



www.keithley.com

Пикоамперметры Keithley 6485, 6487

КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ
6485/6487-900-01R, февраль 2012



A GREATER MEASURE OF CONFIDENCE

Keithley Instruments, Inc.

Corporate Headquarters • 28775 Aurora Road • Cleveland, Ohio 44139

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

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

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

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

Различаются следующие группы пользователей изделия:

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

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

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

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

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

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

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

Запрещается подключать коммутационные платы непосредственно к цепям, в которых присутствует неограниченная мощность. Они предназначены для использования с источниками с ограниченным сопротивлением. НИКОГДА не подключайте коммутационные платы

непосредственно к сети переменного тока. Подключение источников к коммутационным платам необходимо проводить с установкой защитных устройств для ограничения поступления тока КЗ и напряжения к плате.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Символ  используется для маркировки клеммы для подключения к корпусу оборудования.

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

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

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

Запрещается подключать приборы и принадлежности к человеку.

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

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

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

1 Начало работы

- Введение – Описание пикоамперметров типа 6485 и 6487.
- Описание руководства по эксплуатации – Содержание данного руководства
- Общая информация – Содержит общую информацию о гарантии, контактах, знаках безопасности и терминах, распаковке и осмотре, а также о доступных опциях и аксессуарах.
- Характеристики – Информация о характеристиках и функциях пикоамперметров типа 6485 и 6487.
- Описание передней и задней панели пикоамперметра типа 6485 – Описание управляющих элементов панели и разъемов прибора типа 6485, а также информация о дисплее на передней панели.
- Описание передней и задней панели пикоамперметра типа 6487 – Описание управляющих элементов панели и разъемов прибора типа 6487, а также информация о дисплее на передней панели
- Включение прибора – Описание процедуры подключения прибора к сети, определение сетевой частоты и порядок включения прибора.
- Настройки по умолчанию – Описание пяти доступных наборов параметров; три, определенные пользователем, настройки по умолчанию через интерфейс GBIP и заводские настройки по умолчанию.
- Меню – Описание структуры меню для пикоамперметров типа 6485 и 6487.
- Программирование SCPI – Описание команд программирования SCPI.

Введение

Пикоамперметры типа 6485 и 6487 обладают высоким разрешением и возможностью программирования с шины (RS-232 и IEEE-488). Пикоамперметры типа 6485 и 6487 поддерживают следующий диапазон измерения силы тока: восемь диапазонов (от 20 мА до 2 нА). Для улучшения точности и повторения измерений при высоком сопротивлении, в модель 6487 включена функция источника постоянного напряжения ± 500 В и функция измерения сопротивления.

Описание руководства по эксплуатации

В данном руководстве представлена информация о подключении, программировании и хранении пикоамперметров типа 6485 и 6487. Разделы руководства распределены следующим образом:

- Раздел 1: Начало работы
- Раздел 2: Схемы подключения
- Раздел 3: Измерения и подача напряжения (только для модели 6487)
- Раздел 4: Диапазон, единицы измерения, разрешение экрана, быстрое действие и фильтры
- Раздел 5: Функция вычитания константы, математические функции $mX+b$, $m/X+b$ (обратная) и логарифмические функции
- Раздел 6: Буфер памяти и развертка
- Раздел 7: Удаленное программирование и команды

В приложении к данному руководству содержатся спецификации и дополнительная информация. Приложения располагаются следующим образом:

- Приложение А: Спецификации
- Приложение В: Рекомендации по измерениям
- Приложение С: Примеры программирования

Общая информация

Гарантия

При необходимости воспользоваться услугами гарантии, обратитесь к представителю компании Keithley в вашем регионе для получения дальнейшей информации.

Контактная информация

В начале данного руководства перечислены номера телефонов всех представительств компании Keithley. Если у вас появились вопросы, пожалуйста, свяжитесь с представителем компании Keithley в вашем регионе или вызовите одного из наших технических специалистов по телефону 1-800-348-3735 (только для США и Канады). По вопросам технического обслуживания и поверки в Российской Федерации обращайтесь в сервисный центр АКТИ-Мастер (телефон +7-499-154-7486, сайт www.actimaster.ru)

Символы безопасности и предупреждения

Следующие знаки и предупреждения могут быть нанесены на устройство или использоваться в данном руководстве:

При наличии знака  или  необходимо подключить прибор к системе заземления, следуя рекомендациям в эксплуатационной документации.

Символ  на приборе указывает на необходимость обращения к эксплуатационной документации.

Символ  на приборе указывает на то, что прибор может выводить или измерять напряжения выше 1000 В, включая совокупное значение нормального и синфазного напряжения. Соблюдайте стандартные правила техники безопасности, чтобы избежать контакта с участками, где присутствуют данные опасные напряжения.

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

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

Распаковка и осмотр

Осмотр на предмет повреждений

Перед отправкой с завода-изготовителя пикоамперметры типа 6485/6487 прошли тщательную проверку электронных и механических характеристик. После извлечения всех элементов из упаковки осмотрите их на предмет явных физических повреждений, которые могли случиться во время транспортировки. (Линза дисплея может быть закрыта защитной пленкой, которую можно снять). О любых повреждениях немедленно сообщите перевозчику. Сохраните оригинальную упаковку на случай будущих пересылок. При извлечении пикоамперметров модели 6485/6487 из пакета необходимо следовать рекомендациям ниже:

Меры предосторожности в обращении с устройством

- Перемещайте устройство модели 6485/6487, всегда удерживая его за кожух.
- После извлечения устройства модели 6485/6487 из антистатического пакета осмотрите его на наличие явных физических повреждений. О любых подобных признаках немедленно сообщите компании-перевозчику.
- В неустановленном и неподключенном состоянии храните устройство в антистатическом пакете и в оригинальной упаковке.

Содержимое упаковки

Модель 6485

Ниже перечислены позиции, входящие в комплект поставки устройства модели 6485:

- Пикоамперметр модели 6485 с сетевым кабелем.
- Малошумящий BNC-кабель, оба конца типа «вилка» (модель 4801)
- Защитный колпачок на BNC-вход (CAP-18)
- Адаптер с контактом типа «банан» в клемму (модель CA-186-1B)
- Дополнительные принадлежности в соответствии с заказом.
- Калибровочный сертификат.
- Руководство пользователя для моделей 6485 и 6487 (шифр 6487-900-00).
- Приложение к руководству (содержит дополнения или изменения основного руководства по эксплуатации)
- Компакт-диск с информацией об изделии со справочным руководством и руководством пользователя в формате PDF

Модель 6487

Ниже перечислены позиции, входящие в комплект поставки устройства модели 6487:

- Пикоамперметр модели 6487 с сетевым кабелем.
- Защитный триаксиальный экран-заглушка (CAP-31)
- Триаксиальный кабель 7078-TRX-3
- Набор кабелей типа «банан» модели 8607 мощностью 1 кВ
- 4-контактный коннектор блокировки типа «гнездо» CS-459
- Дополнительные принадлежности в соответствии с заказом.
- Калибровочный сертификат.
- Руководство пользователя для моделей 6485 и 6487 (шифр 6487-900-00).
- Компакт-диск с информацией об изделии со справочным руководством и руководством пользователя в формате PDF

Опции и дополнительные принадлежности

Входные кабели, разъемы и адаптеры для модели 6485

Входной кабель модели 4801 – коаксиальный кабель с низким уровнем шума длиной 1.2 метра с разъемами BNC типа «вилка» на обоих концах (один кабель модель 4801 включается в каждый заказ).

Модель 4802-10 – коаксиальный кабель с низким уровнем шума длиной 3 метра имеет только на одном конце разъем BNC типа «вилка» (другой конец без разъема).

Набор низкошумных кабелей модель 4803 – этот набор включает в себя:

- коаксиальный низкошумный кабель длиной 15 м (50 фт)
- 10 BNC-разъемов типа «вилка»
- 5 смонтированных в стойку BNC-гнезд

Адаптер модель 7078-TRX-BNC – Переходник с BNC-«гнездо» на Triaх-«вилка» с тремя желобками - для подключения BNC кабеля в систему с триаксиальными разъемами

Модель 8607 - Набор однополюсных кабелей для аналогового вывода (длина 1 м)

CA-186-1B – Адаптер с контактом типа «банан» в клемму (одна модель входит в комплект каждого заказа)

CAP-18 - Защитный колпачок на BNC-вход (одна модель CAP-18 входит в комплект каждого заказа)

CS-565 - Переходник с двумя BNC-гнездами

Входные кабели, разъемы и адаптеры для модели 6487

Цилиндрический адаптер 237-TRX-BAR— Этот адаптер позволяет соединять два триаксиальных кабеля вместе. На обоих концах адаптера располагается триаксиальные разъемы с плоскими контактами.

Триаксиальный кабель 237-ALG-2— Триаксиальный низкошумный кабель, длина 2 м, на одном конце трехпазовый триаксиальный вилочный разъем, на другом 3 зажима типа «крокодил».

Адаптер 237-TRX-T— Адаптер для перехода от трехпазового вилочного разъема к двойному разъему с тремя плоскими контактами для использования с триаксиальными кабелями типа 7078-TRX. Подходит для использования с источником напряжения модели 6487 в высоковольтном режиме.

Разъем 237-TRX-TBC— Триаксиальный проходной гнездовой разъем с тремя плоскими контактами и наконечником для использования в сборках специализированных панелей и интерфейсных соединениях. Подходит для использования с источником напряжения модели 6487 в высоковольтном режиме.

Триаксиальные кабели 7078-TRX-3, 7078-TRX-10, и 7078-TRX-20 — Триаксиальные низкошумные кабели с трехпазовыми триаксиальными вилокками на обоих концах. Длина кабеля типа -3 составляет 0.9 м, типа -10 – 3 м и типа -20 – 6 м.

Разъем 7078-TRX-TBC— Триаксиальный проходной гнездовой разъем с тремя плоскими контактами и наконечником для использования в сборках специализированных панелей и интерфейсных соединениях. Подходит для использования с источником напряжения модели 6487 в высоковольтном режиме.

Тестовое оборудование 8009 — Тестовое оборудование для измерения объёмного и поверхностного удельного сопротивления. Может сочетаться с пластиной диаметром от 64 до 102 мм (от 2 до 4") и толщиной до 3.175 мм (").

Набор измерительных выводов 8606 — В набор входят две «двухполюсные» вилки, два зажима типа «крокодил» и два измерительных наконечника с пружинным крючком. (Двухполюсные вилки и зажимы типа «крокодил» работают на 30 В RMS, 42.4 В; измерительные наконечники на 1000 В). Эти компоненты предназначены для работы с измерительными наконечниками высокой производительности с вилокками типа «банан» такие как, кабель типа «банан» модель 8607.

Высокопроизводительные кабели с разъемами типа «банан» 8607: Комплект из двух высоковольтных (1000 В) кабелей с разъемами типа «банан». На концах кабелей находятся вилки типа «банан» с выдвигаемыми штырями.

Защитный колпачок CAP-31 — Для использования с триаксиальными 3-контактными гнездами.

Кабели и разъемы для блокировки модель 6487

Кабель блокировки 6517-ILC-3—Используется для соединения разъема interlock в приборе типа 6487 с тестовым оборудованием типа 8009.

Кабель блокировки 8002-ILC-3—Используется для соединения схемы блокировки с защитной крышкой тестового оборудования со схемой блокировки в приборе типа 6487.

4-контактное гнездо блокировки CS-459— Соединение с помощью провода внешней цепи и блокировки прибора типа 6487.

GPIB, RS-232, адаптер и соединяющий кабели запуска

Защищенные кабели GBIP 7007-1 и 7007-2 — Подключение прибора типа 6485/6487 к шине GPIB с помощью защищенных кабелей и разъемов для сокращения электромагнитных помех (EMI). Длина модели 7007-1 1 м, модели 7007-2 2 м.

Кабель 7009-5 защищенный RS-232— Подключение прибора типа 6485/6487 к интерфейсу RS-232 с помощью защищенного кабеля и разъемов для сокращения электромагнитных помех (EMI). Длина модели 7009-5 1,5 м.

Кабели линии запуска 8501-1 и 8501-2 — Подключение пикоамперметра типа 6485/6487 к другим приборам с разъемами для линии запуска Trigger Link (например, к системе коммутации типа 7001). Модель 8501-1 имеет длину 1 метр, модель 8501-2 – 2 метра.

Адаптер линии запуска 8502 — Позволяет подключать линию запуска Trigger Link пикоамперметра типа 6517В к приборам, использующим стандартную технологию запуска от внешнего источника через разъем BNC (вход/выход).

Кабель линии запуска 8503 DIN в BNC— Позволяет подключать одну(Voltmeter Complete) или две (External Trigger) межзвеньевых линий запуска прибора типа 6485/6487 к устройству, в котором используется BNC-разъемы запуска. Модель 8503 в длину 1 м.

Комплекты для крепления в стойке

Модель 4288-1 - Комплект для установки в 19" стойку одного прибора

Модель 4288-2 - Комплект для установки в 19" стойку двух приборов (Модели 182, 428, 486, 487, 2000, 2001, 2002, 2010, 2400, 2410, 2420, 2430, 6430, 6485, 6487, 6517A, 7001).

Модель 4288-4 - Комплект для установки в 19" стойку двух приборов (Установка прибора модели 6485/6487 и 5.25" прибора (модели 195A, 196, 220, 224, 230, 263, 595, 614, 617, 705, 740, 775A, 6512)).

Сумка для транспортировки

Сумка для транспортировки модель 1050 с ручками и наплечным ремнем.

Дополнительные принадлежности

Для получения дополнительной информации вы можете обратиться к следующим документам:

Руководство по эксплуатации для модели 6485 (Instruction Manual) – Электронный документ на CD, входит в комплект поставки, включает в себя подробную информацию о всех операциях, проводимых с помощью пикоамперметра модели 6485, а также процедуры проверки рабочих характеристик, калибровки и ремонтных работ. См. www.keithley.com.

Справочное пособие для модели 6487 (Reference Manual) – Электронный документ на CD, входит в комплект поставки, включает в себя подробную информацию о всех операциях, проводимых с помощью пикоамперметра модели 6487, а также процедуры проверки рабочих характеристик, калибровки и ремонтных работ. См. www.keithley.com.

Справочник «Low Level Measurements» - руководство от компании Keithley для выполнения эффективных измерений низкого тока, низкого напряжения и высокого импеданса. См. www.keithley.com.

Характеристики пикоамперметров

Модели 6485/6487 – это высокопроизводительные пикоамперметры, используемые для измерения силы тока (модель 6487 имеют также функцию измерения сопротивления). В разделе 2 находится полное описание измерений с помощью пикоамперметров («Базовые схемы подключения» стр. 2-2). Характеристики пикоамперметров модели 6485/6487 включают:

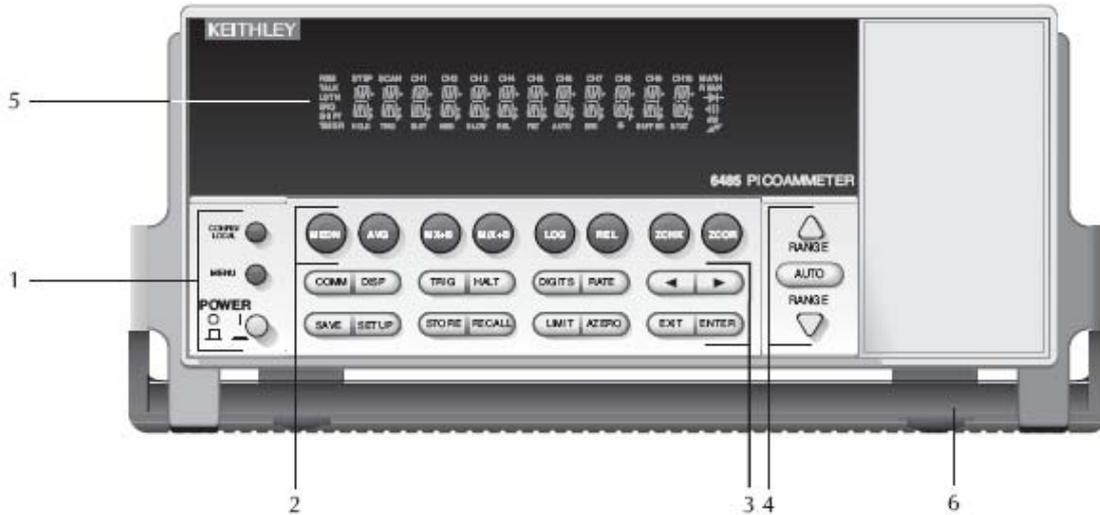
- Сохранение настроек установки – можно занести в память и вызвать из памяти пять наборов настроек установки прибора (три, заданные пользователем, настройки GPIB по умолчанию и заводские настройки).
- $mX+b$, $m/X+b$ (обратная формула – для вычитания сопротивления) и логарифмическая функция $\log 10$ – Математическая обработка отсчетов
- Вычитание константы - Обнуление или установка базовой линии (раздел 5)
- Буфер памяти – Сохранение данных в буфер памяти (Раздел 6)
- Контроль предельных значений - Два набора значений верхнего и нижнего пределов для контроля испытываемых устройств (см. Раздел 8 Справочного руководства прибора модели 6485 и Справочного руководства прибора модели 6487).
- Цифровой порт ввода-вывода (только для модели 6487)- Четыре выходных и один входной цифровой канал для контроля внешних цепей в качестве границы между предельными значениями и устройством подачи и перемещения компонентов.
- Интерфейс дистанционного управления – Возможно управление пикоамперметрами типа 6485/6487 через интерфейс IEEE-488 (GPIB) или RS-232 (Раздел 7).
- Источник напряжения (только для модели 6487) – Для функции измерения сопротивления используется внутренний источник напряжения ± 500 В (Раздел 3)
- Язык дистанционного программирования GPIB – При программировании через интерфейс GPIB используется язык SCPI или DDC.

