



www.keithley.com

Калибраторы силы тока Keithley 6220, 6221

КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ
622x-900-01R, январь 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 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.

Символ  используется для маркировки клеммы для подключения к корпусу оборудования.

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

Заголовок **ОСТОРОЖНО** в эксплуатационной документации предвещает 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 эквивалентны 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.

Раздел 1

Начало работы

Введение

Содержание и структура руководства пользователя

Данное руководство поставляется в бумажном варианте, а также в электронном виде на прилагаемом к изделию компакт-диске в формате PDF. Настоящее руководство представляет собой сокращенную версию разделов «Справочного руководства» (Reference Manual), посвященных эксплуатации изделия. Семь разделов руководства пользователя соответствуют (с сокращениями) первым семи разделам справочного руководства.

Справочное руководство (Reference Manual) находится на компакт-диске Product Information в формате PDF и представляет собой более полное описание прибора и его эксплуатации.

Характеристики и функции

- Источник постоянного тока от 0,1 пА до 105 мА.
- Возможность установки пределов напряжения от 0,1 В до 105 В с шагом 10 мВ.
- Мощность 11 Вт при эксплуатации в четырех-квadrантных режимах нагрузки и источника (нагрузка ограничена для режима потребления высокой мощности).
- Аналоговый фильтр для замедления стабилизации на выходе.
- Защита триаксиального кабеля для уменьшения времени стабилизации сигнала на выходе и уменьшения токов утечки в тестируемых цепях с высоким импедансом.
- Выход типа «банан» для подключения к защите при измерении напряжений.
- Функции развертки: линейная ступенчатая, логарифмическая ступенчатая и пользовательская (нетиповая).
- Функции формы сигнала (только для 6221): синусоида, меандр, пилообразная и произвольной формы.
- Сохранение до пяти пользовательских наборов установок.
- Дельта-тестирование при использовании с устройствами Keithley 2182 и 2182A
 - **Delta (Дельта-тест)** – использует сигнал в форме меандра на выходе и трехточечный алгоритм измерения для погашения влияния термо-ЭДС.
 - **Pulse Delta (импульсный дельта-тест) (только устройства 6221 и 2182A)** – создает импульсы на выходе с трех- (или двух-) точечным алгоритмом измерения для тестирования устройств с температурной зависимостью.
 - **Differential Conductance (дифференциальная проводимость)** – подает на выход дифференциальный ток и использует трехточечный алгоритм с плавающим средним для дифференциальных измерений.
 - Сохранение в буфере и восстановление до 65536 показаний дельта-тестов
 - Усредняющий фильтр для обработки результатов дельта-теста
- Поддерживаемые интерфейсы удаленного управления:
 - Устройство 6220: GBIP и RS-232
 - Устройство 6221: GBIP, RS-232 и Ethernet
- Язык KI-220 – команды DDC для эмуляции работы прибора типа 220.

Общая информация

Гарантия

Информация о гарантийных обязательствах размещена в начале данного руководства. В случае если ваше устройство 622x потребует гарантийного обслуживания, свяжитесь с представителем Keithley или авторизованным сервисным центром в вашем регионе для получения дальнейшей информации. При отправке устройства на ремонт обязательно заполните и приложите форму гарантийного обслуживания в конце данного руководства для обеспечения сервисного центра необходимой информацией.

Контактная информация


Вы можете получить дополнительную информацию и ответы на вопросы в ближайшем представительстве компании Keithley Instruments или в головном офисе Keithley Instruments по телефону 1-888- KEITHLEY (1-888-534-8453) для звонков из США и Канады (бесплатная линия) или по телефону +1-440-248-0400 для звонков из других стран. Контактные телефоны представительств в других странах см. на сайте компании Keithley Instruments (<http://www.keithley.com>).


По вопросам технического обслуживания и поверки в Российской Федерации обращайтесь в сервисный центр АКТИ-Мастер (телефон +7-499-154-7486, сайт www.actimaster.ru)

Символы безопасности и предупреждения

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

При наличии винта, обозначенного знаком , необходимо подключить его 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.

Символ  используется для маркировки клеммы для подключения к корпусу оборудования.

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 устройство 622x прошло 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 устройства 622x из пакета необходимо следовать рекомендациям ниже:

Меры предосторожности в обращении с устройством

Перемещайте устройство 622х, всегда удерживая его за кожух.

После извлечения устройства 622х 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 622х в антистатическом пакете и в оригинальной упаковке.

Содержимое упаковки

Ниже перечислены позиции, входящие в комплект поставки устройства 622х:

- Источник тока типа 622х с сетевым кабелем.
- Защитный триаксиальный экран-заглушка (CAP-28-1).
- Триаксиальный кабель 237-ALG-2 с зажимами «крокодил» на одном из концов.
- Кабель запуска для устройства 8501
- Нуль-модемный последовательный кабель CA-351.
- Кроссоверный кабель Ethernet CA-180-3A (только для устройства 6221).
- Дополнительные принадлежности в соответствии с заказом.
- Калибровочный сертификат.
- Руководство пользователя для устройства 622х (шифр 622х-900-00).
- Компакт-диск с информацией об изделии (Product Information) со справочным руководством и руководством пользователя в формате PDF

Опции и дополнительные принадлежности

Для устройства 622х предлагаются различные опции и дополнительные принадлежности. Подробнее см. в разделе 1 справочного руководства (Reference Manual).

Передняя и задняя панели

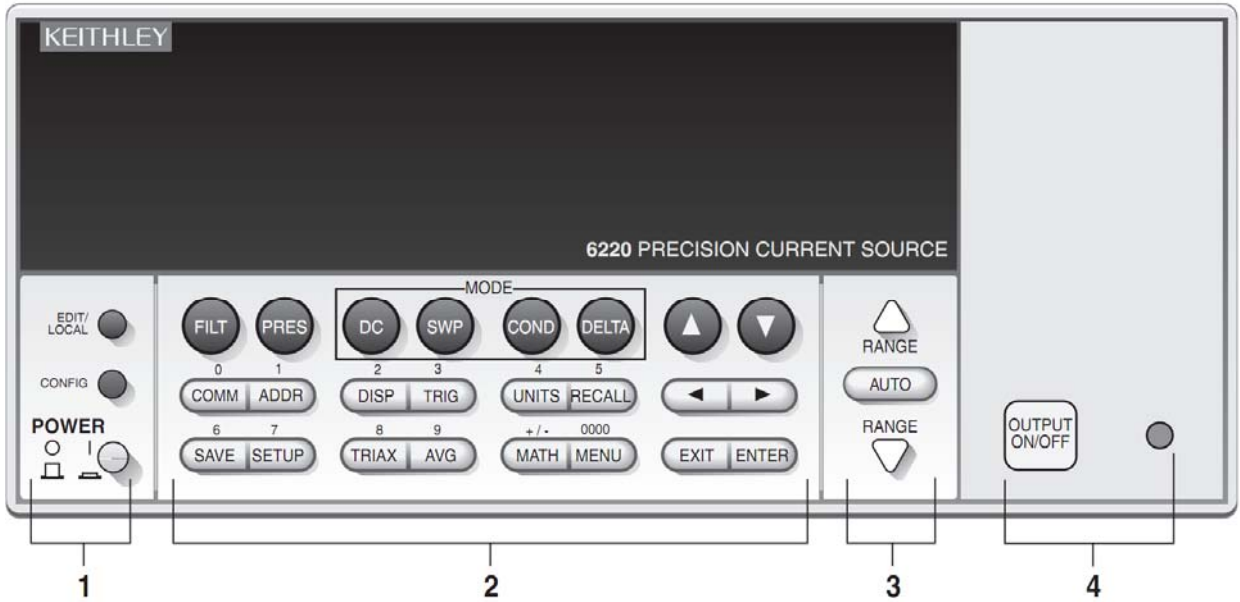
Описание передней панели

На рисунке 1-1 показаны передние панели устройств 6220 и 6221. Описание управляющих элементов панелей приводится после рисунка 1-1.

