входному сигналу прямоугольной формы 5 В на пределе измерения постоянного напряжения 5 В.

2) Длительность импульсов должна превышать 10 мкс; диапазон ее изменения и разрешение определяются частотой сигнала. За подробностями обращайтесь к таблице 8.8.

Минимальный ток в зависимости от частоты при измерении тока

По поводу максимального входного сигнала обращайтесь к подразделу 8.3.2.

Таблица 8-12 Минимальный ток в зависимости от частоты при измерении тока

Предел измерения	Минимальный ток (с.к.з. синусоидального сигнала) 30 Гц ÷ 20 кГц
50 мА	2,5 мА
500 мА	2,5 мА

8.3.6 Характеристики при фиксации пикового значения (1 ms peak hold)**Таблица 8-13** Характеристики при фиксации пикового значения

Длительность сигнала	Погрешность при измерении постоянного напряжения и тока
Однократное событие > 1 мс	2% + 400 на всех пределах измерений

8.3.7 Характеристики при измерении сопротивления

Технические характеристики при измерении сопротивления действительны, если максимальное напряжение в разомкнутом состоянии не превышает +4,8 В. При "прозвонке" цепей должен подаваться звуковой сигнал, если сопротивление не превышает 10,00 Ом.

Таблица 8-14 Характеристики при измерении сопротивления

Предел измерения	Разрешение	Погрешность	Минимальный входной ток	Защита от перегрузки
500 Ом ¹⁾	0,01 Ом	0,15% + 5	0,45 мА	250 Вэфф
5 кОм ¹⁾	0,1 Ом		0,45 мА	
50 кОм	1 Ом		45 мкА	
500 кОм	10 Ом		4,5 мкА	
5 МОм	0,1 кОм		450 нА	
50 МОм ²⁾	1 кОм	1% + 8	45 нА	

1) Погрешность на пределах измерения 500 Ом и 5 кОм указана при условии предварительного применения функции относительных измерений для компенсации сопротивления измерительных проводов и температурного дрейфа нуля.

2) При измерениях на пределе 50 МОм относительная влажность воздуха не должна превышать 60%.

8.3.8 Характеристики при проверке диодов и звуковой индикации высокой проводимости

Уровень защиты от перегрузки составляет 250 Вэфф. Звуковой сигнал подается, когда показание опускается ниже 50 мВ (приблизенно).

Таблица 8-15 Характеристики при проверке диодов

Функция	Разрешение	Погрешность	Контрольный ток	Напряжение в разомкнутой цепи
Проверка диодов	0,1 мВ	0,05% + 5	прибл. 0,45 мА	< +4,8 В

8.4 Выходные технические характеристики

Значения погрешности указаны в виде:

$\pm$ (% от показания + количество единиц младшего разряда)

при температуре $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, при относительной влажности ниже 80% и при длительности предварительного прогрева не менее пяти минут.

8.4.1 Характеристики при выводе неизменного напряжения и тока

Таблица 8-16 Характеристики при выводе неизменного напряжения (CV)

Функция	Диапазон	Разрешение	Погрешность	Минимальный выходной ток ²⁾
Неизменное напряжение ¹⁾	$\pm 1,500 \text{ В}$	0,1 мВ	0,03% + 3	$\geq 25 \text{ мА}$
	$\pm 15,000 \text{ В}$	1 мВ		

1) Уровень защиты от максимального входного напряжения составляет 30 В постоянного тока.

2) Коэффициент нагрузки: 0,012 мВ/мА при выходном напряжении 1,5 В.

Таблица 8-17 Характеристики при выводе неизменного тока (CC)

Функция	Диапазон	Разрешение	Погрешность	Мин. выходное напряжение ²⁾
Неизменный ток ¹⁾	$\pm 25,000 \text{ мА}$	1 мкА	0,03% + 5	$\geq 12 \text{ В}$ ³⁾

1) Уровень защиты от максимального входного напряжения составляет 30 В постоянного тока.

2) Коэффициент нагрузки: 1 мкА/В; значение минимального выходного напряжения основано на токе 20 мА в нагрузке 600 Ом.

3) Если токовый контур питается напряжением 24 В, то с применением специального желтого провода достигается минимальное выходное напряжение 24 В при токе 20 мА на нагрузке 1200 Ом.

8.4.2 Вывод сигналов прямоугольной формы

Уровень защиты от максимального входного напряжения составляет 30 В постоянного тока.

Таблица 8-18 Характеристики при выводе сигналов прямоугольной формы

Выход	Диапазон	Разрешение	Погрешность
Частота (Гц)	0,5, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 80, 100, 120, 150, 200, 240, 300, 400, 480, 600, 800, 1200, 1600, 2400, 4800	0,01	0,005% + 1
Коэффициент заполнения (%) ¹⁾	0,39% ÷ 99,60%	0,390625%	0,01% + 0,2% ²⁾
Длительность импульсов (мс) ¹⁾	1/частота	предел/256	0,01% + 0,3 мс
Амплитуда (В)	5 В; 12 В	0,1 В	2% + 0,2 В
	± 5 В; ± 12 В		2% + 0,4 В

1) Длительность положительных или отрицательных импульсов должна превышать 50 мкс для регулировки коэффициента заполнения или длительности импульсов при другой частоте. В противном случае получаются другие значения погрешностей и диапазона.

2) При частоте сигнала > 1 кГц погрешность увеличивается на 0,1%/кГц.