Описание передней и задней панели пикоамперметра типа 6485

Описание передней панели

Передняя панель прибора модели 6485 изображена на рисунке 1-1.

Рис. 1-1
Передняя панель пикоамперметра типа 6485



ПРИМЕЧАНИЕ Чтобы задать свойства кнопкам, нажмите клавишу CONFIG/LOCAL (см. Специальные клавиши и включатель питания) и затем саму клавишу. Не все клавиши можно сконфигурировать.

1. Специальные клавиши и включатель питания
 - CONFIG При работе в ручном режиме используется для конфигурирования свойств клавиши, нажатой после CONFIG
 - LOCAL При работе в дистанционном режиме управления (горит индикатор REM) отменяет режим дистанционного управления через интерфейс GBIP
 - MENU Доступ к меню
 - POWER Выключатель питания. Перевод выключателя в положение I включает прибор; перевод выключателя в положение O выключает прибор

2. Функциональные клавиши
 - MEDN Используется для управления и изменения свойств медианного фильтра
 - AVG Используется для управления и изменения свойств усредняющего фильтра
 - MX+B Используется для выполнения и конфигурирования свойств математической функции $mX+b$
 - M/X+B Используется для выполнения и конфигурирования свойств математической функции $m/X+b$
 - LOG Используется для конвертирования выхода/дисплея в \log_{10} (режим on/off)
 - REL Используется для управления и конфигурирования свойств функции вычитания константы
 - ZCHK Используется для выполнения функции нуль-контроль
 - ZCOR Используется для управления функцией коррекция нуля (режим on/off)

3. Рабочие клавиши
 - COMM Используется для управления и изменения свойств связи (GBIP или RS-232)
 - DISP Используется для включения/выключения дисплея
 - TRIG Запуск процесса снятия показаний. Выводит прибор 6485 из нерабочего режима

HALT	Останавливает процесс измерения. Переводит прибор в нерабочий режим.
DIGITS	Настройка разрешения дисплея
RATE	Выбор скорости измерений
◀ и ▶	Перемещение курсора при выборе или редактировании значений
SAVE	Сохранение текущих настроек в буфер памяти
SETUP	Восстановление настроек по умолчанию (GPIB, заводских или заданных пользователем). Также используется для возвращения настроек свойств включения по умолчанию
STORE	Обращение к буферам и редактирование количества показаний, которые необходимо сохранить
RECALL	Отображение сохраненных показаний (включая максимальное, минимальное, пиковое, среднее и стандартное отклонение). Используйте клавиши диапазона для просмотра буфера и клавиши курсора для перемещения между номерами показаний, показаниями и отметками времени.
LIMIT	Проведение и создание измерений предельных значений
AZERO	Контроль автоматической коррекцией нуля (режимы on/off)
EXIT	Отмена выбора и переход к дисплею измерений
ENTER	Подтверждение выбора и переход к следующему пункту меню или возврат к дисплею измерений

4. Клавиши диапазона

	Выбор следующего большего диапазона измерения. Также используется для изменения верхнего предельного значения диапазона
	Выбор следующего меньшего диапазона измерения. Также используется для выбора нижнего предельного значения диапазона
AUTO	Включение и выключение автоматического выбора предела измерения

5. Индикаторы дисплея

* (звездочка)	Отсчет заносится в буфер памяти
	Индیکیрует наличие дополнительных вариантов выбора
AUTO	Включен автоматический выбор предела значений
BUFFER	Вызов занесенных в буфер памяти отсчетов
ERR	Сомнительное показание; недействительный этап калибровки
FAST	Выбрана высокая скорость обновления показаний
FILT	Задействован медианный и/или усредняющий фильтр для выбранной функции
LSTN	Прибор адресован на ожидание через шину GPIB
MATH	Задействована математическая функция вычисления $mX+b$, $m/X+b$ или \log_{10}
MED	Выбрана средняя скорость обновления показаний
REL	Задействована функция вычитания константы для выбранной функции
REM	Прибор находится в режиме дистанционного управления
SLOW	Выбрана низкая скорость обновления показаний; 6 PLC для 60 Гц или 5 PLC для 50 Гц.
SRQ	Сервисный запрос через шину GPIB
STAT	Отображение статистики буфера памяти
TALK	Прибор адресован на взаимодействие через шину GPIB
TIMER	Используется таймер запуска
TRIG	Выбран внешний запуск

6. Подставка

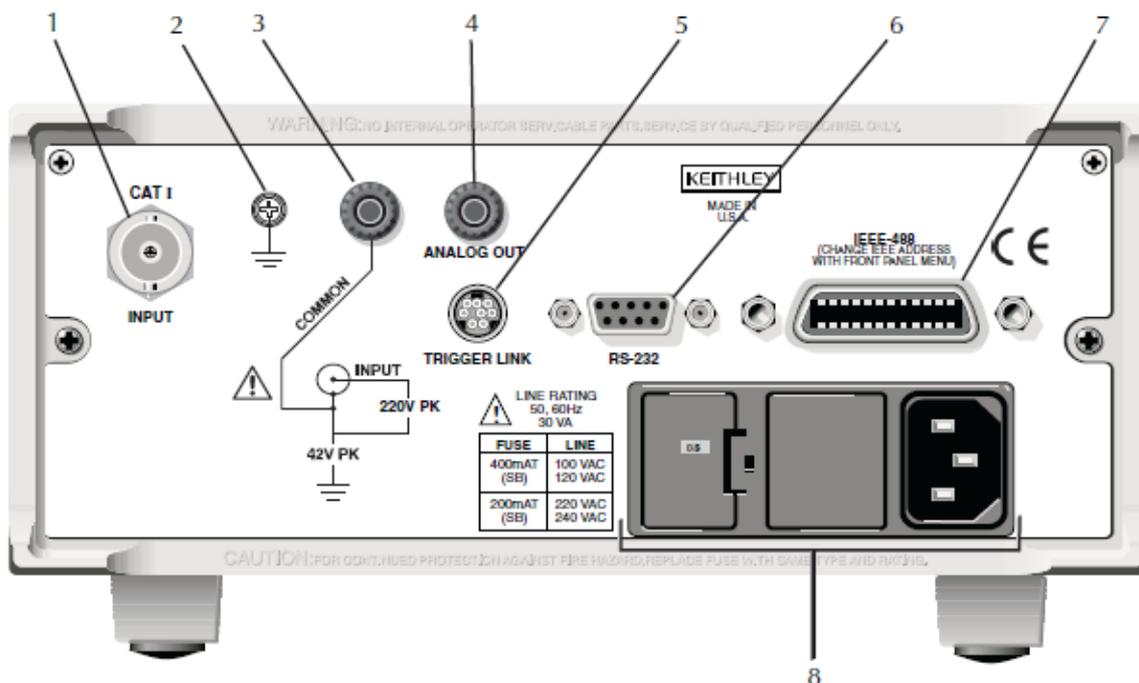
Выдвиньте подставку и расположите прибор в нужной позиции.

Описание задней панели пикоамперметра типа 6485

Задняя панель прибора типа 6485 изображена на рис. 1-2.

Рис. 1-2

Задняя панель прибора 6485



1. INPUT

Стандартный BNC-разъем типа «гнездо» используется для подключения измеряемого сигнала к прибору модели 6485. Сочетается с BNC-кабелем.

2. CHASSIS

Этот винт заземления используется для подключения ОБЫЧНОГО заземления к КОРПУСНОМУ через клемму заземления.

3. COMMON

Этот стандартный разъем типа «банан» может использоваться как для входа LO, так и как обычный для ANALOG OUT. Также может использоваться для заземления.

4. ANALOG OUT

Этот стандартный разъем типа «банан» поддерживает масштабированное выходное напряжение (во всех диапазонах полная шкала соответствует $\pm 2V$).

5. TRIGGER LINK (Линия запуска)

Восьмиконтактное соединение микро-DIN для обмена сигналами запуска между подключенными устройствами. Для подключения используйте кабель или адаптер для подачи сигнала запуска, такие модели как 8501-1, 8501-2, 8502 и 8503.

6. RS-232

Разъем DB-9, гнездо. Для работы с RS-232 используйте прямой (не нуль-модемный) экранированный кабель типа DB-9.

7. IEEE-488

Разъем для работы по шине IEEE-488 (GPIB). Используйте экранированный кабель, например, модель 7007-1 или модель 7007-2.

8. Блок питания

Имеет в своем составе розетку для подключения прибора к сети переменного тока и сетевые предохранители. Прибор может работать от сетевых напряжений в диапазоне от 115 В до 230 В переменного тока (номинальное значение) на частоте 50 Гц или 60 Гц в автоматическом режиме или через шину. При изменении сетевого напряжения необходимо заменить предохранители.

Аналоговый выход

В модели 6485 аналоговый выход находится на задней панели прибора. ANALOG OUT поддерживает масштабированное выходное напряжение (во всех диапазонах полная шкала соответствует $\pm 2V$). См. ANALOG OUT на стр. 2-14 для подробной информации.

Дисплей

Результаты измерений (показания) индицируются в технических единицах измерений или экспоненциальном представлении числа. Вспомогательные индикаторы указывают различные рабочие состояния. Полный список вспомогательных индикаторов приведен в на стр. 1-8 «Описание передней панели пикоамперметра типа 6485».

ПРИМЕЧАНИЕ При экспоненциальном представлении числа запрещается изменять разрешение дисплея.

Вы можете проверить работу цифровых сегментов дисплея и индикаторов, а также функционирование клавиш передней панели, используя функции меню (MENU) Display Test и Keys Test.

Статусные сообщения и сообщения об ошибках

Эти сообщения выводятся на дисплей моментально. При работе с прибором и при программировании вы встретите целый ряд сообщений на дисплее. Типичные статусные сообщения и сообщения об ошибках упоминаются в приложении В руководства по эксплуатации пикоамперметра типа 6485 (Instruction Manual).

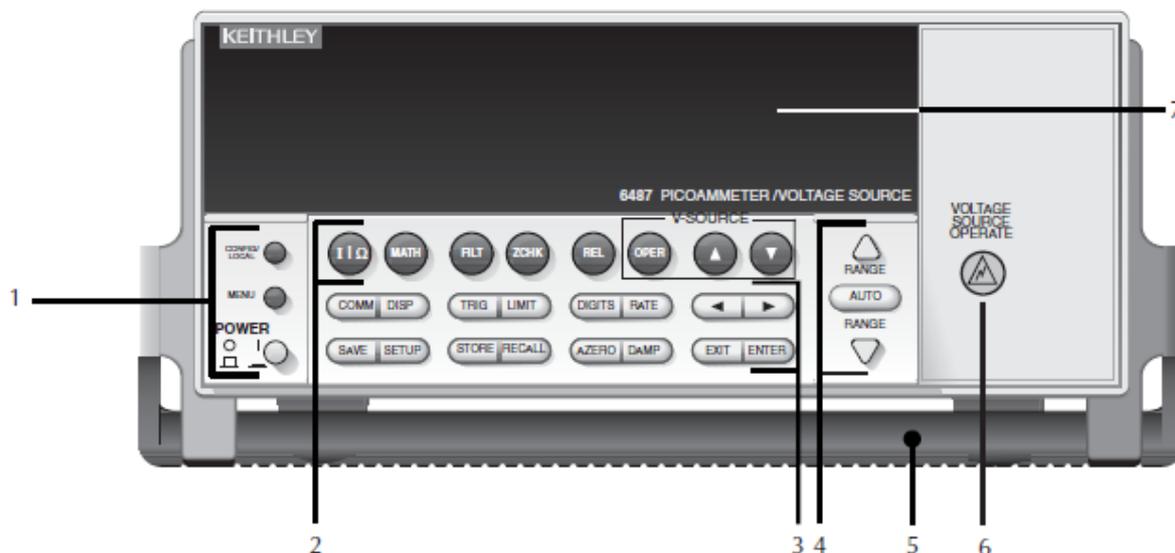
Описание передней и задней панели пикоамперметра типа 6487

Описание передней панели

Передняя панель пикоамперметра типа 6487 изображена на рис. 1-3.

Рис. 1-3

Передняя панель прибора 6487



ПРИМЕЧАНИЕ Чтобы задать свойства кнопкам, нажмите клавишу CONFIG/LOCAL (см. Специальные клавиши и выключатель питания) и затем саму клавишу. Не все клавиши можно сконфигурировать.

1. Специальные клавиши и выключатель питания

CONFIG	При работе в ручном режиме используется для конфигурирования свойств клавиши, нажатой после CONFIG
LOCAL	При работе в дистанционном режиме управления (горит индикатор REM) отменяет режим дистанционного управления через интерфейс GBIP
MENU	Доступ к меню
POWER	Выключатель питания. Перевод выключателя в положение I включает прибор; перевод выключателя в положение O выключает прибор

2. Функциональные клавиши

I Ω	Переключение между регулярными измерениями силы тока и сопротивления
MATH	Запускает выбранную математическую функцию (выбранную с помощью последовательности клавиш CONFIG >> MATH)
FILT	Включает фильтры (выбранные с помощью последовательности клавиш CONFIG >> FILT)
ZCHK	Используется для выполнения функции нуль-контроль
REL	Используется для управления и конфигурирования свойств функции вычитания константы

OPER	Переключает режимы источника напряжения (источник напряжения отображается индикатором). (Конфигурирование с помощью последовательности клавиш CONFIG >> OPER).
V-SOURCE	Увеличивает значение источника напряжения
V-SOURCE	Уменьшает значение источника напряжения

3. Рабочие клавиши

COMM	Используется для управления и изменения свойств связи (GBIP или RS-232)
DISP	Используется для включения/выключения дисплея
TRIG	Запуск процесса снятия показаний. Выводит прибор 6487 из нерабочего режима . используется также для конфигурирования свойств запуска.
LIMIT	Проведение и создание измерений предельных значений
DIGITS	Настройка разрешения дисплея
RATE	Выбор скорости измерений
◀ и ▶	Перемещение курсора при выборе или редактировании значений
SAVE	Сохранение текущих настроек в буфер памяти
SETUP	Восстановление настроек по умолчанию (GBIP, заводских или заданных пользователем). Также используется для возвращения настроек свойств включения по умолчанию
STORE	Обращение к буферам и редактирование количества показаний, которые необходимо сохранить
RECALL	Отображение сохраненных показаний (включая максимальное, минимальное, пиковое, среднее и стандартное отклонение). Используйте клавиши диапазона для просмотра буфера и клавиши курсора для перемещения между номерами показаний, показаниями и отметками времени.
AZERO	Контроль автоматической коррекцией нуля (режимы on/off)
DAMP	Контроль затухающей функции (режимы on/off)
EXIT	Отмена выбора и переход к дисплею измерений
ENTER	Подтверждение выбора и переход к следующему пункту меню или возврат к дисплею измерений

4. Клавиши диапазона

AUTO	Выбор следующего большего диапазона измерения. Также используется для изменения верхнего предельного значения диапазона Выбор следующего меньшего диапазона измерения. Также используется для выбора нижнего предельного значения диапазона Включение и выключение автоматического выбора предела измерения
------	---

5. Подставка

Выдвиньте подставку и расположите прибор в нужной позиции.

6. Индикатор VOLTAGE SOURCE OPERATE

Этот индикатор обозначает работу источника напряжения (выход источника напряжения включен). При включении прибора индикатор должен загореться примерно на 0.7 сек.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ При включенном индикаторе на разъемы V-SOURCE OUTPUT на задней панели подается опасное для жизни напряжение.