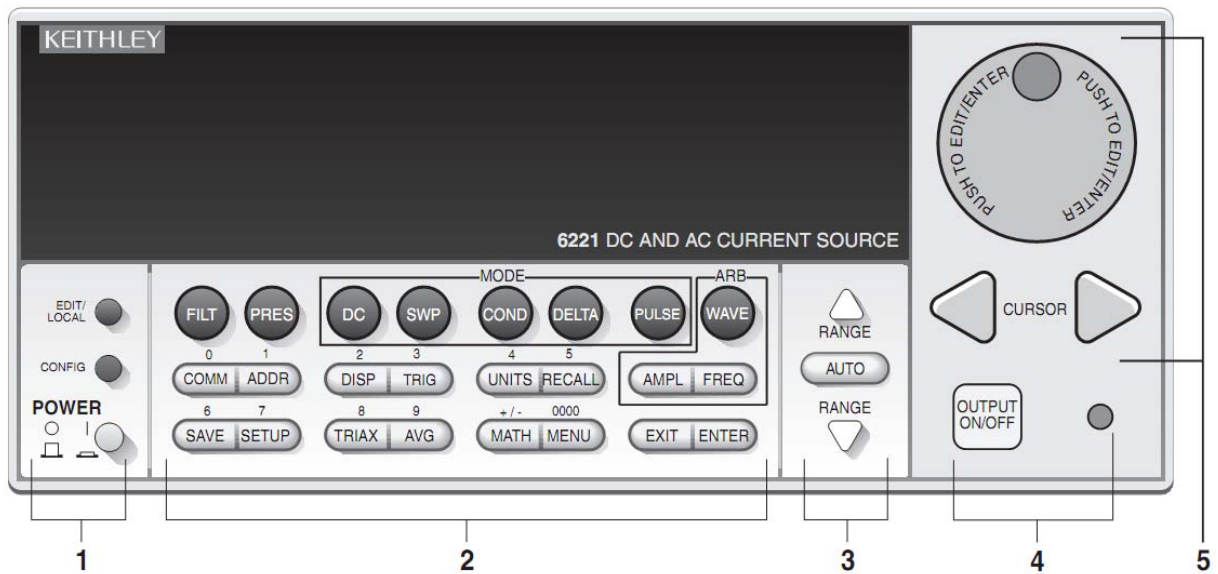
Большая часть клавиш, используемых для выбора функции или приведения в действие, также могут быть использованы для настройки после нажатия кнопки CONFIG. Например, чтобы настроить развертку, нажмите CONFIG, а затем SWP.

Рисунок 1-1
Передние панели устройств 6220 и 6221

Устройство 6220:



Устройство 6221:



1 Специальные клавиши и выключатель питания

EDIT/LOCAL	Клавиша двойного назначения: в ручном управлении нажатие EDIT выбирает режим настройки источника; в удаленном режиме управления LOCAL переключает прибор в ручное управление.
CONFIG	Используется для настройки функций или операций.
POWER	Выключатель питания. Перевод выключателя в положение I включает прибор; перевод выключателя в положение O выключает прибор.

2 Функциональные и операционные клавиши

Верхний ряд

FILT	Включает/отключает аналоговый фильтр.
PRES	Включает/отключает предустановленное значение источника. Чтобы установить значение источника в PRES, нажмите CONFIG > PRES
DC	Выбор функции источника постоянного тока.
SWP	Инициализация режима развертки. Нажмите CONFIG > SWP для настройки развертки.
COND	Инициализация дифференциальной проводимости. Нажмите CONFIG > COND для настройки дифференциальной проводимости.
DELTA	Инициализация дельта-тестирования. Нажмите CONFIG > DELTA для настройки дельта-теста.

6220:



Увеличить значение.



Уменьшить значение.

6221:

PULSE	Инициализация импульсного дельта-теста. Нажмите CONFIG > PULSE для настройки импульсного дельта-теста.
WAVE	Инициализация формирования сигнала на выходе. Нажмите CONFIG > WAVE для настройки параметров.

Средний ряд

COMM	Настройка соединения GPIB, RS-232 или Ethernet (6221). Также можно настроить через CONFIG > COMM.
ADDR	Установка адресов GPIB .
DISP	Отключение экрана. Нажмите DISP или LOCAL, чтобы снова включить экран.
TRIG	Запуск развертки, дельта-теста или формирования сигнала на выходе (6221) или запуск измерения в ручном режиме. Нажмите CONFIG > TRIG для настройки параметров запуска.
UNITS	Используется для выбора единиц измерения величин при дельта-тесте. Выбрать единицы измерения можно также через CONFIG > UNITS.
RECALL	Отображает содержимое буфера и статистику. Нажмите CONFIG > RECALL для доступа к меню для очистки буфера.

6220:



Переместить курсор (подсвеченную цифру или пункт меню) влево.



Переместить курсор (подсвеченную цифру или пункт меню) вправо.



6221:

AMPL	Установка амплитуды формирования сигнала на выходе, также доступно через CONFIG > AMPL. В режиме меню перемещает курсор влево.
FREQ	Установка частоты формирования сигнала на выходе, также доступно через CONFIG > FREQ. В режиме меню перемещает курсор вправо.

Нижний ряд

SAVE	Сохраняет до пяти наборов установок с возможностью восстановления и выбирает установки, загружаемые при включении.
SETUP	Восстанавливает настройки по умолчанию (предустановленные или с помощью RST) или настройки, сохраненные пользователем.
TRIAx	Настройка триаксиального соединения: внутренний экран и выход низкого потенциала. Можно также настроить нажатием CONFIG>TRIAx.
AVG	Включает/выключает сглаживающий фильтр. Настроить фильтр можно нажатием CONFIG>AVG.
MATH	Включает/выключает математические преобразования. Нажмите CONFIG>MATH для настройки.
MENU	Вводит основное меню калибровки, самодиагностики, вывода серийного номера и настройки звукового сигнала.
EXIT	Отмена выбранных параметров, выход из меню.
ENTER	Принятие выбранных параметров, переход к следующему пункту или выход из меню.

3 Клавиши настройки диапазона:

 и 	Двойное назначение: выбор следующего верхнего или нижнего предела воспроизведения сигнала. В режиме меню увеличение или уменьшение значений.
AUTO	Включает или отключает автоматический выбор предела источника.

4 Управление выводом и светодиодный индикатор статуса:

OUTPUT ON/OFF	Отключает или включает вывод сигнала. Чтобы установить скорость стабилизации сигнала на выходе для устройства 6221, нажмите CONFIG>OUTPUT
Светодиодный индикатор	Горит при включенном выводе сигнала. Мигает, когда напряжение на выходе превышает предел допустимых значений.

5 Вращающаяся ручка и клавиши курсора (Устройство 6221):

В режиме настройки источника используйте клавиши для перемещения курсора и вращающуюся ручку для изменения параметров источника или пределов соответствия. Вращающаяся ручка также может использоваться для включения или выключения режима редактирования параметров источника. При работе с меню клавиши курсора и вращающаяся ручка перемещают курсор. При нахождении в пункте меню клавиши перемещают курсор, а ручка меняет значение. Нажатие ручки открывает элемент меню или выбирает его пункт или значение.