7. Индикаторы дисплея

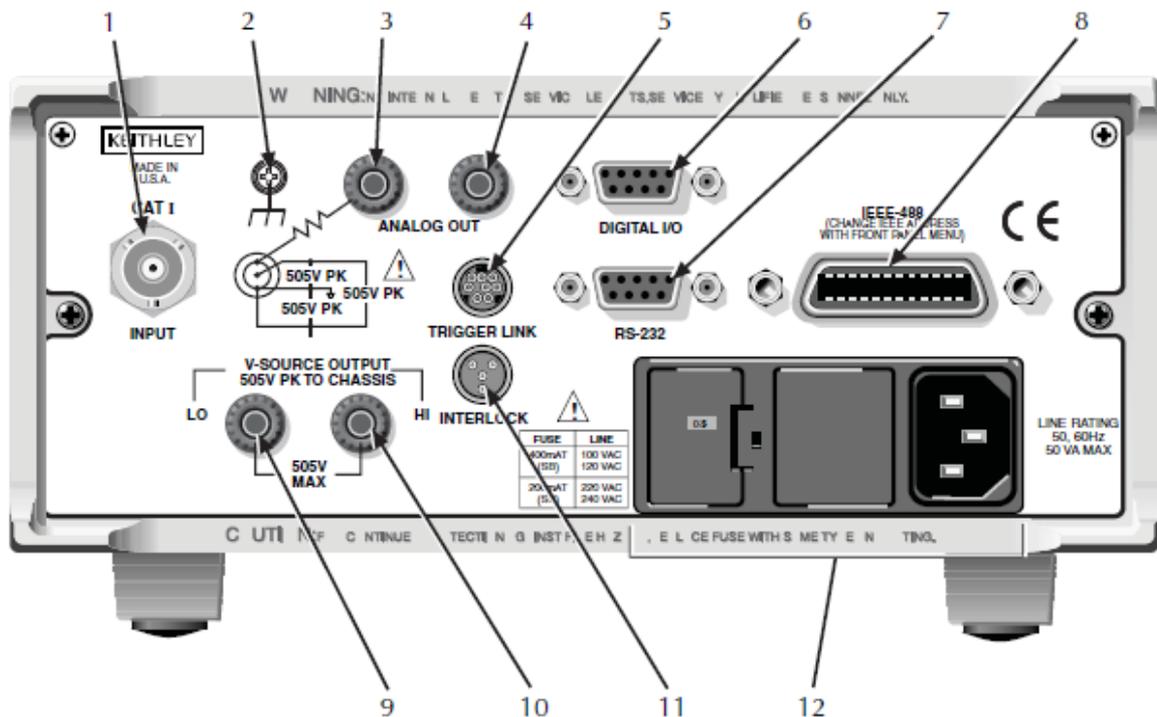
* (звездочка)	Отсчет заносится в буфер памяти
	Индицирует наличие дополнительных вариантов выбора
AUTO	Включен автоматический выбор предела значений
BUFFER	Вызов занесенных в буфер памяти отсчетов
ERR	Сомнительное показание; недействительный этап калибровки
FAST	Выбрана высокая скорость обновления показаний
FILT	Задействован медианный и/или усредняющий фильтр для выбранной функции
LSTN	Прибор адресован на ожидание через шину GPIB
MATH	Задействована математическая функция вычисления $mX+b$, $m/X+b$ или \log_{10}
MED	Выбрана средняя скорость обновления показаний
REL	Задействована функция вычитания константы для выбранной функции
REM	Прибор находится в режиме дистанционного управления
SLOW	Выбрана низкая скорость обновления показаний; 6 PLC для 60 Гц или 5 PLC для 50 Гц.
SRQ	Сервисный запрос через шину GPIB
STAT	Отображение статистики буфера памяти
TALK	Прибор адресован на взаимодействие через шину GPIB
TIMER	Используется таймер запуска
TRIG	Выбран внешний запуск
MON	Включена коррекция нуля
SCAN	Развертка напряжения готова к запуску
OCOMP	Источник напряжения в режиме ограничения

Описание задней панели пикоамперметра типа 6487

Задняя панель прибора изображена на рис. 1-4.

Рис. 1-4

Задняя панель пикоамперметра типа 6487



1. INPUT

Стандартный трехконтактный триаксиальный разъем-гнездо используется для подключения измеряемого сигнала к прибору 6487. Сочетается с триаксиальным кабелем типа «вилка» с тремя слотами.

2. CHASSIS

Этот винт заземления используется для подключения ОБЫЧНОГО заземления к КОРПУСНОМУ через клемму заземления.

3. COMMON

Этот стандартный разъем типа «банан» может использоваться как для входа LO, так и как обычный для ANALOG OUT. Также может использоваться для заземления. Обратите внимание, что сопротивление к входу LO из ANALOG OUT составляет 1 кΩ.

4. ANALOG OUT

Этот стандартный разъем типа «банан» поддерживает масштабированное выходное напряжение (во всех диапазонах полная шкала соответствует $\pm 2V$).

5. TRIGGER LINK (Линия запуска)

Восьмиконтактное соединение микро-DIN для обмена сигналами запуска между подключенными устройствами. Для подключения используйте кабель или адаптер для подачи сигнала запуска, такие модели как 8501-1, 8501-2, 8502 и 8503.

6. DIGITAL I/O

Разъем DB-9 типа «папа» для цифрового выходного сигнала и сигналов устройства подачи и перемещения компонентов

7. RS-232

Разъем DB-9, гнездо. Для работы с RS-232 используйте прямой (не нуль-модемный) экранированный кабель типа DB-9.

8. IEEE-488

Разъем для работы по шине IEEE-488 (GPIB). Используйте экранированный кабель, например, модель 7007-1 или модель 7007-2.

9. V-SOURCE OUTPUT LO

Стандартный разъем типа «банан» используется для подключения LO к источнику напряжения прибора 6487.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ При включенном индикаторе на передней панели на разъемы V-SOURCE OUTPUT на задней панели подается опасное для жизни напряжение

ОСТОРОЖНО Не подключайте внешние источники к источнику напряжения 6487. Внешние источники могут привести к повреждению источника напряжения 6487.

10. V-SOURCE OUTPUT HI

Стандартный разъем типа «банан» используется для подключения HI к источнику напряжения прибора 6487

ОСТОРОЖНО Не подключайте внешние источники к источнику напряжения типа 6487. Это может привести к повреждению источника напряжения 6487.

11. INTERLOCK

Разъем блокировки используется для подключения источника напряжения 6487 к испытательному приспособлению.

12. Блок питания

Имеет в своем составе розетку для подключения прибора к сети переменного тока и сетевые предохранители. Прибор может работать от сетевых напряжений в диапазоне от 115 В до 230 В переменного тока (номинальное значение) на частоте 50 Гц или 60 Гц в автоматическом режиме или через шину. При изменении сетевого напряжения необходимо заменить предохранители.

Источник напряжения

Источник напряжения 6487 поддерживает напряжение постоянного тока до ± 505 В и используется для функции измерения сопротивления. См. «Основные подключения к испытываемому устройству» на стр. 2-5.

Аналоговый выход

В модели 6487 аналоговый выход находится на задней панели прибора. ANALOG OUT поддерживает масштабированное выходное напряжение (во всех диапазонах полная шкала соответствует $\pm 2\text{В}$). См. ANALOG OUT на стр. 2-14 для подробной информации.

Цифровой вход/выход

Штыревой соединитель DB-9 для цифрового входа и цифровых выходов находится на задней панели прибора 6487. Для управления внешней схемой используются четыре контакта для цифрового вывода и один контакт для входного сигнала. См. раздел 8 Справочного руководства (Model 6487 Reference Manual).

Дисплей

Результаты измерений (показания) индицируются в технических единицах измерений или экспоненциальном представлении числа. Вспомогательные индикаторы указывают различные рабочие состояния. Полный список вспомогательных индикаторов приведен в на стр. 1-13 «Описание передней панели прибора модели 6487». На стандартном дисплее отображается в правой части значение источника напряжения.

ПРИМЕЧАНИЕ При экспоненциальном представлении числа запрещается изменять разрешение дисплея.

Для выключения или включения дисплея используйте клавишу DISP. Вы можете проверить работу цифровых сегментов дисплея и индикаторов, а также функционирование клавиш передней панели, используя функции меню (MENU) Display Test и Keys Test.

Статусные сообщения и сообщения об ошибках

Эти сообщения выводятся на дисплей моментально. При работе с прибором и при программировании вы встретите целый ряд сообщений на дисплее. Типичные статусные сообщения и сообщения об ошибках упоминаются в приложении В руководства по эксплуатации модели 6487 (Instruction Manual).

Включение прибора

Подключение сетевого шнура

Для подключения пикоамперметра типа 6485/6487 к сети и включению питания следуйте следующим указаниям:

1. Посмотрите в окошко узла держателя предохранителя и убедитесь в том, что переключатель сетевого напряжения на задней панели (см. рис. 1-2 и 1-4) установлен в соответствии с напряжением в Вашей электросети. В противном случае установите его, как описано в разделе 17 Руководства по эксплуатации (Instruction Manual) прибора 6485 или Справочного пособия (Reference Manual) прибора 6487.

ОСТОРОЖНО Подача на прибор неправильного сетевого напряжения может привести к его повреждению и аннулированию гарантии.

2. Прежде чем подключать сетевой шнур, проследите за тем, чтобы сетевой выключатель на передней панели находился в положении "выключено" (O).

3. Подключите сетевой шнур к сетевому разъему на задней панели прибора. Вставьте вилку на другом конце сетевого шнура в заземленную сетевую розетку.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ Прилагаемый к прибору 6485/6487 сетевой шнур содержит отдельный провод защитного заземления для подключения к заземленной розетке. При правильном подключении корпус прибора соединяется с заземлением электросети через этот провод в сетевом шнуре. Применение незаземленной розетки может привести к поражению людей электротоком вплоть до смертельного исхода.

4. Чтобы включить прибор, нажмите кнопку сетевого выключателя на передней панели, чтобы она была установлена в положении "включено" (I)

Частота электросети

Приборы 6485/6487 работают на частоте электросети 50 Гц или 60 Гц. При автоматическом определении частоты электросети (задано по умолчанию) прибор автоматически определяет и настраивает частоту электросети, поэтому на приборе отсутствуют переключатели для ее установки. Чтобы узнать частоту электросети используйте команду (запрос) :SYST:LFR? . По умолчанию стоит режим автоматического определения частоты электросети.

В шумных средах пользователь может вручную настроить прибор на требуемую частоту электросети с помощью передней панели или через шину. Для изменения частоты на передней панели используйте MENU/LFREQ. При дистанционном программировании используйте команду SYST:LFR <freq>.

Последовательность включения прибора

После включения прибора 6485/6487 происходят следующие действия:

1. Прибор 6485/6487 проводит самопроверку устройств EPROM и RAM; на короткое время засвечиваются все сегменты и вспомогательные индикаторы дисплея. (При включении прибора модели 6487 индикатор VOLTAGE SOURCE OPERATE высвечивается примерно на 0.7 сек). Если произошла ошибка при включении, на дисплее высвечивается сообщение об ошибке и загорается индикатор ERR. Список ошибок указан в Приложении В Руководства по эксплуатации (Instruction Manual) прибора 6485 или Справочного пособия (Reference Manual) прибора 6487.

ПРИМЕЧАНИЕ Если неполадки возникают в течение гарантийного периода, верните прибор изготовителю для ремонта

2. После выполнения самопроверки отображается номер версии ПО, например:

6485 A01 или 6487 A01

3. После проверки номера версии ПО высвечивается определенная частота электросети, например:

FREQ: 60Hz

4. После частоты электросети отображается информация выбранного интерфейса дистанционного управления:

a. GBIP – Если выбран интерфейс GBIP на дисплее прибора отображается выбранный язык программирования (SCPI или DDC) и начальный адрес.

Пример для модели 6485:

SCPI ADDR: 14
DDC ADDR: 14

Пример для модели 6487:

SCPI ADDR: 22
DDC ADDR: 22

b. RS-232 – Если выбран интерфейс RS-232 на дисплее прибора отобразится скорость передачи данных (в бодах). Например:

RS-232: 9600b

5. Если установлены заводские настройки запуска прибора по умолчанию, после отображения информации о связи прибор перейдет в режим измерений. При иных выбранных настройках запуска прибора отобразится сконфигурированные настройки. Например, если выбраны настройки USR1 (пользовательские настройки №1):

USING USR1

Настройки по умолчанию

У пикоамперметров типа 6485/6487 вы можете установить конфигурацию путем выбора одного из пяти вариантов установки параметров "по умолчанию". Варианты выбора - заводские наборы параметров (FACT), три пользовательских набора параметров (USR0, USR1 и USR2) и через шину GBIP. В состоянии поставки прибора после его включения устанавливается заводской (FACT) набор параметров "по умолчанию". Заводская (FACT) установка обеспечивает общий целевой запуск для передней панели, в то время как установка через шину (GBIP) делает то же самое при дистанционном программировании. Заводская установка и установка через шину перечислена в таблице 1-1 и таблице 1-2.

При включении прибора устанавливается набор параметров "по умолчанию", занесенный в память в качестве набора параметров, который должен устанавливаться после включения прибора.

ПРИМЕЧАНИЕ Заводская установка параметров "по умолчанию" занесена в память на заводе в виде наборов параметров USR0, USR1 и USR2.

Сохранение в памяти пользовательского набора параметров

Для сохранения в памяти пользовательского набора параметров установите нужную конфигурацию прибора 6485/6487 для данного измерительного применения, затем нажмите SAVE и выберите необходимые параметры (0=USR0, 1=USR1, 2=USR2). Для завершения процесса нажмите ENTER. При дистанционном программировании используйте команду *SAV.

Для сохранения в памяти параметров запуска нажмите CONFIG и затем SETUP, выберите FACT, USR0, USR1, USR2 или GBIP и нажмите ENTER. При дистанционном программировании используйте команду SYST:POS.

Восстановление набора параметров

Нажмите SETUP для открытия меню восстановления, затем выберите параметры (FACT, USR0, USR1, USR2 или GBIP) и нажмите ENTER. При дистанционном программировании используйте команду *RCL.

Восстановление заводского набора параметров «по умолчанию»

Используя переднюю панель, нажмите SETUP, выберите FACT и затем нажмите ENTER. Для восстановления параметров GBIP используйте команду *RST или для восстановления параметров передней панели при дистанционном программировании используйте команду SYST:PRES.

Таблица 1-1

Набор параметров «по умолчанию» для пикоамперметра типа 6485

Параметры	Заводские (Factory) (:SYStem:PRESet)	GBIP (*RST)
Trig Layer (CONF-TRIG): TRIG: Arm-In Source Event	TRIG-IN IMM	* *
Arm Layer (CONF-ARM): Arm-In Source Event Arm Count Input Trigger Link Line Source Bypass Output Trigger Link Line Output Trigger	IMM INF 1 НИКОГДА 2 OFF	* 1 * * * *
Buffer (STORE): Count	выключен не влияет	* *
Digital Filter (AVG): Count Type	Off 10 Текущий	* * *
Display Resolution (DIGITS)	5-точек	*
Format byte order	Смешанный	Нормальный
GPIB: Address Language	Не влияет («включен» на заводе) Не влияет (14 на заводе) Не влияет(SCPI на заводе)	* * *
Limit Tests: Limit 1 and Limit 2: HI and LO Values	выключен 1, -1	* *
Median Filter: Rank	Off 1	* *
MX+B: “M” Value “B” Value Units	1.0 0.0 X	* * * *
Log	OFF	*
M/X+B (reciprocal) “M” Value “B” Value Units	Выключен 1.0 0.0 X	* * * *
Range	AUTO	*

*Наборы заводских параметров (:SYStem:PRESet) и параметров с шины одинаковые. Отличные от заводских параметров параметры с шины показаны в таблице.

Таблица 1-1 (продолжение)

Параметры «по умолчанию» для прибора 6485

Параметры	Заводские (Factory) (:SYStem:PRESet)	GBIP (*RST)
Rate: NPLC	Медленная скорость 6.0 (60 Гц) или 5.0 (50 Гц)	*
Rel: Rel Value (VAL)	Off 0.0	*
RS-232: All Settings	Не влияет (на заводе Off) Не влияет	*
Trigger Layer (CONF- TRIG):	IMM	*
Trig-In Source Event	1	*
Trigger Count	0	*
Trigger Delay	1	*
Input Trigger Link Line	НИКОГДА	*
Source Bypass	2	*
Output Trigger Link Line		
Units	Не влияет	*
Zero Check	Включен	*
Zero Correct	Выключен	*

Таблица 1-2

Параметры «по умолчанию» для прибора 6487

Параметры	Заводские (Factory) (:SYStem:PRESet)	GBIP (*RST)
Arm Layer (CONFIG ARM):		
Arm-In Source Event	IMM	*
Arm Count	INF	1
Input Trigger Link Line	1	*
Source Bypass	НИКОГДА	*
Output Trigger Link Line	2	*
Output Trigger	OFF	*
Buffer (STORE):	выключен	*
Count	не влияет	*
Damping (DAMP)	On	
Digital Filter (FILT):	Off	*
Count	10	*
Type	Текущий	*
Display Resolution (DIGITS)	5-точек	*
Format byte order	Смешанный	Нормальный
Function	Амперметр	*
GPIB:	Не влияет («включен» на заводе)	*
Address	Не влияет (22 на заводе)	*
Language	Не влияет(SCPI на заводе)	*
Limit Tests:		
Limit 1 and Limit 2:	выключен	*
HI and LO Values	1, -1	*
Log (MATH)	OFF	*
Median Filter (FILT):	Off	*
Rank	1	*
M/X+B (MATH)	выключен	*
“M” Value	1.0	*
“B” Value	0.0	*
Units	X	*
Ohms Mode	нормальный	*
Range	AUTO	*
Rate:	Медленная скорость	*
NPLC	6.0 (60 Гц) или 5.0 (50 Гц)	*
Rel:	Off	*
Rel Value (VAL)	0.0	*

*Наборы заводских параметров (:SYStem:PRESet) и параметров с шины одинаковые. Отличные от заводских параметров параметры с шины показаны в таблице.

Таблица 1-2 (продолжение)

Параметры «по умолчанию» для прибора 6487

Параметры	Заводские (Factory) (:SYStem:PRESet)	GBIP (*RST)
RS-232: All Settings	Не влияет (на заводе Off) Не влияет	* *
Trigger Layer (CONFIG TRIG): Trig-In Source Event Trigger Count Trigger Delay Input Trigger Link Line Source Bypass Output Trigger Link Line	IMM 1 0 1 НИКОГДА 2	* * * * * *
Units	Не влияет	*
Voltage Source: Operate Amplitude Range Current Limit 10V Range Interlock Sweeps: Start Voltage Stop Voltage Step Voltage Center Voltage Span Voltage Delay	Off 0 В 10 В 25 мА Off 0 В 10 В 1 В 5 В 10 В 1 сек	* * * * * * * * * * *
Zero Check	Включен	*
Zero Correct	Выключен	*

Меню

Меню используется для настройки многих аспектов функционирования устройства, все меню перечислены в Таблице 1-3 и 1-4. Для получения подробной информации о каждом меню см. ссылки на разделы в таблицах. Для доступа в меню нажмите клавишу MENU. Используйте клавиши диапазона для просмотра доступных пунктов меню и клавиши курсора для изменения опций. Для сохранения изменений нажмите ENTER и покиньте меню. Нажмите EXIT для выхода из меню, не сохраняя изменения.