6 Индикаторы на экране (не показаны):

EDIT	Прибор находится в режиме редактирования значения источника
ERR	Сомнительное показание или недействительный этап калибровки
REM	Прибор находится в удаленном режиме управления
TALK	Прибор в режиме передатчика
LSTN	Прибор в режиме приемника
SRQ	Запрос на обслуживание
FILT	Включен аналоговый или сглаживающий фильтр
MATH	Включены математические преобразования
AUTO	Используется автоматический выбор диапазона источника
ARM	Режим развертки или дельта-теста готов к запуску
TRIG	Выбран внешний источник запуска
*(звездочка)	Идет процесс сохранения показаний в буфер
SMPL	Мигает при каждом получении показания от устройства 2182/2182A

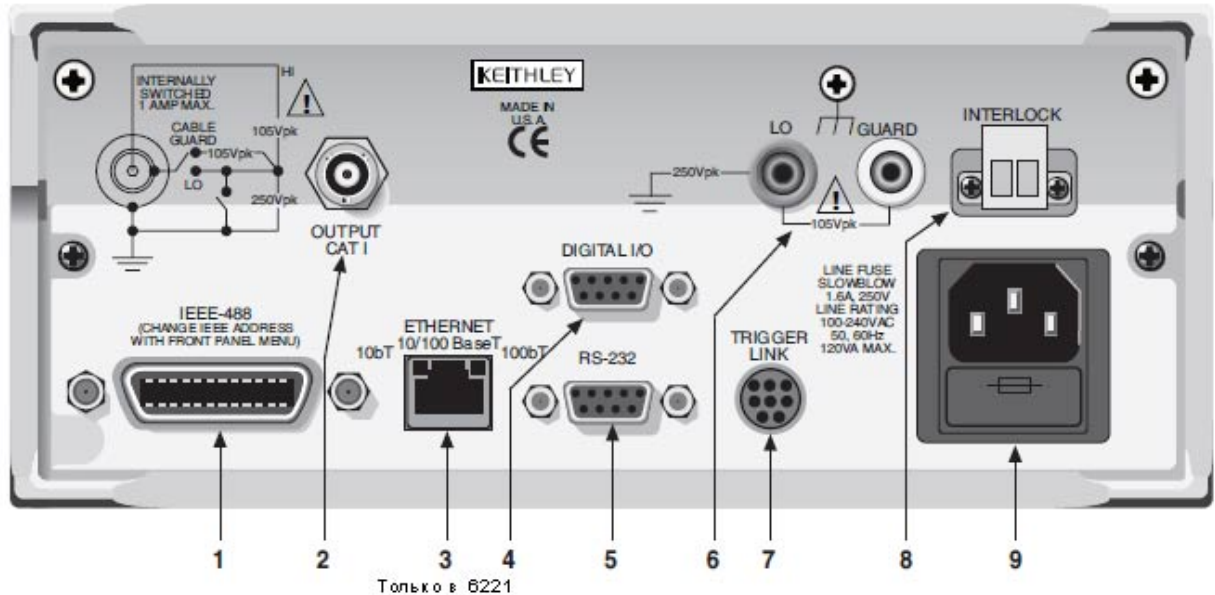
Обзор задней панели

На рисунке 1-2 показана задняя панель устройства 6221. По сравнению с ней задняя панель устройства 6220 отличается отсутствием разъема Ethernet. Описание задней панели приведено после рисунка 1-2.

Рисунок 1-2

Задняя панель устройства 622х

ПРИМЕЧАНИЕ: Задние панели моделей 6220 и 6221 идентичны, отличие состоит в отсутствии разъема Ethernet (3) на задней панели устройства 6220.



1 IEEE-488

Разъем для работы с интерфейсом IEEE-488 (GPIB). Используйте экранированный кабель, например, кабель типа 7007-1 или 7007-2.

2 OUTPUT

Трех-петельное гнездо триаксиального соединения для выхода источника тока. Соответствует прилагаемому триаксиальному кабелю (237-ALG-2). Также к гнезду может быть присоединен любой триаксиальный кабель со штепселем с тремя пазами.

3 ETHERNET

Гнездо RJ45 для подключения через Ethernet. Для подключения используйте кабель с вилками RJ45. Над разъемом расположены два светодиода для индикации состояния. Данные светодиоды отображают статус соединения Ethernet (подробнее см. в разделе 10 «Справочного руководства» (Reference Manual)).

4 DIGITAL I/O

Разъем DB-9, вилка. Четыре контакта для цифрового вывода, один контакт для сигнала запуска теста (Start of Test, SOT) и один для подвода внешнего напряжения (VEXT).

5 RS-232

Разъем DB-9, гнездо:

- Для подключения к персональному компьютеру через RS-232 используйте прямой (не нуль-модемный) экранированный кабель DB-9.
- Для дельта-теста, импульсного дельта-теста и измерения дифференциальной проводимости используйте прилагаемый последовательный кабель (CA-351) для подключения устройства 622х к устройству 2182/2182А.

6 LO и GUARD

Разъемы типа «банан» для подключения низкого потенциала (Output Low) и защиты (Guard).

7 TRIGGER LINK (Линия запуска)

Восьмиконтактное соединение микро-DIN для обмена сигналами запуска между подключенными устройствами. Для подключения используйте кабель для подачи сигнала запуска (устройство 8501).

8 INTERLOCK

Разъем блокировки. Имеет две клеммы с винтовым креплением для подключения к переключателю блокировки. В замкнутом состоянии переключателя выход (OUTPUT) устройства 622х активен и может быть включен. Если переключатель блокировки разомкнут, выход отключен (OUTPUT не может быть включен или отключается, если был предварительно включен)

9 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 100 В до 240 В переменного тока на частоте 50 Гц или 60 Гц.

Теплоотвод и вентиляция

Для рассеяния тепла в устройстве 622х используется теплоотвод и три вентиляционных отверстия. Правая панель корпуса срезана для обнажения радиатора черного цвета. Вентиляционные отверстия расположены с обеих сторон корпуса и в верхней части кожуха.

Радиатор может сильно нагреться и вызвать ожог при прикосновении. Следует иметь в виду, что его температура остается высокой в течение значительного времени после выключения.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ При эксплуатации устройства 622x НИКОГДА не прикасайтесь к радиатору, расположенному на правой панели корпуса. Радиатор может быть достаточно горячим и стать причиной получения ожогов.

ОСТОРОЖНО Запрещается ставить сосуды с жидкостью (например, с водой или кофе) на верхнюю крышку. Если жидкость прольется, то она может попасть внутрь корпуса через вентиляционные отверстия и стать причиной серьезных повреждений.

Перегрев может стать причиной повреждения прибора и отрицательно сказаться на качестве его работы. Эксплуатация прибора разрешается только в местах, где температура окружающего воздуха не превышает 50 °С.

ОСТОРОЖНО Соблюдайте нижеприведенные меры предосторожности для предотвращения повреждений от перегрева и сохранения заявленных рабочих характеристик:

- Радиатор не должен быть покрыт пылью или грязью, так как это сказывается на его способности рассеивать тепло.
- Нельзя закрывать или загораживать вентиляционные отверстия. НЕ КЛАДИТЕ какие-либо предметы на верхнюю панель. Даже частичное перекрытие может ухудшить охлаждение.
- ЗАПРЕЩАЕТСЯ устанавливать рядом с прибором 622x какие-либо устройства, которые нагнетают воздух (нагретый или нет) по направлению к вентиляционным отверстиям прибора или поверхностям. Подобный дополнительный поток воздуха может отрицательно сказаться на точности измерений.
- Устройство 622x может располагаться на горизонтальной твердой поверхности комнатной температуры. Ножки устройства 622x позволяют поднять основание над поверхностью для обеспечения достаточной вентиляции под устройством. НЕ ИСПОЛЬЗУЙТЕ устройство 622x на мягких поверхностях вроде ковра.
- Устройство 622x можно расположить поверх другого устройства, рассеивающего тепло, с соблюдением дополнительных зазоров. Для поддержания полной мощности требуется зазор в 1,75". Ножки устройства 622x позволяют создать зазор только в 0,625".
- Установка в стойке требует зазора в 1U сверху и снизу устройства. 1U это стандартная единица вертикального зазора, равная 1,75". Типовое расстояние между отверстиями под крепления в направляющих стойки составляет 0,125".
- Устанавливая устройство 622x в стойку, убедитесь в достаточности воздушного потока по сторонам и сверху для обеспечения надлежащего охлаждения. Достаточный воздушный поток подразумевает поддержание температуры воздуха на расстоянии одного дюйма от поверхностей устройства 622x в заданных пределах при любых условиях эксплуатации.