ПРИМЕЧАНИЕ Клавиша MENU используется для доступа к структуре меню. Однако, при режиме дистанционного управления через шину IEEE-488 (загорится индикатор REM), клавиша MENU не работает. Нажмите клавишу LOCAL для перехода в ручной режим и затем нажмите MENU для доступа к пунктам меню.

Таблица 1-3

Структура меню (для модели 6485)

Пункт меню	Описание	Ссылка
CAL	Доступ к следующим подпунктам меню калибровки: VOFFSET, COUNT, RUN, DATES, UNLOCK, LOCK и SAVE.	Руководство по эксплуатации (Instruction Manual) Раздел 16
TSTAMP	Формат метки времени может быть ABSOLUTE или DELTA	Раздел 6
UNITS	Результаты измерений (показания) индицируются в технических единицах измерений или экспоненциальном представлении числа	
TEST	Запуск проверки дисплея или клавиш	Руководство по эксплуатации (Instruction Manual) Раздел 17
SNUM	Отображение серийного номера прибора	
LFREQ	Ручная настройка частоты электросети на 50 Гц или 60 Гц или автоматический режим. Число после индикатора AUTO обозначает настоящее значение определенной частоты.	«Частота электросети» стр. 1-19

Таблица 1-4
Структура меню (для модели 6487)

Пункт меню	Описание	Ссылка
CAL	Доступ к следующим подпунктам меню калибровки: VOFFSET, COUNT, RUN, VSRC-RUN, DATES, UNLOCK, LOCK и SAVE.	Руководство по эксплуатации (Instruction Manual) Раздел 16
TSTAMP	Формат метки времени может быть ABSOLUTE или DELTA	Раздел 6
UNITS	Результаты измерений (показания) индицируются в технических единицах измерений или экспоненциальном представлении числа	
TEST	Запуск проверки дисплея или клавиш	Руководство по эксплуатации (Instruction Manual) Раздел 17
SNUM	Отображение серийного номера прибора	
LFREQ	Ручная настройка частоты электросети на 50 Гц или 60 Гц или автоматический режим. Число после индикатора AUTO обозначает настоящее значение определенной частоты.	«Частота электросети» стр. 1-19

Программирование SCPI

На протяжении всего руководства операции на передней панели сопровождаются информацией по программированию SCPI. Команды SCPI перечислены после таблиц и дополнительная информация, касательно дистанционного программирования, находится после каждой таблицы. В таблицах SCPI вы можете найти ссылку на соответствующий раздел данного руководства.

ПРИМЕЧАНИЕ В данном руководстве вырезаны таблицы SCPI, т.к. они НЕ содержат необязательные командные слова и запросы. Полный список команд SCPI см. в разделе 14 Руководства по эксплуатации (Instruction Manual) прибора 6485 или Справочного пособия (Reference Manual) прибора 6487.

Необязательные командные слова

Для поддержания соответствия со стандартом IEEE-488.2 прибор модели 6485/6487 воспринимает необязательные командные слова. Всякое командное слово, помещенное в квадратные скобки ([]), является необязательным и не подлежит обязательному включению в командное сообщение. Примеры программирования в данном руководстве являются краткими и не содержат такие слова.

Команды запроса

Большинство командных слов имеют форму запроса. Команда запроса идентифицируется вопросительным знаком (?) после командного слова. Команда запроса запрашивает запрограммированный статус этой команды. Когда посылается команда запроса, и прибор 6485/6487 адресуется на взаимодействие, то на компьютер посылается ответное сообщение.

2 Схемы подключения

- Базовые схемы подключений – Базовая информация по подключению тестовых схем к пикоамперметру.
- Базовые схемы подключения к тестируемому устройству – Информация по тестовых схемам подключения к пикоамперметру для измерений тока и измерений сопротивления (только для модели 6487)
- Тестовое оборудование – Описание универсального тестового оборудования (модель 8009)
- Блокировка пикоамперметра типа 6487 – Информация по блокировке пикоамперметра типа 6487, используемая для безопасности.
- Аналоговый выход – Схемы подключения аналогового выхода и информация о том, когда лучше использовать аналоговый выход
- Рекомендации измерений – Информация некоторых факторах, которые могут повлиять на точность измерений

Базовые схемы подключений

В данном разделе находится описание базовых схем подключений входного сигнала к приборам 6485 и 6487. Стандартные схемы подключений даны в «Базовые схемы подключений к тестируемому устройству» на стр. 2-5. Более подробная информация по схемам подключения для определенных измерений даны в Разделе 3.

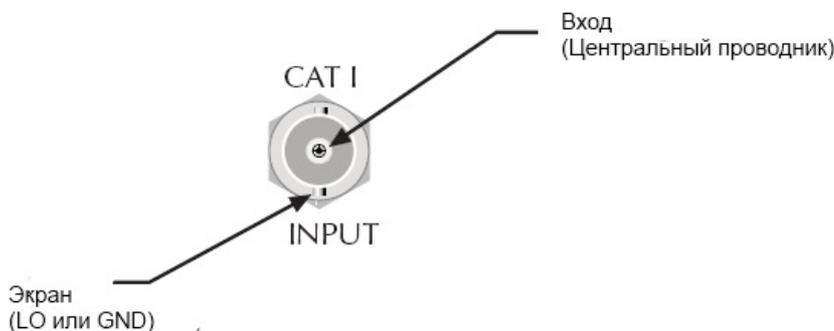
Подключения для прибора 6485

Входной разъем INPUT

Разъем INPUT на задней панели прибора представляет из себя разъем с двумя BNC-гнездами (Рис. 2-1). Для подключения используйте BNC-кабель типа «папа» (см. «Малозумящие входные кабели» стр. 2-3).

Рис. 2-1

Входной BNC-разъем для модели 6485



Максимальные уровни входного сигнала

Максимальные уровни входного сигнала для модели 6485 приведены на рисунке 2-2.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Максимальный уровень напряжения между пикоамперметром LO и корпусным заземлением (обычный режим напряжения) составляет 42 В. Прибор 6485 внутренне не ограничивает напряжение между LO и корпусом. Для предотвращения электрического удара и/или повреждения устройства **НЕ ПРЕВЫШАЙТЕ** максимальный уровень напряжения.

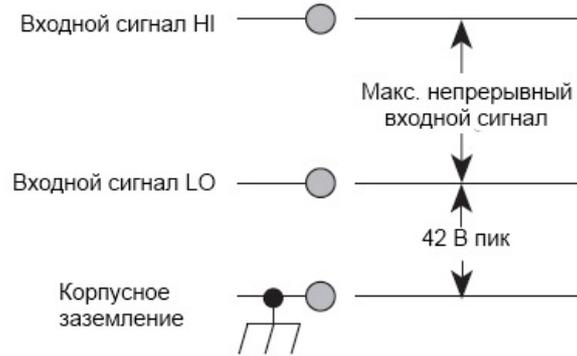
ОСТОРОЖНО

Пробивное напряжение между LO и корпусом составляет 500 В. Превышение этого напряжения может привести к повреждению устройства.

Подключение COMMON или ANALOG OUTPUT к заземлению при незаземленном входном сигнале может привести к повреждению устройства.

ПРИМЕЧАНИЕ Аналоговые выходы должны быть под тем же напряжением, что и подаваемое напряжение на BNC-корпус.

Рис. 2-2

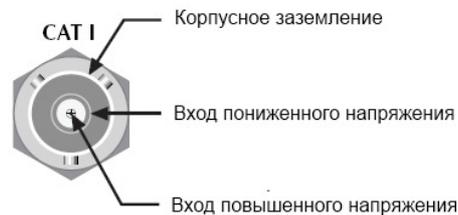
Максимальные уровни входного сигнала для прибора 6485**Малозумящие входные кабели**

При выполнении прецизионных измерений необходимо использовать малозумящие кабели. Старайтесь всегда использовать самый короткий кабель для измерений. См. «Входные кабели, разъемы и адаптеры для прибора 6485» на стр. 4-1.

Схемы подключения для прибора 6487**Входной разъем INPUT**

Разъем INPUT на задней панели прибора представляет из себя триаксиальный разъем с тремя гнездами (Рис. 2-3). Для подключения используйте триаксиальный кабель типа «папа» (см. «Входные малозумящие кабели» стр. 2-3).

Рис. 2-3

Триаксиальный входной разъем для модели 6487

Разъемы для выхода источника напряжения

Разъемы V-SOURCE OUTPUT HI и LO (см. Рис. 1-4 в Разделе 1) используются для подключения источника напряжения к тестируемому устройству. Источник напряжения используется в основном для измерений сопротивления. См. «Схемы подключения для измерений сопротивления» на стр. 2-7.

Максимальные уровни входного сигнала

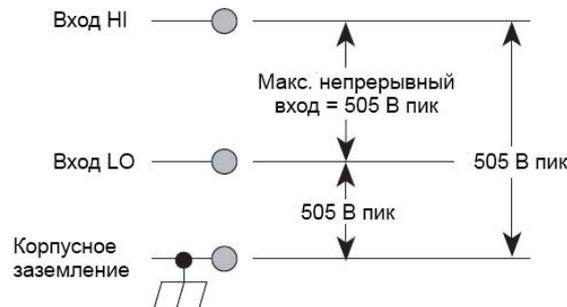
Максимальные уровни входного сигнала для прибора 6487 указаны на рис. 2-4.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Максимальное безопасное напряжение между источником напряжения или амперметром и корпусным заземлением (обычный режим напряжения) составляет 505 В. Превышение данного напряжения может привести к поражению электрическим током.

Рис. 2-4

Максимальные уровни входного сигнала для прибора 6487



Соединительные кабели и измерительные выводы

При выполнении прецизионных измерений необходимо всегда использовать малошумящие триаксиальные кабели для соединений INPUT. Старайтесь всегда использовать самый короткий кабель для измерений. При использовании источника напряжения измерительные выводы должны быть предназначены для работы при напряжении не менее 505 В и иметь защитное покрытие. См. «Входные кабели, разъемы и адаптеры для прибора 6487» на стр. 1-5.

Базовые схемы подключения к тестируемому устройству

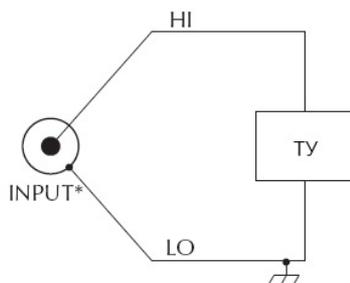
Схемы подключения прибора 6485 к тестируемому устройству

Схемы подключения

Базовые схемы подключения показаны на рисунке 2-5, тестируемое устройство – измерение силы тока. Выход с высоким потенциалом подсоединяется к центральному проводнику входного разъема и выход с низким потенциалом – к корпусу разъема.

Рис. 2-5

Базовые схемы подключения для прибора 6485



* Максимальные непрерывные входные сигналы
220 В пик, постоянное напряжение до 60 Гц гармонической волны

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Если тестируемое устройство или внешний источник питания способен подавать напряжение более 24 В на вход HI, соединение между входом LO и внешним источником напряжения обязательно должно иметь значительно маленький импеданс и проводить ток короткого замыкания источника, чтобы LO не превышал напряжение 42 В.

ОСТОРОЖНО

Для тестируемых устройств, способных подавать напряжение более 220 В необходимо иметь резисторы для ограничения тока. Подача напряжения выше 220 В на прибор 6485 может привести к его повреждению.

Шумоизолирующие экраны и экраны безопасности

На рисунке 2-6 показано стандартное экранирование измерений. Шумоизолирующий (противозумный) экран используется для защиты испытательной цепи от проникновения нежелательных сигналов. Эффективная система экранирования может оказать положительное воздействие на сигналы ниже 1 мкА. Как правило, металлические шумоизолирующие экраны должны быть подключены к входу LO, как показано ниже на рис. 2-6. Также на нем изображено подключение LO к грунтовому заземлению с помощью заземляющего кабеля.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

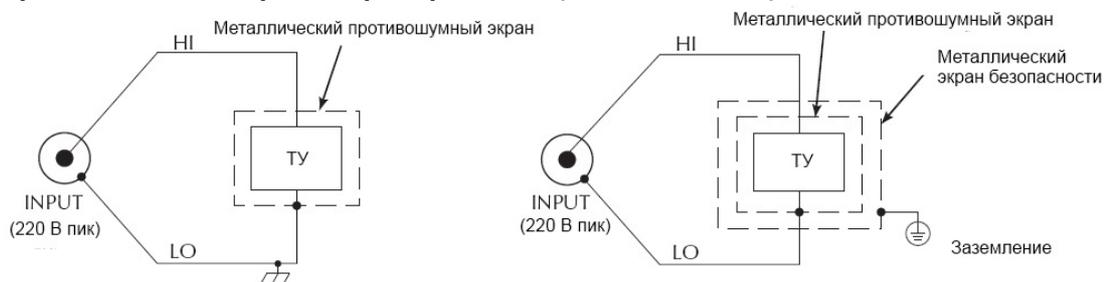
Максимальное безопасное напряжение между источником напряжения или амперметром и корпусным заземлением (обычный режим напряжения) составляет 505 В. Превышение данного напряжения может привести к поражению электрическим током.

Если тестируемое устройство или внешний источник питания способен подавать напряжение более 24 В на вход HI, соединение между входом LO и внешним источником напряжения обязательно должно иметь значительно маленький импеданс и проводить ток короткого замыкания источника, чтобы LO не превышал напряжение 42 В.

ОСТОРОЖНО

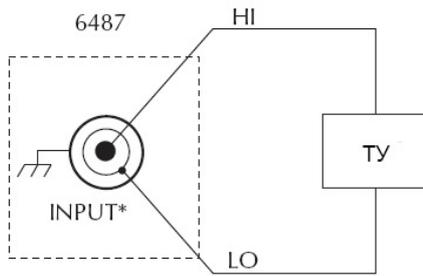
Пробивное напряжение между LO и корпусом составляет 500 В. Превышение данного напряжения может привести к повреждению прибора.

Рис. 2-6

Экранирование для измерений прибором 6485 (незащищенное)**А. Противозумный экран****В. Экран безопасности****Схемы подключения прибора 6487 к тестируемому устройству****Схемы подключения при измерении тока**

На рис. 2-7 изображены базовые схемы подключения для измерений силы тока; тестируемое устройство – сила тока. Выход с высоким потенциалом подсоединяется к центральному проводнику входного разъема и выход с низким потенциалом – к входу LO разъема (внутренний экран).

Рис. 2-7

Базовые схемы подключения при измерении силы тока прибором 6487

* Максимальный непрерывный входной сигнал: 505 В пик

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Если тестируемое устройство или внешний источник питания способен подавать напряжение более 505 В на вход HI, соединение между входом LO и внешним источником напряжения обязательно должно иметь значительно маленький импеданс и проводить ток короткого замыкания источника, чтобы LO не превышал напряжение 505 В.

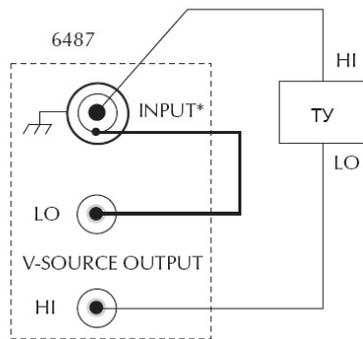
ОСТОРОЖНО

Для тестируемых устройств, способных подавать напряжение более 505 В необходимо иметь резисторы для ограничения тока. Подача напряжения на вход HI выше 505 В может привести прибор 6487 к повреждению.

Схемы подключения для измерения сопротивления

На рис. 2-8 изображены базовые схемы подключения для измерения сопротивления; ТУ – сопротивление, которое необходимо измерить. Выход с высоким потенциалом подсоединяется к центральному проводнику входного разъема и выход с низким потенциалом – к разъему V-SOURCE OUTPUT HI. Обратите внимание, что INPUT LO и V-SOURCE OUTPUT LO внешне соединены между собой.