- Установка в стойке рядом с устройством 622x мощного оборудования может стать причиной возникновения перегрева. Для обеспечения заявленной точности устройства 622x необходимо соблюдать указанный температурный режим рядом с поверхностями прибора.
- При установке оборудования в стойку рекомендуется размещать максимально нагревающееся непрецизионное оборудование (например, источник питания) в верхней части стойки вдали от прецизионного оборудования (такого, как устройство 622x). Устанавливайте прецизионное оборудование в стойке как можно ниже, где температура окружающего воздуха будет минимальной. Установка дополнительных панелей для образования зазора под устройством 622x также поможет организовать необходимую циркуляцию воздуха.

Включение

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ При эксплуатации устройства 622x НИКОГДА не прикасайтесь к радиатору расположенному на правой панели корпуса. Температура радиатора может быть достаточно высокой для получения ожогов.

Подключение к сетевому питанию

Следуйте нижеприведенным инструкциям для подключения устройства 622x к сети питания с последующим его включением. Устройство работает от линии переменного тока с напряжением от 100 до 240 В и частотой от 50 до 60 Гц. Напряжение и частота определяются автоматически и не требуют специальной установки. Удостоверьтесь, что уровень напряжения в вашем регионе соответствует требуемому.

ОСТОРОЖНО Подача в прибор неподходящего напряжения может стать причиной выхода прибора из строя и аннулирования гарантийных обязательств.

1. Перед подсоединением шнура питания необходимо убедиться, что выключатель питания (POWER) находится в выключенном положении (O).
2. Подсоедините гнездовой конец прилагаемого шнура питания к розетке для подачи переменного тока на задней панели прибора. Подсоедините другой конец шнура питания к заземленной электрической розетке.

Меню

Меню используется для настройки многих аспектов функционирования устройства. Меню прямого доступа может быть открыто нажатием одной клавиши, вход в другие меню выполняется предварительным нажатием клавиши **CONFIG** с последующим нажатием нужной клавиши.

Меню CONFIG

ПРИМЕЧАНИЕ	Пример последовательности нажимаемых клавиш: «CONFIG > SWP». Чтобы открыть меню, нажмите клавишу CONFIG, затем клавишу SWP.
-------------------	---

Относится к устройствам **6220** и **6221**:

CONFIG > SWP открывает меню настройки разверток CONFIGURE SWEEPS

CONFIG > COND открывает меню настройки измерения дифференциальной проводимости DIFF CONDUCTANCE

CONFIG > DELTA открывает меню настройки дельта-теста CONFIGURE DELTA

CONFIG > TRIG открывает меню настройки параметров запуска CONFIGURE TRIGGER

CONFIG > RECALL открывает меню очистки буфера CLEAR BUFFER

CONFIG > MATH открывает меню математических преобразований CONFIGURE MATH

Относится только к устройству **6221**:

CONFIG > PULSE открывает меню настройки импульсного дельта-теста CONFIG PULSE DELTA

CONFIG > WAVE открывает меню функций формы сигнала CONFIGURE WAVEFORM

CONFIG > OUTPUT открывает меню настройки стабилизации сигнала на выходе OUTPUT RESPONSE

Меню прямого доступа

ПРИМЕЧАНИЕ	Все из нижеприведенных клавиш для открытия меню прямого доступа (за исключением клавиши RECALL) также могут быть открыты с предварительным нажатием клавиши CONFIG.
-------------------	--

Относится к устройствам **6220** и **6221**:

COMM открывает меню настроек соединений COMMUNICATIONS SETUP

ADDR открывает меню адресов GPIB ADDRESS

UNITS открывает меню единиц измерения READING UNITS

RECALL открывает меню с сохраненными показаниями и статистикой

SAVE открывает меню сохраненных настроек SAVED SETUP MENU

SETUP открывает меню восстановления настроек RESTORE SETUP

TRIAx открывает меню настроек триаксиального соединения CONFIGURE TRIAX

MENU открывает главное меню MAIN MENU

Относится только к устройству 6221:

AMPL открывает меню настройки амплитуды AMPL: (значение)

FREQ открывает меню настройки частоты FREQ (частота)

Главное меню

Главное меню (MAIN MENU) – это меню прямого доступа, открываемое нажатием кнопки **MENU**. Элементы меню включают CAL, TEST, SERIAL# и BEEPER. Подробнее см. в разделе 1 «Справочного руководства» (Reference Manual).

Отображение серийного номера и версии программного обеспечения

1. Нажмите клавишу **MENU**.
2. Выберите элемент SERIAL#.

На экране отобразится номер версии программного обеспечения:

FIRMWARE VERSION A05 (номер версии на момент издания настоящего руководства).

Средства редактирования значений

Настройки источника и допустимого напряжения

При нахождении устройства 622x в режиме редактирования (индикатор EDIT горит) элементы управления процессом редактирования используются для настройки значения источника и допустимого напряжения. В стандартном случае режим редактирования включается нажатием клавиши EDIT. Подробнее см. в соответствующем разделе на стр. 3-8.

Навигация по меню


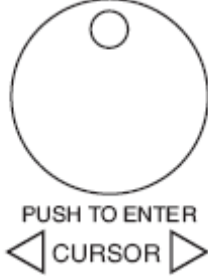





Если устройство 622x не находится в режиме редактирования (индикатор EDIT не горит), средства редактирования значений (Рисунок 1-3) используются для перемещения по меню и выбора и/или установки значений.

Рисунок 1-3

Клавиши редактирования значений

Устройство 6220:

Устройство 6221:

<p>Клавиши управления курсором</p> 	<p>Вращающаяся ручка и клавиши курсора</p> 	<p>Клавиши подстройки значения</p> 
<p>Клавиши подстройки значения</p> 	<p>Клавиши курсора</p>  <p>(влево) (вправо)</p>	<p>Клавиши числового ввода</p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 +/- 0000</p>
<p>Клавиши числового ввода</p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 +/- 0000</p> <p>Клавиши ENTER / EXIT</p> 		<p>Клавиши ENTER / EXIT</p> 

Навигация по меню устройства 6220

После входа в меню используйте следующие клавиши редактирования:

Выбор элементов меню

1. Для расположения мигающего курсора на элементе меню, который требуется выбрать или открыть, используйте клавиши управления курсором (Cursor Keys).
2. Нажмите клавишу **ENTER** для выбора элемента меню или входа в подменю.
3. Используйте клавишу **EXIT** для отмены или возврата в верхний уровень меню.

Установка значений

Выбрать значение можно двумя способами: подстройкой текущего значения или вводом числовой информации. Оба метода используют следующие способы редактирования:

- Для установки нулевого значения нажмите клавишу 0000 на числовой панели.
- Для изменения полярности значения нажмите клавишу +/-.

Подстройка текущего значения

1. С помощью клавиш управления курсором (Cursor Keys) установите курсор на цифру, которую нужно изменить
2. Увеличьте или уменьшите значение цифры с помощью клавиш подстройки значения (Value Adjust Keys). При переходе через разряд изменяется также цифра (цифры) слева.
3. Повторите действия по пп. 1 и 2 для установки нужного значения
4. Нажмите **ENTER** для сохранения значения или **EXIT** для отмены изменений.