Рис. 2-8

Базовая схема подключения при измерении сопротивления прибором 6487

* Максимальный непрерывный входной сигнал: 505 В пик

Шумоизолирующие экраны и экраны безопасности

На рисунке 2-9 показано стандартное экранирование измерений. На рисунке (А) изображен шумоизолирующий (противозумный) экран, который используется для защиты испытательной цепи от проникновения нежелательных сигналов. Эффективная система экранирования может оказать положительное воздействие на сигналы ниже 1 мкА. Как правило, металлические шумоизолирующие экраны должны быть подключены к входу LO. Также на рис. 2-9 (В) изображен экран безопасности, подключенный к грунтовому заземлению и корпусу прибора 6487. Такой тип экранирования должен использоваться всегда, когда подается опасное для испытательной цепи напряжение.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

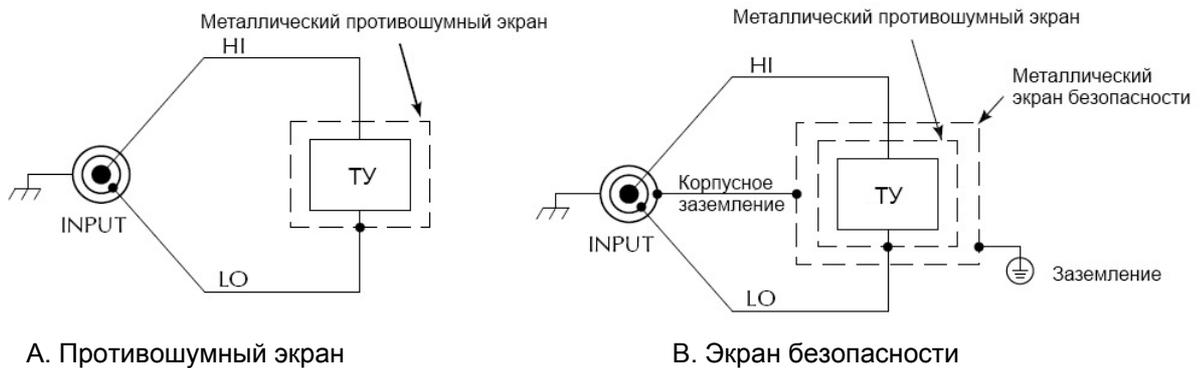
Максимальное безопасное напряжение между источником напряжения или амперметром и корпусным заземлением (обычный режим напряжения) составляет 505 В пик. Прибор 6487 внутренне не ограничивает напряжение между LO и корпусом. Напряжение выше 505 В может привести к поражению электрическим током.

Если тестируемое устройство или внешний источник питания способен подавать напряжение более 505 В на вход HI, соединение между входом LO и внешним источником напряжения обязательно должно иметь значительно маленький импеданс и проводить ток короткого замыкания источника, чтобы LO не превышал напряжение 505 В.

ОСТОРОЖНО

Пробивное напряжение между LO и корпусом составляет 505 В. Превышение данного напряжения может привести к повреждению прибора.

Рис. 2-9

Экранирование для измерений прибором 6487 (незащищенное)**Перегрузка входного напряжения (Сообщение OVRVOLT)**

При нормальной работе прибора между входом HI и разъемами LO прибора 6485/6485 не должно быть сильного напряжения. Однако при неправильной работе тестируемого устройства может произойти короткое замыкание между пользовательским источником напряжения и прибором модели 6485/6487. В этом случае защитные схемы в приборе 6485/6487 ограничивают движение тока для сильноточных диапазонов (от 20 μ A до 20 mA). Также при работе на диапазоне от 2 mA до 20 mA или когда включена автоматическая настройка диапазонов до данных диапазонов как реакция на подаваемое напряжение, если напряжение на входе превышает 60 В, прибор 6485/6487 переходит от функции ограничителя тока к входному импедансу 1 M Ω - 3M Ω для предотвращения превышения мощности рассеяния. При изменении защитной схемы появляется сообщение OVRVOLT. Та же информация доступна через дистанционное программирование.

Для возврата прибора к нормальной работе необходимо устранить перегрузку входного напряжения. Как только входное напряжение будет снижено до 60 В, защитная схема изменится на функцию ограничения тока, пока сила тока не уменьшится до допустимого уровня (по шкале). Работа при напряжении близком к 60 В, но не превышающем 60 В, может привести к перегреванию прибора и поэтому, возможно, потребуется время для его охлаждения перед тем, как вернуться к снятию точных измерений.

Использование тестового оборудования

Для снятия прецизионных измерений и для безопасности при работе с высоким напряжением (более 30 В) используйте защищенное тестовое оборудование с низким уровнем утечки.

Универсальное тестовое оборудование

На рисунке 2-10 и 2-11 показаны схемы подключения к универсальной испытательной арматуре. Данная испытательная арматура соответствует различным требованиям соединений.

Рис. 2-10

Схема подключения универсального тестового оборудования к прибору модели 6485.

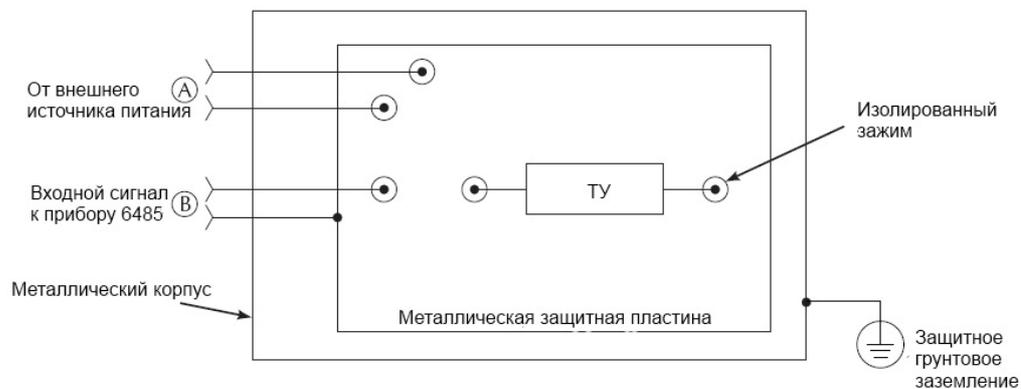
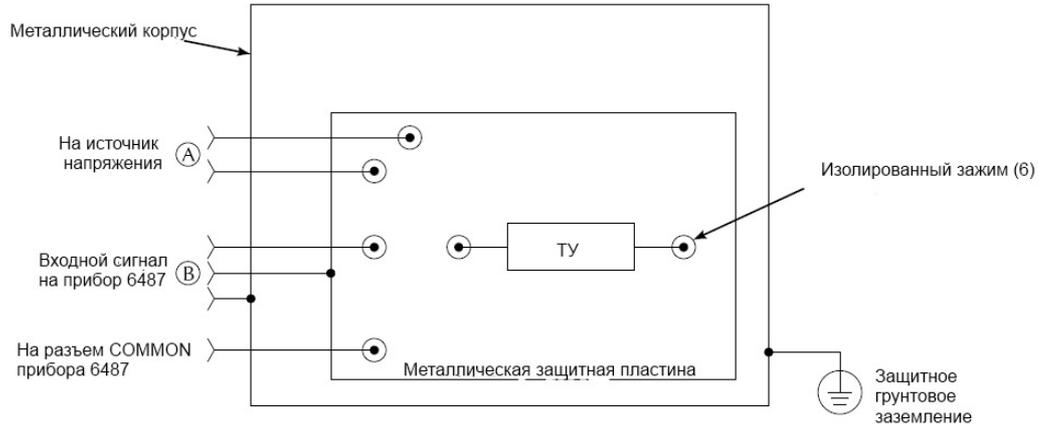


Рис. 2-11

Схема подключения универсального тестового оборудования к прибору модели 6487.

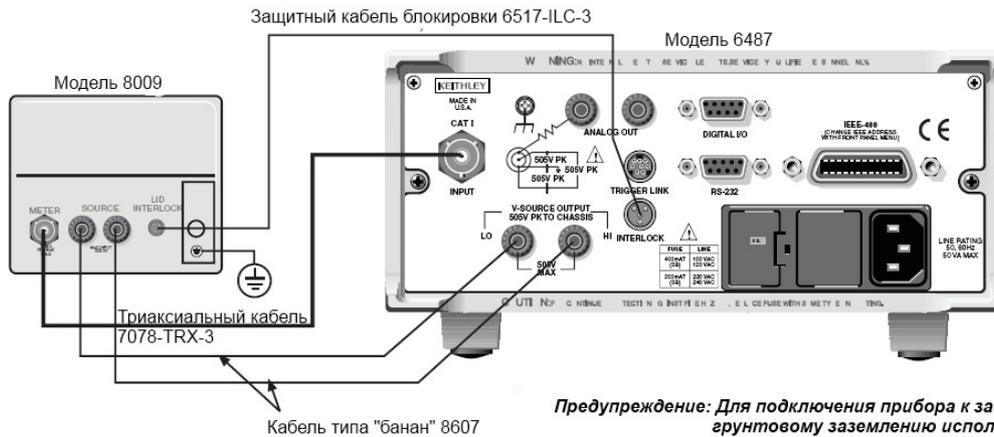


Тестовое оборудование для измерения удельного сопротивления (модель 8009)

Данное тестовое оборудование допускает объемное удельное сопротивление на диапазоне от 10^3 до 10^{18} Ω -см и поверхностное удельное сопротивление на диапазоне от 10^3 до 10^{17} $\Omega/\text{см}^2$. На рисунке 2-12 изображена стандартная схема подключения к прибору модели 6487.

Рис. 2-12

Стандартная схема подключения к прибору 6487 для измерений с помощью тестового оборудования модели 8009.



Предупреждение: Для подключения прибора к защитному грунтовому заземлению используйте заземляющий провод, входящий в комплект поставки тестируемого прибора.

Блокировка прибора 6487

Модель 6487 имеет встроенную блокирующий выключатель, работающий вместе с источником напряжения. Этот выключатель не позволяет источнику напряжения работать на диапазонах выше 50 В и 500 В, а также на диапазоне 10 В для обеспечения безопасных измерений.

Схемы подключения блокирующего выключателя

На рисунке 2-13 изображена схема подключения и диаграмма контактов блокирующего выключателя. Как правило, разъем INTERLOCK соединяется с разъемом такого же типа на испытательной арматуре. Как показано на рисунке, разомкнутый выключатель подключается к контактам 1 и 2 разъема INTERLOCK. Если выключатель разомкнут, то блокировка включена, следовательно, источник напряжения не сможет работать при диапазонах напряжения 50 В и 500 В, а также для диапазона 10 В.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Если источник напряжения работал при включенной блокировке, источник напряжения переходит в состояние высокого импеданса, возможно оставляя заряженной емкость тестируемого устройства

Работа с блокировкой

Блокировка работает всегда при диапазонах источника напряжения 50 В и 500 В. Чтобы активизировать выход источника напряжения, необходимо соединить вместе контакты 1 и 2 разъема INTERLOCK. Для диапазона 10 В блокировка является необязательной и может управляться с помощью дистанционного программирования. Чтобы включить блокировку на диапазоне 10 В используйте команду :SOUR:VOLT:INT ON. Для выключения блокировки на диапазоне 10 В используйте команду :SOUR:VOLT:INT OFF.

Рис. 2-13

Схема подключения блокирующего выключателя к модели 6487



Чем отличается работа блокировки в приборе модели 487 и модели 6487?

В модели 487 используется 3-контактный DIN разъем, а в модели 6487 – 4-контактный DIN разъем.

Блокировка в модели 487 ограничивает выход источника напряжения только с кабелем модели 236-ILC-3. Если данный кабель не подключен, модель 687 допускает работу прибора на диапазонах 50 В или 500 В. Блокировка в модели 6487 будет активна, пока контакты 1 и 2 не будут подключены через внешний выключатель пользователем.

Блокировка защищает источник напряжения типа 487 только, если подсоединен кабель модели 236-ILC-3. Без этого кабеля прибор типа 487 пропускает выход источника напряжения на диапазонах 50 В или 500 В. Пикоамперметр типа 6487 будет производить блокировку источника напряжения, только если контакты 1 и 2 не подсоединены пользователем к блокирующему выключателю. В приборе 6487 допускается по фабричным настройкам диапазон 10 В без подсоединения внешней блокировки, но могут быть заданы настройки, которые требуют подключения внешней блокировки.

При превышении диапазона 50 В или 500 В на передней панели пикоамперметра типа 6487 высветится сообщение об ошибке CLOSE INTLCK. В режиме программы-эмулятора DDC модели 487 модель 6487 отображает на передней панели сообщение DDDCO ERROR, когда посылается команда «O1». Модель 487 в этом случае отображает ошибку INTERLOCK. Статусное сообщение об источнике напряжения «U9» означает одно и то же для модели 487 и для модели 6487 в программе-эмуляторе DDC.

Аналоговый выход

На задней панели пикоамперметров типа 6485/6487 расположен аналоговый выход. Разъем ANALOG OUT пропускает масштабированный инверсный выход ± 2 В.

ОСТОРОЖНО Подключение разъемов COMMON или ANALOG OUT к заземлению при незаземленном входном сигнале может привести к повреждению прибора.

На рисунке 2-14 (модель 6485) и на рисунке 2-15 (модель 6487) изображена схема подключения для данного выхода. Для полномасштабного входного сигнала (т.е. 2 мА на диапазоне 2 мА), выход будет равен -2 В. Аналоговый входной сигнал 2 В не корректируется во время калибровки. Выходной импеданс в модели 6485 равен 1 к Ω , а в модели 6487 выходной импеданс равен <100 Ω . Чтобы уменьшить влияние нагрузки, входной импеданс устройства, подключенный к разъему ANALOG OUT, должен быть максимально высоким.

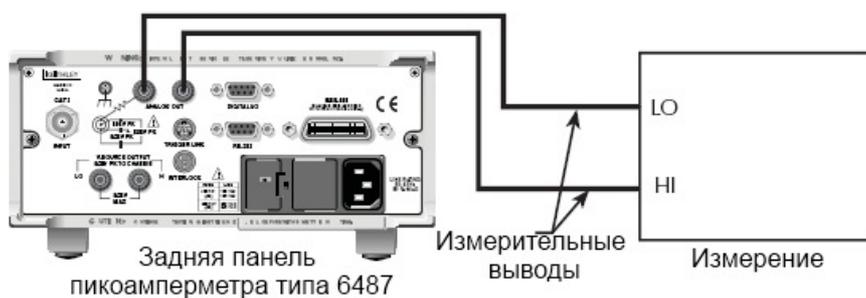
Рис. 2-14

Схема подключения аналогового выхода (модель 6485)



Рис. 2-15

Схема подключения аналогового выхода (модель 6487)



Рекомендации по измерениям

Существует несколько факторов, которые стоит учитывать во время низкоуровневых измерений. Они сведены в таблице 2-1 и полное описание можно найти в Приложении С руководства по эксплуатации пикоамперметра типа 6485 и Приложении G справочного руководства пикоамперметра типа 6487, а также в приложении В в данном руководстве. Для более подробной информации по выполнению низкоуровневых измерений смотрите справочник Low Level Measurements компании Keithley.

Таблица 2-1

Рекомендации по измерениям

Элемент	Описание
	Для подробной информации см. Приложение С руководства по эксплуатации пикоамперметра типа 6485 и Приложение G справочного руководства пикоамперметра типа 6487
Входной ток смещения	Входной ток смещения в приборе 6485/6487 может повлиять на измерение малых токов.
Смещение напряжения	Смещение напряжения в приборе 6485/6487 может привести к появлению ошибок, если превышает напряжение измеряемой цепи.
Шум	Шум производится сопротивлением и емкостным сопротивлением источника питания.
	См. Приложение В для подробной информации
Контур заземления	Несколько точек заземления могут привести к ошибочным входным сигналам.
Трибоэлектрический эффект	Зарядный ток, образующийся в кабеле из-за трения между проводником и окружающим изолятором (т.е. искревление триаксиального кабеля)
Пьезоэлектрический эффект и эффект накопленного заряда	Токи, образующиеся при механическом воздействии на изолирующие материалы
Электрохимический эффект	Токи, образующиеся при формировании химических батарей на схемной плате, вызванные попаданием ионов.
Влажность	Сокращает сопротивление изоляции на платах ПК и тестовых изоляторах.
Освещение	Светочувствительные компоненты должны тестироваться в свободной от света среде.
Электростатические помехи	Заряд, полученный, когда заряженное устройство было пронесено мимо тестируемого устройства.
Магнитные поля	Присутствие магнитных полей может создать ЭДС (напряжение)
Электромагнитные поля (EMI)	Электромагнитные поля от внешних источников (например, радио и телевизор) могут повлиять на чувствительные измерения.

3 Измерения и подача напряжения

- Обзор измерений – описание основных измерений и работы источника напряжения типа 6485/6487
- Работа прибора – период разогрева, коррекция смещения напряжения, автоматическая подстройка нуля, проверка нуля и коррекция нуля.
- Измерения тока – основные процедуры измерения тока
- Измерения сопротивления в модели 6487 – описывается установка и использование функции измерения сопротивления
- Работа источника напряжения в модели 6487 – конфигурирование и использование источника напряжения

Обзор измерений

Измерения силы тока

В Таблице 3-1 указаны основные измерения тока с помощью прибора типа 6485 и 6487. Погрешность для этих измерений и диапазона перечислены в спецификациях (Приложение А).

Таблица 3-1

Основные измерения силы тока с помощью прибора модели 6485 и 6487

Функция	Диапазон измерений	Доступные диапазоны
Амперметр	От ± 10 фА до ± 21 мА	2 нА, 20 нА, 200 нА, 2 μ А, 20 μ А, 200 μ А, 2 мА и 20 мА

Источник напряжения (модель 6487)

В таблице 3-2 представлены основные характеристики источника напряжения прибора 6487. Погрешность указана в спецификациях (Приложение А).

Таблица 3-2

Основные характеристики источника напряжения прибора 6487

Функция	Диапазон выхода	Доступные диапазоны
Источник напряжения	От ± 200 μ В до ± 505 В	10 В, 50 В, 500 В

Работа прибора

Период разогрева

Прибор модели 6485/6487 может использоваться через одну минуту после включения. Однако для достижения точности в измерениях после включения прибора необходимо подождать как минимум час пока прибор не разогреется. При смене температур дождитесь, пока внутренняя температура не стабилизируется.