Ввод числовой информации:

1. Расположите курсор с помощью клавиш управления курсором на первой значимой цифре.
2. Введите новую цифру нажатием числовой клавиши (от 0 до 9). При этом курсор переместится на следующую цифру справа.
3. Повторите п.2 для установки нужного значения.
4. Нажмите **ENTER** для сохранения значения или **EXIT** для отмены изменений.

Навигация по меню устройства 6221

Процедура редактирования параметров в меню устройства 6221 аналогична процедуре для устройства 6220, но со следующими отличиями:

- Управление курсором производится клавишами управления курсором (**Cursor Keys**), расположенными под вращающейся ручкой (**Rotary Knob**).
- При нахождении на уровне меню, требующем выбора позиции, вращающаяся ручка также может использоваться для управления курсором. Поворот ручки по часовой стрелке перемещает курсор вправо, против часовой стрелки – влево.
- Вращающаяся ручка также позволяет выполнять подстройку отображаемого значения. Поворот по часовой стрелке увеличивает значения цифры, поворот против часовой стрелки уменьшает.
- Нажатие вращающейся ручки имеет тот же эффект, что и нажатие клавиши **ENTER**. Нажмите ручку для выбора или входа в элемент меню или выбора отображенного значения.

Пароль

В режиме удаленного программирования пользователь может установить пароль для отключения защищенных команд. Защищенными является большинство команд устройства 622х. Пароль может быть сброшен нажатием следующей последовательности клавиш на передней панели: нажмите **COMM >** выберите **PASSWORD >** выберите **YES** для сброса пароля. Подробнее см. в разделе 10 «Справочного руководства» (Reference Manual).

Интерфейс удаленного доступа

Для управления в удаленном режиме используется один из следующих интерфейсов: GPIB, RS-232 или (для устройства 6221) Ethernet. При подключении по шине GPIB могут быть использованы языки SCPI или KI-220.

ПРИМЕЧАНИЕ Выбор и настройка интерфейса осуществляется через меню настройки соединений **COMMUNICATIONS SETUP**, доступное через нажатие клавиши **COMM**. Подробнее см. в разделе 10 «Справочного руководства» (Reference Manual).

GPIB

Интерфейс GPIB (язык SPC1) выбран по умолчанию согласно заводским настройкам и имеет адрес 12. Поменять адрес можно с помощью следующей последовательности клавиш:

нажмите **ADDR >** установите адрес (от **0** до **30**) > нажмите **ENTER**

RS-232

При выборе интерфейса RS-232 используются следующие установки по умолчанию (могут быть изменены):

Скорость двоичной передачи: 19.2k

Конечный символ: LF (перевод строки)

Управление потоками: None (отсутствует)

Для RS-232 используются восемь битов данных, один стоповый бит и не используется бит четности. Эти параметры фиксированы и не могут быть изменены.

Ethernet (только для устройства 6221)

Процедура настройки Ethernet-соединения описана в разделе 10 справочного руководства (Reference Manual).

Сообщения об ошибках и состоянии

Сообщения об ошибках и состоянии прибора отображаются мгновенно. Во время эксплуатации и программирования на передней панели будут выдаваться некоторые сообщения. Как правило, это сообщения информационного характера или сообщения об ошибках (см. Приложение В «Справочного руководства» (Reference Manual)).

Настройки по умолчанию

Состояние устройства 622x может быть восстановлено в одну из семи конфигураций: пять пользовательских наборов установок, PRESET (заводские настройки по умолчанию) и *RST (настройки шины по умолчанию). В состоянии заводских установок устройство 622x включается с набором установок PRESET. Установки PRESET обеспечивают возможность выполнять настройку общего назначения с помощью органов управления на передней панели, тогда как установки *RST делают то же самое при удаленном управлении.

ПРИМЕЧАНИЕ

Во время запуска или инициации режима функций формы сигнала, развертки, дельта-теста, импульсного дельта-теста или измерения дифференциальной проводимости невозможно сохранение или восстановление пользовательских установок. Попытка это сделать приведет к выдаче ошибки +413 Not allowed with mode armed (Не разрешено при иницированном режиме)

Нетиповая настройка развертки не может быть сохранена как пользовательская установка. При попытке это сделать устройство выдаст ошибку +528 Cannot save CUSTOM sweep setup (Невозможно сохранить НЕТИПОВЫЕ настройки развертки).

Предустановленные настройки источника не сохраняются как часть установок пользователя.

Подробнее о настройках по умолчанию см. в разделе 1 «Справочного руководства» (Reference Manual).

Сохранение и восстановление настроек

Сохранение настроек:

Нажмите **SAVE** > выберите **SAVE** > выберите ячейку памяти от (0 до 4) > нажмите **ENTER**

Восстановление пользовательских настроек:

Нажмите **SETUP** > выберите **USER** > выберите ячейку памяти от (0 до 4) > нажмите **ENTER**

Восстановление предустановленных настроек по умолчанию (PRESET)

Нажмите **SETUP** > выберите **PRESET**

Восстановление настроек по умолчанию типа *RST

Нажмите **SETUP** > выберите ***RST**

Удаленное управление

*SAV <NRf>	‘ Сохранить текущие настройки в памяти
*RCL <NRf>	‘ Восстановить сохраненные пользовательские настройки ‘ <NRf> = 0, 1, 2, 3 или 4
SYSTem:PRESet	‘ Восстановить настройки по умолчанию PRESET
*RST	‘ Восстановить настройки по умолчанию *RST

Выбор настроек при включении

Включение с предустановленными настройками PRESET по умолчанию:

Нажмите **SETUP** > выберите **POWER ON** > выберите **PRESET**

Включение с настройками по умолчанию *RST:

Нажмите **SETUP** > выберите **POWER ON** > выберите ***RST**

Включение с настройками пользователя:

Нажмите **SETUP** > выберите **POWER ON** > выберите **USER SETUP NUMBER** > выберите ячейку памяти (от **0** до **4**) > нажмите **ENTER**

Удаленное управление

SYSTem:POSetup <name>

Выбор установок при включении

<name> = RST, PRESet, SAV0, SAV1, SAV2, SAV3 или SAV4

Программирование на SCPI

Информация о программировании с использованием команд SCPI приводится совместно с описанием действий с использованием органов управления на передней панели. Команды SCPI перечислены в таблицах с приведением после них дополнительной информации, относящейся исключительно к удаленному управлению.

ПРИМЕЧАНИЕ	За исключением раздела 14 «Справочного руководства» (Reference Manual) большинство таблиц с командами SCPI в данном руководстве приведены с сокращениями. То есть, они могут не содержать необязательные командные термины и большую часть команд запроса. Ниже вкратце резюмируются необязательные команды и команды запросов.
-------------------	---

Необязательные командные термины

В соответствии с требованиями стандартов IEEE-488.2 и SCPI устройства 622x могут принимать необязательные командные термины. Любой командный термин, заключенный в квадратные скобки ([]), является необязательным и может не включаться в программную инструкцию.

Команды запроса

Большинство команд имеют запросную форму. Команда запроса обозначается следующим за ней вопросительным знаком (?). Запросная команда служит для получения от устройства информации об установленном состоянии для данной команды. При получении запроса и нахождении устройства 622x в режиме передатчика ответное сообщение посылается на компьютер.

Раздел 2

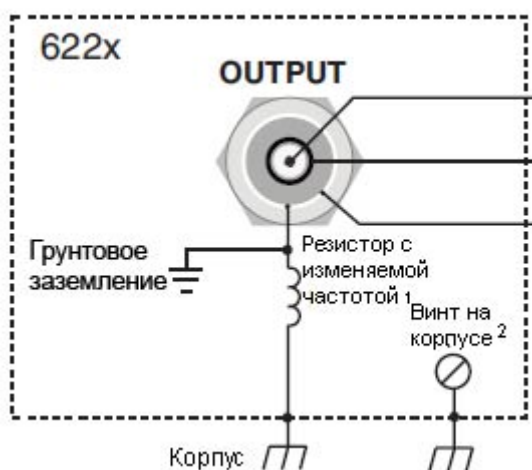
Схемы подключения для вывода сигнала

Триаксиальный соединитель

Источник тока подает сигнал на трехпетельный триаксиальный соединитель, расположенный на задней панели устройства. Для подключения к этому разъему используйте трехпазовый штекер триаксиального кабеля. В комплект поставки устройства 622x входит триаксиальный кабель с зажимами типа «крокодил» (устройство 237-ALG-2) (см. стр. 2-9). Триаксиальный разъем показан на рисунке 2-1

Рисунок 2-1

Триаксиальный соединитель и точки заземления



Центральный проводник – выход высокого потенциала (Output high)

Внутренний экран – выход низкого потенциала (Output Low) или защита кабеля (Cable Guard)

Внешний экран – выход низкого потенциала для защищенной конфигурации (заземление)

1) Резистор с изменяемой частотой изолирует источник тока от высоких частот на корпусе. Для диапазона от постоянного тока до 60 Гц резистор с изменяемой частотой выступает в качестве виртуального короткозамыкателя (0 Ом).

2) **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** использовать клемму винта на корпусе для подключения сигнальных кабелей к внешним целям. Высокая частота (> 1 МГц) на корпусе может привести к повышению шума на выходе.



Заземление (EARTH GROUND) – «подвешенная» земля и определяется как внешний экран триаксиального соединителя .



CHASSIS – металлический корпус устройства 622x.



Клемма на корпусе присоединена к металлическому корпусу устройства 622x

Клеммы триаксиального соединителя

Ниже приведено краткое описание клемм триаксиального соединителя . Подробнее см. на стр. 2-5.

Центральный проводник – центральный провод триаксиального соединителя всегда соединен с выходом высокого потенциала (Output High) источника.

Внутренний экран триаксиального соединителя может быть присоединен к выходу низкого потенциала (Output Low) или защите кабеля (Guard). Подробнее о настройке подключения внутреннего экрана см. на стр. 2-6 в разделе «Внутренний экран триаксиального кабеля». Подробнее об использовании защитного экрана кабеля см. на стр. 2-8.

Внешний экран триаксиального соединителя устройства 622х всегда подключен к заземлению устройства 622х (Подробнее см. в разделе «Точки заземления»).

Резистор с изменяемой частотой (FVR)

Внешний экран (заземление) триаксиального соединителя развязан с корпусом устройства 622х с помощью резистора с изменяемой частотой (frequency variable resistor – FVR). Резистор используется для изоляции цепей источника тока от высокочастотных наводок, которые могут присутствовать на корпусе устройства 622х. Сопротивление резистора увеличивается при увеличении частоты наводок на корпусе и подавляет их.

Точки заземления

На рисунке 2-1 показаны и описаны различные точки заземления, используемые в устройстве 622х. Точка **Earth Ground** заземляет сигнальные соединения с внешними электрическими цепями. Данное заземление играет роль внешнего экрана триаксиального соединителя и развязана с корпусом посредством резистора с изменяемой частотой.

Запрещается использовать корпус в качестве заземления для сигнальных соединений.

Высоковольтные наводки на корпусе устройства 622х могут давать большие шумы на выходе.

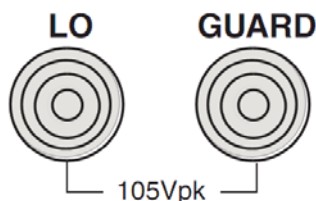
Корпус устройства следует использовать только как защитный экран. Для подсоединения к корпусу устройства 622х используйте клемму корпуса.

Гнезда типа «банан» LO и GUARD

Гнезда типа «банан» LO и GUARD расположены на задней панели и показаны на рисунке 2-2.

Рисунок 2-2

Гнезда типа «банан» LO и GUARD



Гнездо типа «банан» LO

Это гнездо контактно идентично выходу низкого потенциала (Output Low) триаксиального соединителя. Однако при настройках триаксиального соединения **CABLE GUARD** и **FLOATING** выход низкого потенциала *недоступен* в триаксиальном разъеме. В данном случае необходимо использовать гнездо типа «банан» LO (о настройках триаксиального соединителя см. на стр. 2-5).

Гнездо типа «банан» GUARD

Защитное соединение **GUARD** на разъеме типа «банан» отличается от защиты кабеля **CABLE GUARD**, доступной при подключении по триаксиальному кабелю. Подробнее см. на стр. 2-8.

Блокировка

Устройство 622х имеет разъем INTERLOCK, который должен подключаться к блокирующему переключателю (Рисунок 2-3). Когда переключатель разомкнут, выход устройства 622х находится в неактивном состоянии и не может быть включен. Если в момент размыкания переключателя выход был активен, то он будет отключен. При замкнутом переключателе выход может быть активизирован и включен.

Блокирующий переключатель показан на рисунке 2-3. Он представляет собой быстро отсоединяемую клеммную колодку. Для подключения блокирующего переключателя потяните колодку в направлении от задней панели.

Блокирующий переключатель должен быть установлен на испытательном стенде так, чтобы при открывании крышки переключатель всегда размыкался (вывод сигнала отключен). Переключатель перейдет в замкнутое положение при закрытии крышки стенда (вывод сигнала разрешен). Подробнее об использовании функции блокировки с испытательным стендом см. на стр. 2-12)

Рисунок 3-2

Блокировка



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Блокировка отключает выход только устройства 622х. При использовании в испытательной цепи внешнего источника его напряжение будет присутствовать в испытательной цепи. Напряжение опасного уровня, поступающее от внешнего источника, может подаваться непосредственно на разъем OUTPUT устройства 622х.

Рекомендуется всегда отключать все внешние источники тока перед подключением или отключением соединителей в испытательной цепи.

Конфигурации выходов

Выход источника тока может находиться в четырех конфигурациях:

- Внутренний экран триаксиального соединителя подключен к выходу низкого потенциала (**Output Low**), который присоединен к заземлению (**Earth Ground**). (Рисунок 2-4А)
- Внутренний экран триаксиального соединителя соединен с защитой кабеля (**Cable Guard**), а выход низкого потенциала (**Output Low**) заземлен (**Earth Ground**) (Рисунок 2-5А).
- Внутренний экран триаксиального соединителя соединен с выходом низкого потенциала (**Output Low**), который развязан с заземлением (**Floating**). (Рисунок 2-4В). Это конфигурация по умолчанию.
- Внутренний экран триаксиального соединителя соединен с защитой кабеля (**Cable Guard**). Выход низкого потенциала доступен через гнездо типа «банан» LO (**Output Low**) и развязан с заземлением (**Floating**) (Рисунок 2-5В).

Использование устройства 622х с кабелем с внутренним триаксиальным экраном, подключенным к выходу низкого потенциала, позволяет использовать ее с источником тока Keithley 220.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ Для предотвращения электрического удара и/или повреждения устройства 622х НЕ ПРЕВЫШАЙТЕ максимальный (Max) уровень напряжения, указанный на рисунках 2-4 и 2-5

ОСТОРОЖНО Чтобы избежать повреждения внутренних предохранителей устройства 622х, сила тока между выходом LO и заземлением не должна превышать 1А. Используйте предохранитель или другой ограничитель тока во внешней испытательной цепи.

Один внутренний предохранитель расположен между выходом низкого потенциала триаксиального соединителя (Triax Output Low) и гнездом типа «банан» LO. Другой предохранитель расположен между выходом низкого потенциала триаксиального соединителя (Triax Output Low) и заземлением.