Коррекция смещения напряжения

Для обнуления смещения входного предусилителя необходимо периодически проводить коррекцию смещения напряжения. Для этого установите защитный колпачок на разъем INPUT и выберите пункт CAL:VOFFSET в главном меню. При дистанционном программировании используйте команду CAL:UNPR:VOFF.

Автоматическая подстройка нуля

Чтобы обеспечить стабильность и точность измерений и изменения температуры, прибор 6485/6487 периодически измеряет внутреннее напряжение и соотносит его с нулем и коэффициентом усиления; такой процесс называется автоматической подстройкой нуля. При отключенной функции автоматической подстройки нуля скорость измерений увеличивается втрое, но точность при этом снижается. Рекомендуется выключать автоматическую подстройку нуля только на короткий период времени.

Для включения и выключения автоматической подстройки нуля используйте клавишу AZERO. При включенной автоматической подстройке нуля после показаний будет стоять двоеточие. При дистанционном программировании используйте команды SYST:AZER ON или SYST:AZER OFF.

Проверка и коррекция нуля

Проверка нуля

Если включена функция проверки нуля, входной усилитель перестраивает входной сигнал на низкий. С передней панели включить/выключить функцию проверки нуля можно с помощью нажатия клавиши ZCHK. Шинные команды см. в таблице 3-3. Оставьте включенной функцию проверки нуля во время подключения или отключения входных сигналов.

Коррекция нуля

ПРИМЕЧАНИЕ

Одно значение коррекции нуля сохраняется в приборе 6485/6487 (не для каждого диапазона).

Для достижения лучших результатов получите новое значение коррекции нуля после перехода на нужный диапазон.

Функция коррекции нуля используется для алгебраического выделения области смещения напряжения из измерения. Для алгебраической коррекции нуля измерений следуйте следующим этапам:

1. Включите функцию проверки нуля с помощью нажатия клавиши ZCHK. (В модели 6485 на экране отобразится сообщение "ZC"; в модели 6487 – "ZEROCHK").
2. Выберите диапазон, который будет использоваться для измерений, или выберите самый низкий диапазон
3. Для включения функции коррекции нуля нажмите ZCOR (для модели 6485) или REL (для модели 6487). (В модели 6485 на экране отобразится сообщение "ZZ"; в модели 6487 загорится индикатор MON).
4. Для выключения функции коррекции нуля нажмите ZCHK.
5. На дисплее отобразятся показания измерений. (в модели 6485 сообщение "CZ" указывает на то, что отображенные показания на дисплее прошли коррекцию нуля; в модели 6487 в этом случае загорается индикатор MON).
6. Для выключения функции коррекции нуля снова нажмите ZCHK (для модели 6485) и REL (для модели 6487), оставив включенной функцию проверки нуля.

ПРИМЕЧАНИЕ

Функция коррекции нуля:

- *Модель 6485/6487 сохраняет откорректированным ноль, даже при переходе на более высокий диапазон. При переходе на низкий диапазон проведите повторную коррекцию нуля.*
- *Прибор 6485/6487 не нуждается в дополнительной коррекции нуля, пока температура окружающей среды остается стабильной.*
- *Коррекция нуля отменяет смещение нуля усилителя. С включенной функцией коррекции нуля на приборе не будут отображаться абсолютно обнуленные показания.*
- *Если прибор 6485/6487 работает при температуре близкой к T_{CAL} , коррекция нуля будет малофункциональна. T_{CAL} является внутренней температурой прибора 6485/6487 при последней калибровке.*

Программирование SCPI – проверка нуля и коррекция нуля

Таблица 3-3

Программирование SCPI – проверка нуля и коррекция нуля

Команды	Описание
SYST:ZCH 	Включает (On) и выключает (Off) проверку нуля
SYST:ZCOR 	Включает (On) и выключает (Off) коррекцию нуля
SYST:ZCOR:ACQ	Запрашивает значение коррекции нуля
INIT	Запуск показаний

Измерение тока

Меры безопасности

Модель 6485

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Максимальный уровень напряжения между пикоамперметром LO и корпусным заземлением (обычный режим напряжения) составляет 42 В. Прибор 6485 внутренне не ограничивает напряжение между LO и корпусом. Для предотвращения электрического удара и/или повреждения устройства НЕ ПРЕВЫШАЙТЕ максимальный уровень напряжения.

Если тестируемое устройство или внешний источник питания способен подавать напряжение более 42 В на вход HI, соединение между входом LO и внешним источником напряжения обязательно должно иметь значительно маленький импеданс и проводить ток короткого замыкания источника, чтобы LO не превышал напряжение 42 В.

ОСТОРОЖНО

Пробивное напряжение между LO и корпусом составляет 500 В. Превышение этого напряжения может привести к повреждению устройства.

Максимальное входное напряжение и сила тока для модели 6485 составляет 220 В пик и 21 мА. Превышение любой из этих значений может привести к повреждению устройства и аннулированию гарантии.

Модель 6487

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Максимальное безопасное напряжение между пикоамперметром и корпусным заземлением (обычный режим напряжения) составляет 505 В. Прибор 6487 внутренне не ограничивает напряжение между LO и корпусом. Напряжение выше 505 В может привести к поражению электрическим током.

Если тестируемое устройство или внешний источник питания способен подавать напряжение более 505 В на вход HI, соединение между входом LO и внешним источником напряжения обязательно должно иметь значительно маленький импеданс и проводить ток короткого замыкания источника, чтобы LO не превышал напряжение 505 В.

ОСТОРОЖНО

Максимальное входное напряжение и сила тока для модели 6487 составляет 505 В пик и 21 мА. Превышение любой из этих значений может привести к повреждению устройства и аннулированию гарантии.

Процедура

Для измерений силы тока следуйте следующим указаниям:

Шаг 1. Выберите функцию измерения силы тока

Для модели 6487 нажмите клавишу I|Ω для подтверждения, что функция измерения силы тока выбрана.

Шаг 2. Включите функцию проверки нуля

Проверка нуля должна быть включена перед изменениями в схеме подключения. Для переключения функции проверки нуля используйте клавишу ZCHK.

Шаг 3. Проведите коррекцию нуля

Для достижения максимально точных измерений слабого тока, рекомендуется проводить коррекцию нуля пикоамперметра. Для этого убедитесь, что выбран диапазон 2 нА, затем нажмите клавишу ZCOR (модель 6485) или клавишу REL (модель 6487) для проведения коррекции нуля (для модели 6485 сообщение «ZZ» означает проведение коррекции нуля; в модели 6487 при коррекции нуля загорается индикатор MON).

Шаг 4. Выберите диапазон измерения вручную или включите функцию автоматической настройки диапазона

Для ручной настройки диапазона используйте клавиши диапазона (RANGE) или для активизации автоматической настройки диапазона нажмите клавишу AUTO. При автоматической настройке диапазона прибор автоматически определит наиболее подходящий диапазон для измерений. См. Раздел 4.

Шаг 5. Подключите ТУ для измерения силы тока к пикоамперметру

Базовые схемы подключения показаны на рисунках 3-1 и 3-2.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Во время снятия «плавающих» измерений рекомендуется использовать экран безопасности. Схемы подключения экрана безопасности показаны на рисунках 3-1 и 3-2. Металлические экраны безопасности должны быть полностью окружены противозащитными экранами или «плавающими» испытательными схемами, и должно обязательно быть подключено к грунтовому заземлению, используя провод #18 AWG и больше.

ПРИМЕЧАНИЕ

*Если измерения не «плавающие», рекомендуется заземлить измерительный LO только в одном месте схемы, например заземление с передней панели (см. «Контуры заземления» стр. В-2)
Основная информация по подключению к входу пикоамперметра представлена в разделе 2.*

Шаг 6. Отключите функцию проверки нуля и снимите показания с дисплея

Если присутствуют помехи на показаниях, можно использовать фильтр для уменьшения помех. Фильтры описаны в разделе 4.

Рис. 3-1

Схема подключения для измерения силы тока для модели 6485

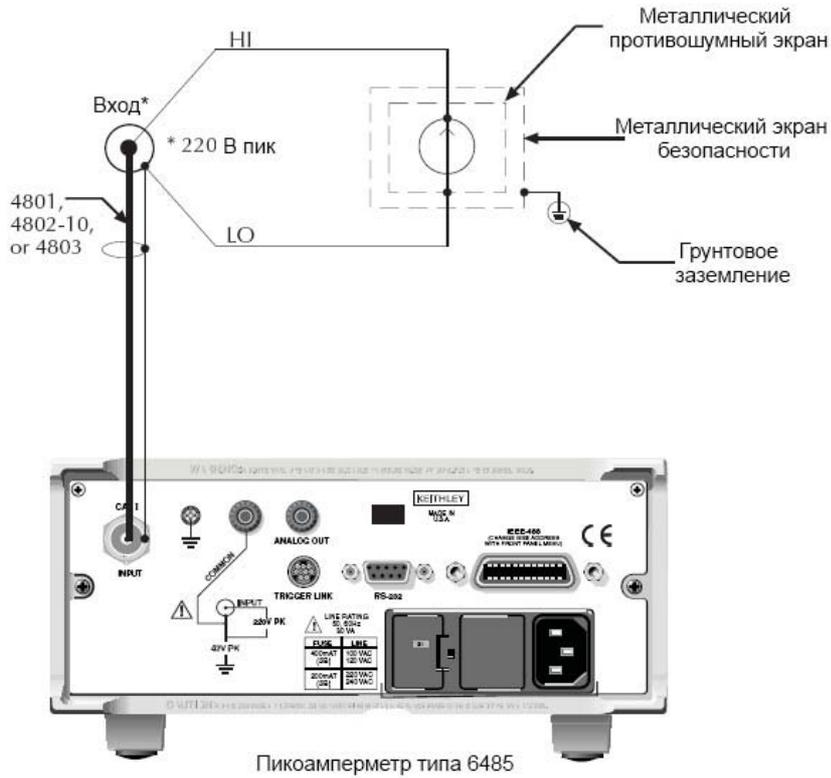


Рис. 3-2

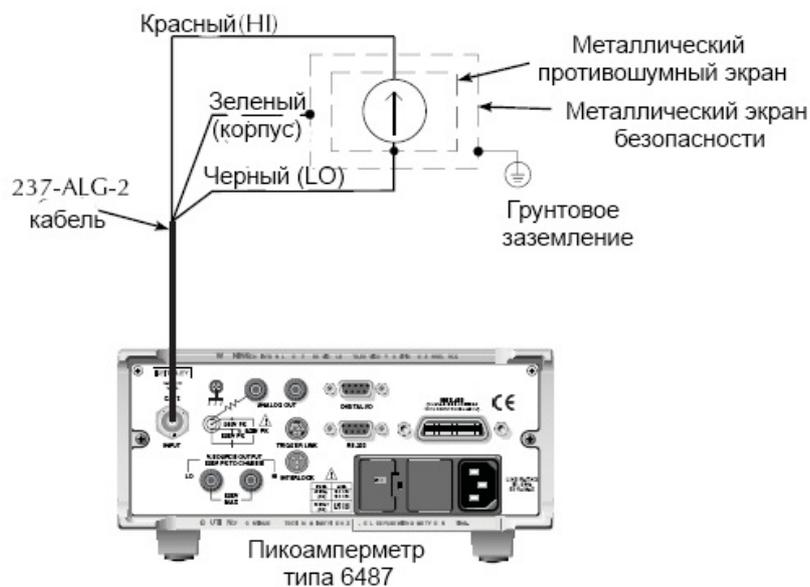
Схема подключения для измерения силы тока для модели 6487**Программирование SCPI – измерение силы тока**

Таблица 3-4

Команды SCPI – основные измерения силы тока

Команды*	Описание
FUNC 'CURR'	Выбор функции измерения силы тока (только модель 6487)
RANG <Range>	Выбор диапазона вручную (от -0.021 до 0.021 A)
RANG:AUTO 	Включение (On) и выключение (Off) автоматической настройки диапазона
INIT	Запуск показаний
READ?	Запуск и возврат показаний

* Команды проверки нуля и коррекции нуля не включены. См. таблицу 3-3.

Пример дистанционного программирования – измерение тока

Единичное измерение тока с коррекцией нуля:

*RST	Возвращение прибору 6485/6487 настроек по умолчанию GBIP
SYST:ZCH ON	Включение проверки нуля
RANG 2e-9	Выбор диапазона 2 нА
INIT	Запуск показаний для использования в качестве коррекции нуля
SYST:ZCOR:ACQ	Использование последних показаний, взятых за значение коррекции нуля
SYST:ZCOR ON	Коррекция нуля
RANG:AUTO ON	Включение автоматической настройки диапазона
SYST:ZCH OFF	Выключение проверки нуля
READ?	Запуск и возврат одного показания

Измерение сопротивления (прибор 6487)**Обзор**

для измерения сопротивления с помощью прибора 6487 необходимо настроить источник напряжения на желаемый диапазон, значение и ограничение тока (см. «Работа источника питания модель 6487» на стр. 3-12), выбрать подходящий диапазон измерения тока (или использовать автоматическую настройку диапазона) и включить функцию измерения сопротивления. При включенной функции измерения сопротивления прибор 6487 высчитывает измеренное сопротивление из значения источника напряжения и измеренного тока ($R=V/I$). При настройке источника напряжения выберите максимально высокое напряжение для максимального тока, учитывая такие факторы как рассеивание мощности и коэффициент напряжения измеряемого сопротивления.

Сопротивление постоянного тока и переменного напряжения

Для достижения более точных измерений высокого сопротивления измерение сопротивления с помощью прибора 6487 должно осуществляться в режимах измерения постоянного тока или переменного напряжения. В данном руководстве описано только режим постоянного тока. Описание режима переменного напряжения см. в Справочном руководстве (Reference Manual) для прибора 6487.

Процедура**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

При изменении схем подключения источника напряжения источник напряжения 6487 должен быть выключен, чтобы избежать риск поражения электрическим током.

Для измерения сопротивления следуйте следующим шагам:

Шаг. 1 Настройка источника питания

Нажмите любую из регулирующих кнопок V-SOURCE, затем используйте кнопки диапазона для настройки диапазона источника напряжения. Установите необходимые значения ограничения напряжения и тока. Вы можете пропустить настройку ограничения тока, нажав клавишу EXIT после настройки напряжения.

Шаг 2. Коррекция нуля

Чтобы получить максимально точные измерения сопротивления, необходимо провести коррекцию нуля перед включением функции измерения сопротивления. Перед этим, убедитесь, что выбрана проверка нуля и диапазон 2 nA, затем нажмите клавишу REL (загорится индикатор MON).

Шаг 3. Выбор диапазона тока вручную или автоматическая настройка диапазона

Для настройки диапазона вручную используйте клавиши диапазона или клавишу AUTO для выбора автоматической настройки диапазона. При ручной настройке диапазона выберите значение, соответствующее настройкам источника напряжения и ожидаемое измеренное сопротивление ($I = V/R$).

Шаг 4. Подключите тестируемое сопротивление к пикоамперметру

На рисунке 3-3 показаны базовые схемы подключения для измерения сопротивления. Обратите внимание, что разъем INPUT в пикоамперметре и гнезда V-SOURCE OUTPUT подсоединены к тестируемому сопротивлению.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Используйте экран безопасности, когда измерения проходят при напряжении выше 30 В DC. Схемы подключения экрана безопасности показаны на рисунке 3-3. Металлический экран безопасности должен быть полностью окружен противозумным экраном или схемой «плавающих» испытаний, и обязательно должен быть подключен к грунтовому заземлению, используя кабель #18 AWG или больше.

Шаг 5. Выберите функцию измерения сопротивления

Чтобы выбрать функцию измерения сопротивления, нажмите клавишу I|Ω.

Шаг 6. Включите источник напряжения

Нажмите клавишу OPER для включения источника напряжения. Должен загореться индикатор VOLTAGE SOURCE OPERATE.

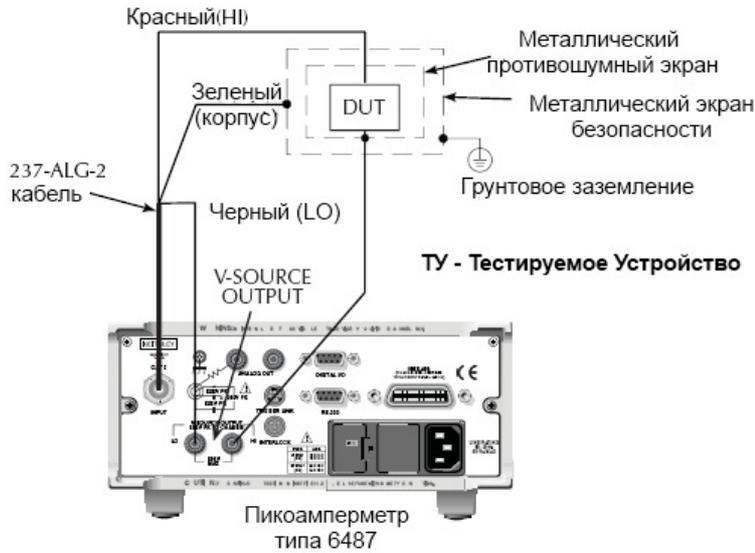
Шаг 7. Выключите проверку нуля и снимите показания с дисплея

Если при показаниях присутствуют помехи, используйте фильтр для сокращения помех. Рекомендуется использовать сопротивление переменного напряжения или дополнительное экранирование.

ПРИМЕЧАНИЕ

Показания измерений сопротивления будут недействительны, если источник напряжения в режиме деформации. Таким образом, через GBIP вернется значение -9.9e+36 и на дисплее передней панели отобразится сообщение I-LIMIT как для нормальных показаний, так и вызванных из буфера памяти, которые были, когда прибор находился в режиме деформации.

Рис. 3-3
Схемы подключения для измерений сопротивления (модель 6487)



SCPI программирование – измерение сопротивления

Таблица 3-5
Команды SCPI – основные измерения сопротивления для модели 6487

Команды*	Описание
SENS:OHMS ON	Выбор функции измерения сопротивления
RANGE <Range>	Выбор диапазона вручную (от -0.021 до 0.021 A)
RANG:AUTO 	Включение (On) или выключение (Off) автоматической настройки диапазона
SOUR:VOLT:RANG <Range>	Настройка диапазона источника напряжения (10, 50 или 500)
SOUR:VOLT <Volts>	Настройка выходного напряжения (от -505 В до +505 В)
SOUR:VOLT:ILIM <Current>	Настройка ограничения тока (25 μ A, 250 μ A, 2.5 мА или 25 мА)
SOUR:VOLT:STAT 	Включение/выключение источника напряжения
READ?	Запуск и возврат показаний

*Команды проверки нуля и коррекции нуля не включены. См. таблицу 3-3

Пример дистанционного программирования – измерение сопротивления

*RST	Возвращает прибору 6487 настройки GBIP по умолчанию
FORM:ELEM READ, UNIT	Измерения, введение единиц элементов
SYST:ZCH ON	Включение проверки нуля
RANG 2e-9	Выбор диапазона 2 нА
INIT	Использование значения запуска в качестве коррекции нуля
SYST:SCOR:ACQ	Использование последних показаний в качестве коррекции нуля
SYST:ZCOR ON	Коррекция нуля
RANG:AUTO ON	Включение автоматической настройки диапазона тока
SOUR:VOLT:RANG 10	Выбор диапазона источника 10 В
SOUR:VOLT 10	Установка выхода источника напряжения на 10 В
SOUR:VOLT:ILIM 2.5e-3	Установка предела тока на 2.5 мА
SENS:OHMS ON	Включение функции измерения сопротивления
SOUR:VOLT:STAT ON	Перевод источника напряжения в рабочий режим
SYST:ZCH OFF	Выключение проверки нуля
READ?	Запуск и возврат одного показания

Источник напряжения (модель 6487)**Конфигурирование источника напряжения**

Для входа в режим источника напряжения нажмите клавишу CONFIG и затем OPER. Сначала надо выбрать между режимом DC или SWEEP (для обычной работы выберите DC. См. раздел 6 для информации по развертке(sweep)). После того как выбран режим, на дисплее появится значение источника напряжения с самой левой позицией, выделенной для редактирования. (если вам не надо изменять режим, можно перейти сразу к редактированию напряжения с помощью клавиши V-SOURCE). Клавиши курсора используются для выбора числа для редактирования, а клавиши V-SOURCE изменяют значение. Клавиши диапазона изменяют диапазон источника напряжения и указывают на выбранный диапазон. Клавиши курсора имеют ту же функцию, что и клавиши диапазона в случае, когда они используются не для редактирования значения источника напряжения.

Значение напряжения изменяется при каждом нажатии стрелок. Значения не превышают максимальное напряжение для данного диапазона.

После того как совершен выбор значения напряжения и диапазона, нажмите клавишу EXIT для возврата к экрану нормальных показаний или клавишу ENTER для перехода в меню пределы тока. В пределах тока можно выбрать несколько позиций, зависимо от диапазона источника напряжения (см. таблицу 3-6). Для возврата к экрану нормальных показаний нажмите ENTER или EXIT.

Таблица 3-6

Пределы тока в источнике напряжения

Диапазон источника	Доступный предел тока			
	2 μ A	250 μ A	2.5 mA	2.5 mA
10.0000 V	2 μ A	250 μ A	2.5 mA	2.5 mA
50.000 V	25 μ A	250 μ A	2.5 mA	
500.00 V	25 μ A	250 μ A	2.5 mA	

Напряжение источника

ОСТОРОЖНО Не подключайте внешние источники к источнику напряжения 6487. Это может привести к повреждению источника напряжения 6487.

Включение и выключение источника

Используйте клавишу OPER для включения или выключения источника. Когда пикоамперметр типа 6487 подаст сконфигурированное напряжение, загорится индикатор VOLTAGE SOURCE OPERATE.

Клавиша OPER (рабочая клавиша)

Клавиша OPER выключает источник напряжения даже, если он находится в режиме дистанционного управления (горит индикатор REM), если функция LLO не активна. При дистанционном управлении OPER только выключит источник. Чтобы включить источник 6487 необходимо перевести его в ручной режим (см. Раздел 7).

Источник напряжения в нерабочем состоянии

В выключенном состоянии источник напряжения не имеет высокого импеданса. Он имеет такие же характеристики, как и при программировании его на выбранный диапазон равный 0 В. После мигания индикатора VOLTAGE SOURCE OPERATE источник напряжения перейдет в такое состояние в период разогрева. Защитная блокировка, наоборот, заставит прибор вернуться в состояние высокого импеданса вместо выхода равного 0 В. источник напряжения останется в таком состоянии, пока не будет переведен в рабочий режим. Исключением является диапазон 10 В, где блокировка не обязательна. Индикатор OPERATE и передняя панель не указывают на разницу между выходом 0 В и высоким импедансом, вызванным разомкнутой блокировкой. Состояние блокировки можно посмотреть с помощью дистанционной команды (см. таблицу 3-7).

Индикация ограничения напряжения

Источник напряжения можете перейти в режим ограничения в любой момент (т.е. ситуация, когда достигнут предел тока). В этом случае заморгает индикатор OCOMP (Output Compliance), и отображаемое значение напряжения (видимое, когда показания тока сконфигурированы на показания менее чем на 6 цифр) будет чередоваться с сообщением SMPLE. Если вы находитесь в меню, где не отображается значение напряжения, будет показан только индикатор OCOMP.

Обозначение разомкнутой блокировки

Если блокировка разомкнута во время работы источника на напряжении 50 В или 500 В, источник напряжения технически перейдет в режим ограничения. Однако никакие индикаторы на это не указывают. Разомкнутая блокировка превосходит по важности.

Программирование SCPI – источник напряжения

Таблица 3-7

Команды SCPI – источник напряжения

Команды	Описание
SOUR:VOLT <Voltage>	Установка уровня выходного сигнала источника (от – 500 до +500 В)
SOUR:VOLT:RANG <Range>	Установка одного из диапазонов: 10, 50 и 500 В
SOUR:VOLT:ILIM <Limit>	Установка предела тока: 2.5e-5, 2.5e-4, 2.5e-3 или 2.5e-2 ¹ .
SOUR:VOLT:STAT 	Включение или выключение выхода источника
SOUR:VOLT:INT 	Включение или выключение блокировки для диапазона 10 В ² .
SOUR:VOLT:INT:FAIL?	Запрос статуса блокировки (1 = разомкнута); выход источника нельзя включить

¹ Значение 2.5e-2 недоступно для диапазонов 50 и 500 В

² см. Раздел 2 для информации о работе с блокировкой

Пример программирования – напряжение

Следующий пример демонстрирует выход 5 В на диапазоне 10 В со значением предела 2.5 мА:

*RST	Возврат настроек по умолчанию GBIP
SOUR:VOLT:RANG 10	Выбор диапазона 10 В
SOUR:VOLT 5	Установка выхода источника напряжения на 5
SOUR:VOLT:ILIM 2.5e-3	Установка предела тока на 2.5 мА
SOUR:VOLT:STAT ON	Перевод источника напряжения в рабочий режим

4 Диапазон, единицы измерений, разрешение экрана, быстродействие и фильтры

- Диапазон, величины измерения и разрешение дисплея – информация о диапазоне измерений, единицах показания и разрешении дисплея. Включает дистанционное программирование SCPI.
- Быстродействие – Информация о скорости изменения показаний. Включает дистанционное программирование SCPI.
- Подавление шумов – информация о выборе режима подавления шумов, включая программирование SCPI и дистанционное управление.
- Фильтры – Информация о том, как конфигурировать и управлять цифровыми и медианными фильтрами. Включает дистанционное программирование SCPI.

Диапазон, единицы измерения и разрешение дисплея

Диапазон

Диапазона для измерения тока перечислены в таблице 4-1.

Таблица 4-1

Диапазоны измерений

нА	μА	мА
2 нА	2 μА	2 мА
20 нА	20 μА	20 мА
200 нА	200 μА	

Полномасштабные показания для каждого диапазона измерения составляют 5% сверх диапазона. Например, на диапазоне 20 μА максимальный входной ток равен ±21 μА. входные значения, превышающие максимальное, приводят к сообщению о перегрузке (OVERFLOW).

Настройка диапазона вручную

Для выбора диапазона вручную нажмите нужную клавишу диапазона. При каждом нажатии клавиши происходит переключение на соседний диапазон. Если на приборе высвечивается сообщение OVERFLOW на определенном диапазоне, переключайтесь на более высокий диапазон, пока не высветится нормальная индикация. Для обеспечения наилучшей точности и разрешения, а также во избежание сообщения о перегрузке, используйте максимально низкий диапазон.

Автоматическая настройка диапазона

При включенной функции автоматической настройки диапазона прибор сам определяет наиболее подходящий диапазон для измерения подаваемого сигнала. Переход на более высокий диапазон происходит при превышении на 105%, а переход на нижний диапазон происходит при достижении значения диапазона. Для включения или выключения автоматической настройки диапазона используйте клавишу AUTO. При выбранной автоматической настройке диапазона загорается индикатор AUTO. Чтобы выключить автоматическую настройку диапазона, нажмите AUTO или клавишу диапазона. Просто нажатие клавиши AUTO оставит прибор на том же диапазоне.

Каждый раз при активировании автоматической настройки диапазона происходит поиск доступных диапазонов выбранной функции. Время, затраченное на поиск, может значительно снизить скорость обновления показаний. Установка высокого и/или низкого автоматического диапазона сокращает время поиска.

Автоматическая настройка пределов измерения

Время на поиск правильного диапазона тока можно сократить с помощью установки высокого или низкого автоматического предела измерения. Для этого нажмите клавишу CONFIG, затем клавиши диапазона (для высокого предела или низкого предела), затем просмотрите доступные пределы измерений, используя клавиши диапазона. Когда нужный предел измерения выбран, нажмите клавишу ENTER.

Единицы измерения

Показания могут отображаться с помощью технических единиц (ENG) (например, 1.236 мА) или в виде экспоненциального представления (SCI) (например, 1.236E-03A). чтобы изменить единицы измерения, нажмите клавишу MENU, выберите UNITS и нажмите ENTER. Выберите ENG или SCI и нажмите ENTER.

ПРИМЕЧАНИЕ Изменить единицы измерения можно только с передней панели (при дистанционном программировании это невозможно). Экспоненциальное представление чисел поддерживает лучше разрешение маленьких значений, чем технические единицы.

Разрешение дисплея

Разрешение дисплея настраивается с помощью клавиши DIGITS. Разрешение экрана можно установить от 3 до 6 точек. Изменение разрешения экрана действительно для всех диапазонов. Чтобы изменить разрешение экрана, нажмите (и отпустите) клавишу DIGITS пока не высветится нужное количество точек.

ПРИМЕЧАНИЕ В модели 6487 значение источника напряжения не отображается при выбранном разрешении 6 точек.

Программирование SCPI – настройка диапазона и разрешения экрана

Таблица 4-2

Команды SCPI - настройка диапазона и разрешения экрана

Команды	Описание
RANG <n>	Выбор диапазона: от -0.021 до 0.021 (A)
RANG:AUTO 	Включение или выключение автоматической настройки диапазона
RANG:AUTO:ULIM <n>	Установка верхнего предела для автоматической настройки диапазона: от -0.021 до 0.021 (A)
RANG:AUTO:LLIM <n>	Установка нижнего предела для автоматической настройки диапазона: от -0.021 до 0.021 (A)
DISP:DIG <n>	Установка разрешения экрана: от 4 (3 точек) до 7 (6 точек)

Пример программирования – настройка диапазона и разрешения экрана

Следующий пример программирования демонстрирует настройку диапазона на 20 мА и разрешения экрана на 3 точки.

*RST	Возврат настроек RST по умолчанию
RANG 0.02	Настройка диапазона 20 мА
DISP:DIG 4	Настройка разрешения экрана 3-1/2 точки

Быстродействие

Установка быстродействия с помощью клавиши RATE задает время интегрирования (скорость преобразования) аналого-цифрового преобразователя, т.е. период времени измерения входного сигнала. Время интегрирования влияет на случайную составляющую погрешности измерений, а также на предельную скорость обновления показаний. Время интегрирования задается в параметрах, основанных на количестве периодов сетевого напряжения (NPLC), где 1 PLC = 16,67 мсек (1/60 секунды) при частоте сети 60 Гц или 1 PLC = 20 мсек (1/50 секунды) при частоте сети 50 Гц и 400 Гц. Настройка быстродействия одинакова для всех диапазонов. Таким образом, не имеет значения, какой диапазон выбран в настоящее время.

Чтобы настроить быстродействие, нажмите клавишу RATE, выберите SLOW (6 PLC, 60 Гц; 5 PLC, 50 Гц), MED (2 PLC) или FAST (0.1 PLC), или нажмите клавишу CONFIG и затем RATE и введите нужное число PLC (от 0.01 до 60, 60 Гц; от 0.01 до 50, 50 Гц).

Чтобы настроить быстродействие с помощью дистанционного программирования, используйте команду :NPLC <plc> при доступном диапазоне, или от 0.01 до 6- (6-Гц), или от 0.01 до 50 (50 Гц).

Подавление шумов (модель 6487)

Высокое емкостное сопротивление на входе может увеличить шумы отсчетов. Такое емкостное сопротивление может возникать из-за длинного входного кабеля или от емкостного сопротивления источника, или от всего вместе. С помощью фильтров можно сократить шум, вызванный высоким емкостным сопротивлением при измерении тока. Однако использование фильтров может снизить скорость измерения.

Чтобы включить или выключить фильтры с передней панели, нажмите клавишу DAMP на приборе 6487. Обратите внимание, что индикатор FILT указывает на то, что включен фильтр. При дистанционном программировании используйте команду DAMP ON или DAMP OFF. Обратите внимание, что индикатор FILT используется как для двух аналоговых фильтров, так и для двух видов цифровых фильтров.

Фильтры

Для стабилизации показаний прибора при наличии шумов применяется фильтрация. Пикоамперметр 6485/6487 использует цифровой и медианный фильтр. Результатом фильтрации являются отображенные на дисплее, сохраненные и переданные данные показаний. Обратите внимание, что цифровой и медианный фильтр могут быть включены одновременно.

При двух включенных фильтрах одновременно сначала выполняется работа медианного фильтра. После завершения работы медианного фильтра, все данные передаются в цифровой фильтр. Таким образом, показания не высветятся, пока оба фильтра не закончат работу.

Параметры настройки для фильтров являются глобальными. В модели 6485 клавиша MEDN отвечает за медианный фильтр, а клавиша AVG – за усредняющий фильтр. В модели 6487 оба фильтра управляются с помощью клавиши FILT. Если один из фильтров работает, загорается индикатор FILT. Обратите внимание, что индикатор FILT используется как для цифровых фильтров, так и для аналогового фильтра в модели 6487.

Медианный фильтр

Медианный фильтр использует центральное показание из выборки показаний, организованной по возрастанию. Рассмотрим в качестве примера следующие показания:

20 мА, 1 мА, 3 мА

Показания организуются по возрастанию следующим образом:

1 мА, 3 мА, 20 мА

Медианное (среднее) показание для данной выборки – 3 мА.

Число измерительных результатов для помещения в выборку в соответствии с указанным рангом (от 1 до 5) определяется следующим образом:

Показания в выборке = $(2 \times R) + 1$

Где: R – выбранный ранг (от 1 до 5)

Занесение каждого следующего измерительного результата вытесняет самый ранний результат, и медиана определяется для обновленной выборки измерительных результатов.

Цифровой фильтр

Типы цифровых фильтров

Дополнительный параметр фильтров – его тип (текущий фильтр и повторный фильтр)

Текущий фильтр – показания вводятся в стековый регистр и вытесняются из регистра по одному; при этом производится усреднение. Стек работает по принципу «последний вошёл – первый вышел». Как только стек заполнен, самое старое показание замещается новым показанием. Показания могут замещаться, не дожидаясь полного заполнения стека.

Повторяющийся фильтр – сначала производится заполнение стекового регистра новыми показаниями, затем производится усреднение, после чего регистр очищается и эта процедура повторяется заново.

Управление фильтрами

Управлением фильтром с передней панели (модель 6485)

Чтобы включить или выключить медианный фильтр нажмите клавишу MEDN. Для конфигурирования медианного фильтра нажмите CONFIG и затем MEDN, выберите необходимый ранг (от 1 до 5) с помощью клавиш диапазона.

Усредняющий фильтр можно включить или выключить с помощью клавиши AVG. Для настройки параметров усредняющего фильтра нажмите CONFIG, затем AVG, выберите COUNT (2-100), затем MOVING или REPEAT.