Рисунок 2-4

Конфигурации выхода – внутренний экран триаксиального соединителя подключен к Output Low

А) Output Low подключен к заземлению (Earth Ground) Б) Output Low в «плавающем» состоянии

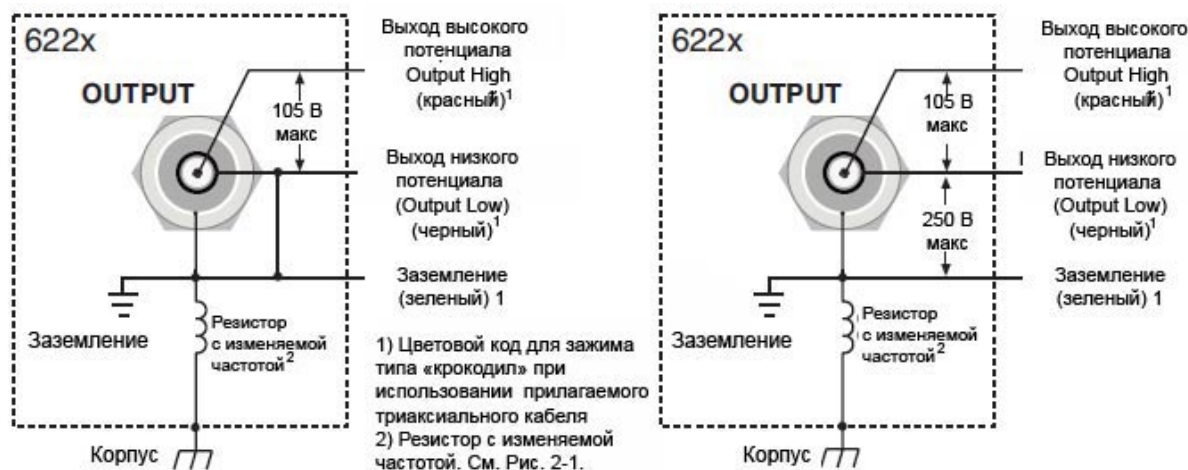
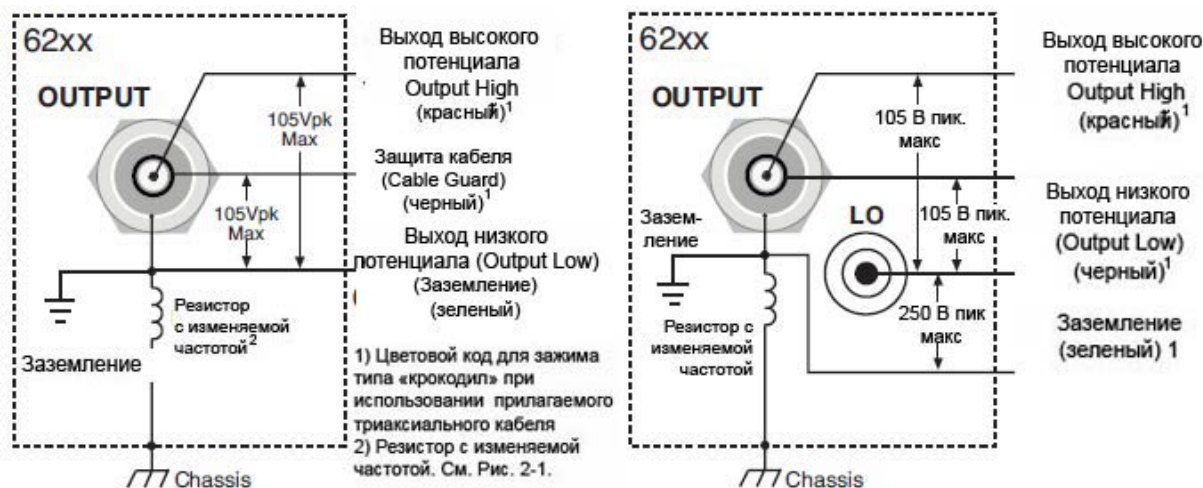


Рисунок 2-5

Конфигурация выхода – внутренний экран триаксиального соединителя подключен к защите кабеля (Cable Guard)

А) Output Low подключен к заземлению (Earth Ground)

Б) Output Low в «плавающем» состоянии



Внутренний экран триаксиального соединителя

Внутренний экран триаксиального соединителя может присоединяться к выходу низкого потенциала Output Low (для совместной работы с источником тока Keithley 220) или к защите кабеля (Cable Guard). По умолчанию присоединяется к выходу низкого потенциала.

Выход источника тока должен быть отключен перед переключением конфигурации внутреннего экрана. Процедура ниже позволяет проверить или внести изменения в настройку подключения внутреннего экрана:

1. Если выход источника включен, нажатием клавиши **OUTPUT** отключите его (на экране отображается сообщение **OFF**).
2. Нажмите клавишу **TRIAx** на устройстве 622x для отображения содержимого меню **CONFIGURE TRIAX**.
3. С помощью органов управления курсором переместите курсор на позицию **INNER SHIELD** и нажмите **ENTER**, чтобы отобразить настройки **TRIAx INNER SHIELD**.
4. Расположите курсор на **OUTPUT LOW (220 STYLE)** или **GUARD** и нажмите **ENTER**.
5. Верните экран в исходное состояние нажатием **EXIT**.

Удаленное управление (настройки внутреннего экрана триаксиального соединителя)

Изменение настроек внутреннего экрана триаксиального соединителя можно производить только с **ОТКЛЮЧЕННЫМ ВЫХОДОМ** источника (прибор должен находиться в состоянии **OUTPUT OFF**). В противном случае будет выдана ошибка +403 Not allowed with output on («Недопустимо с включенным выходом»).

Список команд для управления настройками внутреннего экрана триаксиального соединителя :

OUTPut:ISHield? ‘Запрос о состоянии внутреннего экрана триаксиального соединителя
 OUTPut:ISHield <name> ‘Подключение внутреннего экрана триаксиального соединителя к
 защите кабеля (Cable Guard) или выходу низкого потенциала (Output Low)
 ‘<name> = GUARd или OLOW

Пример – отключение выхода источника и подключение внутреннего экрана триаксиального соединителя к защите кабеля:

OUTPut OFF
 OUTPut:ISHield GUARd

Выход низкого потенциала триаксиального соединителя

Выход низкого потенциала (Output Low) может быть подключен к заземлению (которым является внешний экран триаксиального соединителя) или оставлен в плавающем состоянии (**Floating**). По умолчанию установлено «плавающее» состояние.

Процедура ниже позволяет проверить или внести изменения в настройку подключения выхода низкого потенциала:

1. Нажмите клавишу **TRIAx** на устройстве 622x для отображения содержимого меню **CONFIGURE TRIAX**.
2. С помощью элементов управления курсором переместите курсор на **OUTPUT LOW** и нажмите клавишу **ENTER** для отображения настроек **TRIAx OUTPUT LOW**.
3. Расположите курсор на **FLOATING** или **EARTH GROUND** и нажмите клавишу **ENTER**.
4. Верните экран в исходное состояние нажатием **EXIT**.

Удаленное управление (выход низкого потенциала триаксиального соединителя)

Список команд для переключения выхода низкого потенциала:

OUTPut:LTEarth? ‘Запрос состояния соединения выхода низкого потенциала.
 OUTPut:LTEarth ‘Подключить выход низкого потенциала к заземлению или отключить его
 = ON (заземление, Earth Ground)
 = OFF («плавающее» состояние, floating)

Пример – отсоединить триаксиальный выход низкого потенциала от заземления (перевести в «плавающее» состояние):

OUTPut:LTEarth OFF

Типы защиты

Ниже описаны типы защиты, имеющиеся в устройстве 622х: защита триаксиального кабеля и защита разъема типа «банан».