Управлением фильтром с передней панели (модель 6487)

Усредняющий и медианный фильтр включается и выключается клавишами CONFIG и FILT. Выберите MEDIAN или AVERAGE и введите нужные параметры. Для позиции MEDIAN можно выбрать ON и OFF и ранг (1-5). Для позиции AVERAGE можно выбрать ON или OFF, COUNT (2-100), MOVING или REPEAT.

После конфигурирования фильтра можно включать или выключать фильтр нажатием FILT. Когда фильтр работает загорается индикатор FILT.

Команды SCPI - фильтры

Таблица 4-3

Команды SCPI - фильтры

Команды	Описание
MED 	Включение или выключение медианного фильтра
MED:RANK <n>	Ранг медианного фильтра: от 1 до 5
AVER 	Включение или выключение цифрового фильтра
AVER:TCON <name>	Выбор управления фильтра: MOVING или REPEAT
AVER:COUNT <n>	Указание показаний фильтра: от 2 до 100

Пример программирования

Следующий пример демонстрирует конфигурирование и включение обоих фильтров:

Медианный фильтр

MED:RANK 5	Настройка ранга на 5
MED ON	Включение медианного фильтра
Цифровой фильтр	
AVER:COUNT 20	Установка числа показаний на 20
AVER:TCON MOV	Выбор текущего фильтра
AVER ON	Выбор цифрового фильтра

5 Вычитание константы, функции $mX+b$, $m/X+b$ (обратная) и \log

- Вычитание константы – Информация о том, как обнулить смещение или установить уровень базовой линии. Включает команды дистанционного программирования SCPI.
 - $mX+b$, $m/X+b$ (обратное значение) и логарифмические функции – три основные математические операции. Включает команды дистанционного программирования SCPI.
-

Функция ВЫЧИТАНИЯ КОНСТАНТЫ

Функцию Rel можно использовать для обнуления смещения или для вычитания уровня базовой линии из текущего и будущих показаний прибора. Когда задействована эта функция, следующие показания представляют собой разность между действительным значением входного сигнала и значением Rel.

Показание на дисплее = входной сигнал – значение Rel

Значение Rel одинаково для всех измерительных диапазонов. Например, значение Rel $1E-6$ равно $1 \mu A$ на диапазоне $2 \mu A$. На диапазонах $20 \mu A$ и $200 \mu A$ оно так же будет $1 \mu A$. Обратите внимание, что изменение диапазонов не выключают функцию вычитания константы.

Установка функции вычитания константы с передней панели

Существует два способа настроить значение Rel с передней панели. Вы можете использовать или входные показания в качестве значения Rel, или ввести вручную значение Rel.

Чтобы использовать текущие показания, выключите проверку нуля, отобразите на дисплее показания и нажмите REL. Загорится индикатор REL и следующие показания станут разницей между текущим входным сигналом и значением Rel. Для выключения функции вычитания константы нажмите клавишу REL (для модели 6487 проверка нуля должна быть выключена). Для ввода показания нажмите CONFIG, а затем REL, введите нужное значение, затем нажмите ENTER. После ввода значения функция вычитания константы будет активизирована.

ПРИМЕЧАНИЕ

В модели 6487 отдельные значения Rel сохраняются для функций измерения тока и сопротивления.

SCPI программирование – функция вычитания константы

Таблица 5-1

Команды SCPI – функция вычитания константы (обнуление)

Команды	Описание
CALC2:FEED <name>	Указание показания для функции Rel: SENS или CALC1
CALC2:NULL:ACQ	Использование входного сигнала в качестве значения Rel
CALC2:NULL:OFFS <Rel>	Указание значения Rel: от $-9.999999e20$ до $9.999999e20$
CALC2:NULL:STAT 	Включение/выключение функции вычитания константы
CALC2:DATA?	Возврат показаний Rel, запущенных с помощью INIT
CALC2:DATA:LAT?	Возврат только последних показаний Rel
INIT	Запуск одного или нескольких показаний

Пример программирования – функция вычитания константы

Данный пример демонстрирует установку базовой линии 1 μA для измерений:

CALC2:NULL:OFFS 1e-6	Установка значения Rel на 1 μA
CALC2:NULL;STAT ON	Включение функции вычитания константы
SYST:ZCH OFF	Выключение проверки нуля
INIT	Запуск показаний
CALC2:DATA?	Запрос показаний Rel

Математические операции $mX+b$, $m/X+b$ (обратное значение) и логарифмические функции

Когда задействованы данные математические функции, то индицируется нормальное значение отсчета (X) входного сигнала:

$$Y = mX+b$$

$$Y = m/X+b$$

Где X – нормальное значение отсчета

m и b – введенные пользователем постоянные для масштабного коэффициента и нуля

Y – результат на дисплее

ПРИМЕЧАНИЕ Изменение значений «m» и «b» для функции $mX+b$ ведет к изменению их в $m/X+b$

Логарифмическая функция

Данное вычисление переводит входные показания в значение логарифма по основанию 10. Вычисления осуществляются следующим образом:

$$\text{Log}_{10}X = Y$$

Где X – показание входного сигнала

Y – логарифмический результат.

Например: Предположим, что прибор 6485/6487 измеряет 1 мА

$$\text{Log}_{10}1.000000 \text{ мА} = -3$$

ПРИМЕЧАНИЕ

В данном вычислении используется абсолютное значение нормального показания входного сигнала, т.к. невозможно вычислить логарифм отрицательного числа.

Конфигурирование математических функций

Модель 6485

Чтобы выбрать или сконфигурировать математические функции с передней панели, нажмите или клавишу $MX+B$, или $M/X+B$, затем введите нужные параметры для m , b и величины. Для переключения между функциями используйте клавиши $MX+B$ или $M/X+B$. Индикатор MATH указывает на то, что математическая функция активна.

Модель 6487

Чтобы выбрать или сконфигурировать математические функции с передней панели, нажмите CONFIG, а затем MATH. Выберите математическую функцию для конфигурирования, затем введите необходимые параметры для $mX+b$ и $m/X+b$ (m , b и величина измерения). Когда математическая функция выбрана, нажмите клавишу MATH для включения или выключения математической функции. Индикатор MATH указывает на то, что математическая функция активна.

Программирование SCPI - $mX+b$, $m/X+b$ и \log

Таблица 5-2

Команды SCPI - $mX+b$, $m/X+b$ и \log

Команды	Описание
CALC:FORM <name>	Выбор математической функции: MXB , REC или $LOG10$.
CALC:KMAT:MMF <n>	Настройка параметра M для $mX+b$ и $m/X+b$: от $-9.99999e20$ до $9.99999e20$
CALC:KMAT:MBF <n>	Настройка параметра B для $mX+b$ и $m/X+b$: от $-9.99999e20$ до $9.99999e20$
CALC:KMAT:MUN <name>	Настройка величины для $mX+b$ и $m/X+b$: 1 символ: A-Z, 'I' = Ω , '\ '= $^\circ$, 'J' = %
CALC:STAT 	Включение или выключение выбранной математической функции
CALC:DATA?	Возврат всех результатов CALC, запущенных с помощью INIT
CALC:DATA:LAT?	Возврат только последних показаний CALC

Пример программирования – $mX+b$

Данный пример программирования демонстрирует выполнение разового вычисления $mX+b$ и возвращает результат:

```
*RST          Возврат настроек RST по умолчанию
CALC:FORM MXB      Выбор вычислений  $mX+b$ 
CALC:KMAT:MMF 2e-3  Настройка масштабного коэффициента (M) на  $2e-3$ 
CALC:KMAT:MBF 5e-4  Настройка смещения (B) на  $5e-4$ 
CALC:STAT ON      Включение вычислений
SYST:ZCH OFF      Выключение проверки нуля
INIT             Проведение одного измерения и вычисления  $mX+b$ 
CALC:DATA?       Запрос результата  $mX+b$ 
```

6 Буфер памяти и развертка

- Операции с буфером памяти – информация о том, как сохранять и вызывать показания, а также статистику буфера
- Развертка напряжения (модель 6487) – проведение развертки с использованием источника напряжения

Операции с буфером памяти

Прибор 6485 имеет буфер памяти, где можно хранить от одного до 2500 показаний. В модели 6487 буфер памяти может вместить от одного до 3000 показаний. Обе модели могут хранить в буфере переполненные показания и отметки времени, в каждое показание модели 6487 включается значение источника напряжения. Отметка времени каждого считывания относится ко времени начала измерений/или процессу сохранения. Также вызванные данные из буфера включают статистическую информацию (максимальное, минимальное, пиковое, среднее и стандартное отклонение).

В буфере памяти размещаются указанные номера показаний и стопов. Показания заносятся в буфер памяти после проведения операций с фильтром и/или математическими функциями. В математические операции входят функция вычисления константы, $mX+b$, $m/X+b$, LOG или предельные значения. (см. Раздел 5).

Данные в буфере памяти перезаписываются каждый раз, когда происходит операция сохранения. Эта операция не является постоянной – т.е. она не сохраняется в энергетическом цикле.

Во время процесса сохранения допустимы изменения в функции измерения. Однако обратите внимание, что статистика основывается на показаниях разных функциях измерений.

Сохранение

Чтобы сохранить показания, установите прибор в желаемую конфигурацию, затем нажмите CONFIG, а потом STORE. Настройте количество показаний для сохранения (1-2500, модель 6485; 1-3000 модель 6487) и нажмите ENTER. Для начала процесса сохранения нажмите клавишу STORE. Индикатор «Звездочка (*)» будет указывать на то, что операция сохранения активна. Для прекращения процесса сохранения нажмите клавишу EXIT.

Вызов данных

Чтобы просмотреть сохраненные показания и статистику буфера памяти, нажмите клавишу RECALL. Для управления номерами показаний и статистикой буфера, значений показаний, значений источника напряжения (только для модели 6487) и отметками времени используйте клавиши диапазона и курсора. (Чтобы просмотреть значения статистики и показаний, используйте клавиши диапазона; чтобы сделать выбор между показаниями, значениями источника напряжения и отметками времени, используйте клавиши курсора). В момент вызова данных из буфера памяти загорится индикатор BUFFER. Для возврата к нормальному экрану дисплея нажмите EXIT.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если в модели 6487 источник напряжения был в режиме деформации во время запроса показаний, на дисплее передней панели значение напряжения высвечивается как недоступное. При программировании через GPIB на элемент источника напряжения вернется значение -999.

Отметка времени в буфере памяти

Чтобы изменить формат отметки времени в буфере памяти, нажмите клавишу MENU, выберите TSTAMP и затем нажмите ENTER. Выберете: ABS (абсолютное) или DELT (дельта). В режиме ABS каждая отметка времени относится к первому показанию, сохраненному в буфере. Первое показание всегда имеет отметку времени равную 0000000.0000. В режиме DELT каждая отметка времени предоставляет время между показаниями.

Очистка буфера

Чтобы очистить буфер памяти прибора 6487, нажмите клавишу CONFIG, а затем STORE, затем установите число показаний 0 (нажатие клавиши AUTO приведет к быстрому очищению дисплея). Для завершения очистки буфера нажмите ENTER при выбранном числе показаний 0.

Статистика буфера памяти

- MIN и MAX указывают на минимальное и максимальное количество сохраненных показаний в буфере. Также обозначает их расположение в буфере памяти.
- Значение РК-РК (пиковое) является разницей между максимальным и минимальным количеством сохраненных показаний.

$$PK-PK = MAX - MIN$$

- Средней величиной показаний буфера является MEAN. Средняя величина вычисляется следующим образом:

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Где X_i – сохраненные показания,

n – количество сохраненных показаний

- Значение STD DEV – стандартное отклонение показаний буфера. Вычисляется следующим образом:

$$y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Avg - X_i)^2}{n-1}}$$

Где X_i – сохраненные показания

n – количество сохраненных показаний

Avg – средняя величина показаний буфера

ПРИМЕЧАНИЕ

Если показания были сняты в условиях перегрузки, вычисления статистика буфера памяти производиться не будут. На передней панели вместо информации о статистике буфера отобразятся точки. При дистанционном программировании соответствующая статистика буфера будет представлена значением +9.91e37.

Программирование SCPI – буфер памяти

Таблица 6-1

Команды SCPI – буфер памяти

Команды	Описание
TRAC:CLE	Удаление показаний из буфера
TRAC:FREE?	Запрос используемой и свободной памяти
TRAC:POIN <n>	Указание количества показаний для сохранения: от 1 до 2500 для модели 6485; от 1 до 3000 для модели 6487
TRAC:POIN:ACT?	Возврат числа показаний, сохраненных в буфере на данный момент
TRAC:FEED <name>	Выбор источника показаний для буфера: SENS, CALC1 или CALC2
TRAC:FEED:CONT <name>	Выбор режима управления буфером: NEV или NEXT
TRAC:TST:FORM <name>	Выбор формата отметки времени: ABS или DELT
TRAC:DATA?	Считывание всех показаний в буфере
FORM:ELEM <list>	Указывает элементы данных для сообщения
CALC3:FORM <name>	TRAC:DATA?: READ, UNIT, VSO, TIME и STAT (VSO только для модели 6487)
CALC3:DATA?	Выбор статистики буфера: MIN, MAX, MEAN, SDEV или PKPK
	Чтение выбранной статистики буфера

Пример дистанционного программирования

Следующий пример демонстрирует процесс сохранения 20 показаний в буфер памяти и затем вычисление средней величины:

Выбор элемента данных:

*RST

Возврат настроек по умолчанию

FORM:ELEM READ, TIME

Выбор показания и отметки времени

Сохранение и вызов показаний:

TRIG:COUN 20

Настройка модели запуска на снятие 20 показаний

TRAC:POIN 20

Установка размера буфера на 20 показаний

TRAC:FEED SENS

Сохранение новых входных показаний

TRAC:FEED:CONT NEXT

Запуск сохранения показаний

SYST:ZCH OFF

Выключение проверки нуля

INIT

Показания запуска

TRAC:DATA?

Запрос всех сохраненных показаний

Запрос статистики о средней величине из буфера памяти:

CALC3:FORM MEAN

Выбор статистики о средней величине

CALC3:DATA?

Запрос статистики о средней величине

Развертка напряжения (модель 6487)

Источник напряжения 6487 можно использовать для выполнения развертки напряжения, начиная с начального напряжения до конечного на отдельном ступенчатом напряжении. Прибор 6487 сохраняет все показания в буфер памяти, один набор показаний на скачок напряжения.

Выполнение развертки с передней панели

Чтобы выполнить развертку с передней панели, нажмите клавишу CONFIG, затем OPER, выберите SWEEP и нажмите ENTER. В параметрах введите начальное, конечное и ступенчатое напряжение, а также время задержки (время между каждым изменением напряжения и измерением). Обратите внимание, что развертка может быть положительной или отрицательной при программировании начального и конечного напряжения, но ступенчатое напряжение может быть только положительным. Индикатор SCAN указывает на готовность развертки.

Для запуска развертки нажмите клавишу TRIG. Начнется развертка, все показания будут сохранены в буфере памяти (см. «Вызов данных» на стр. 6-2). Для отмены процесса развертки нажмите EXIT.

Программирование SCPI – развертка

ПРИМЕЧАНИЕ

При дистанционном программировании развертки может потребоваться перезагрузить начальное значение для инициализации после *RST. См. раздел 7 в справочном руководстве.

Таблица 6-2

Команды SCPI – развертка

Команды	Описание
SOUR:VOLT:SWE:STAR <Volts>	Установка начального напряжения: от -505 В до 505 В
SOUR:VOLT:SWE:STOP <Volts>	Установка конечного напряжения: от -505 В до 505 В
SOUR:VOLT:SWE:STEP <Volts>	Установка ступенчатого напряжения: от -505 В до 505 В
SOUR:VOLT:SWE:CENT <Volts>	Установка центрального напряжения: от -505 В до 505 В*
SOUR:VOLT:SWE:SPAN <Volts>	Установка интервала напряжения: от 0 В до 1010 В
SOUR:VOLT:SWE:DEL <Delay>	Установка задержки между изменением напряжения и измерением: от 0 до 999.9999 сек.
SOUR:VOLT:SWE:INIT	Инициализация развертки, переход источника в рабочий режим
SOUR:VOLT:SWE:ABOR	Отмена развертки, переход источника в ждущий режим
SOUR:VOLT:SWE:STAT?	Запрос статуса развертки, 1=развертка в процессе
INIT	Запуск развертки

*CENTER и SPAN являются альтернативными способами настройки параметров развертки. Они идут в паре с командами START и STOP.

Пример программирования

Следующий пример программирования демонстрирует процесс развертки от 1 В до 10 В при увеличении на 1 В:

*RST	Возврат настроек по умолчанию
SOUR:VOLT:SWE:STAR 1	Начальное напряжение = 1 В
SOUR:VOLT:SWE:STOP 10	Конечное напряжение = 10 В
SOUR:VOLT:SWE:STEP 1	Ступенчатое напряжение = 1 В
SOUR:VOLT:SWE:DEL 0.1	Задержка 0.1 сек
ARM:COUN 10	Перезагрузка числа инициализаций
FORM:ELEM READ, VSO	Выбор показаний, данных источника напряжения
SOUR:VOLT:SWE:INIT	Инициализация развертки, переход источника в рабочий режим
SYST:ZCH OFF	Выключение проверки нуля
INIT	Запуск развертки
TRAC:DATA?	Запрос всех сохраненных показаний