Защита кабеля (Cable Guard) – данная защита обеспечивает напряжение фактически того же потенциала, что и на выходе высокого потенциала (Output High) устройства 622х. Такая защита может существенно снизить токи утечки и емкостное сопротивление в испытательной цепи. Для обеспечения эффективной защиты необходимо использовать конфигурацию с защитой для триаксиального кабеля и защитную плату для тестируемого устройства.

Защита разъема типа «банан» (Banana Jack Guard) – аналогично защите кабеля обеспечивает напряжение по существу того же потенциала, что и выход высокого потенциала (Output High) устройства 622х (тип. погрешность составляет 1 мВ). Этот режим защиты не должен использоваться для защиты триаксиального кабеля. Защита разъема типа «банан» предназначена для использования с вольтметром при проведении измерений высокоомных устройств.

ПРИМЕЧАНИЕ	Подробное описание применения защиты разъема типа «банан» см. в разделе 2 «Справочного руководства» (Reference Manual).
-------------------	--

Защита триаксиального кабеля

Между проводящими элементами триаксиального кабеля существует сопротивление изоляции и емкостное сопротивление. Обычный триаксиальный кабель, как правило, имеет погонное сопротивление изоляции в 1 ТОм/фут и погонную емкость в 100 пФ/фут. Помимо этого заметное сопротивление изоляции и емкость могут присутствовать в испытательном стенде, в который помещено тестируемое устройство.

Емкость – любая емкость между выходом и тестируемым устройством приводит к запаздыванию отклика (момента формирования тока) в устройстве. В момент включения устройства 622х (или ступенчатого изменения тока) происходит начальный скачок тока через емкость, который будет заметен в нагрузке. Течение тока через конденсатор будет остановлено после полного заряда конденсатора. Значение тока считается «стабилизированным», когда оно отличается не более чем на 1% от заданного. Полный заряд конденсатора занимает примерно пять временных констант RC (5τ), после чего стабилизированный ток начинает протекать через тестируемое устройство.

Ток утечки – после заряда конденсатора он будет эффективно выключен из тестируемой цепи (при условии, что уровень источника тока остается неизменным). Остается сопротивление изоляции, включенное параллельно тестируемому устройству, эффективно выступающее в роли делителя тока. Токи утечки (не подающиеся на тестируемое устройство) могут быть существенными, если сопротивление изоляции не значительно выше, чем сопротивление устройства. Например, если сопротивление изоляции только в 10 раз больше сопротивления тестируемого устройства, погрешность подаваемого тока будет составлять 10%

ПРИМЕЧАНИЕ	Принципы защиты объясняются в разделе 2 «Справочного руководства» (Reference Manual) (см. раздел «Типы защиты»)
-------------------	--

Ситуации, требующие использования защиты

Необходимость применения защиты кабеля определяется пользователем. В общем случае защита кабеля используется для уменьшения токов утечки при тестировании высокоомных устройств и уменьшения емкости в триаксиальном кабеле и тестируемом устройстве с целью уменьшения времени отклика. Чем ниже емкость, тем лучше отклик.

Несмотря на то, что защита кабеля позволяет существенно понизить емкость триаксиального кабеля и на тестируемом устройстве, существуют другие источники емкости, которые могут значительно снизить общую эффективность защиты.

Высокую емкость может иметь само тестируемое устройство и/или вольтметр, используемый в испытательной системе. Данные емкости не могут быть нейтрализованы и сводят на нет защиту кабеля (особенно для низкоомных тестируемых устройств). Сравнительно высокую входную емкость имеет нановольтметр Keithley 2182/2182A (~300пФ и ~500пФ в специальном режиме).

Плавающее состояние источника тока

Использование внешнего источника в испытательной системе может потребовать отрыва устройства 622х от заземления. В зависимости от конфигурации тестовой цепи возможно закорачивание внешнего источника через заземление, если отрыв устройства 622х от заземления не выполняется. Подробнее см. в пункте «Плавающее состояние источника тока» в разделе 2 «Справочного руководства» (Reference Manual).

Подключение к тестируемому устройству

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ Для предотвращения электрического удара все тестируемые системы должны быть обесточены перед соединением и разъединением элементов цепи. Отключите все оборудование и источники тока и отсоедините шнуры питания.

Триаксиальный кабель из комплекта поставки

Триаксиальный кабель устройства 237-ALG-2 поставляется вместе с устройством 622х. Данный кабель длиной 2 м подключается одним концом к триаксиальному выходу, а на другом конце имеет крокодиловые зажимы с изоляцией соответствующих цветов. Идентификация оконечных элементов для кабеля зависит от используемой конфигурации триаксиального соединителя (см. Рис. 2-4 и Рис. 2-5).

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ В некоторых случаях кабель устройства 237-ALG-2 может иметь открытые участки, находящиеся под напряжением.

Данный триаксиальный кабель предназначен только для использования квалифицированным персоналом, осознающим опасность электрического удара и знакомым с мерами предосторожности, необходимыми для предотвращения возможных травм. В случае если изделием пользуется оператор, квалифицированное лицо должно обеспечить защиту оператора от электрического удара и физического контакта с цепями, имеющими опасные уровни напряжения.

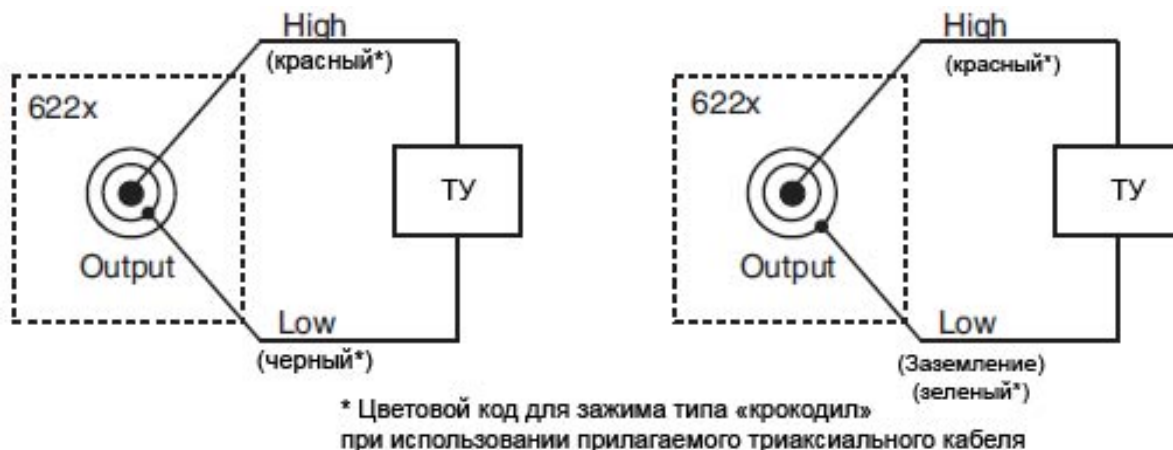
Базовые схемы соединений

Базовые схемы соединений могут использоваться для тестирования при низких напряжениях (не выше чем 30 В (среднеквадратическое значение)), при котором не требуется защиты и/или экранирования от шумов. На рисунке 2-6 показаны основные схемы подключения к тестируемому устройству. Если внутренний экран триаксиального соединителя подключается к выходу низкого потенциала, используйте схему подключения, показанную на рисунке 2-6А. Если внутренний экран подсоединяется к защите кабеля, используйте схему, показанную на рисунке 2-6Б.

Рисунок 2-6

Основные схемы подключения тестируемого устройства

А) Внутренний экран подключен к выводу низкого потенциала (Output Low)
 Б) Внутренний экран подключен к защите кабеля (Cable Guard)



Экранирование и защита

Подключение шумоизолирующих экранов

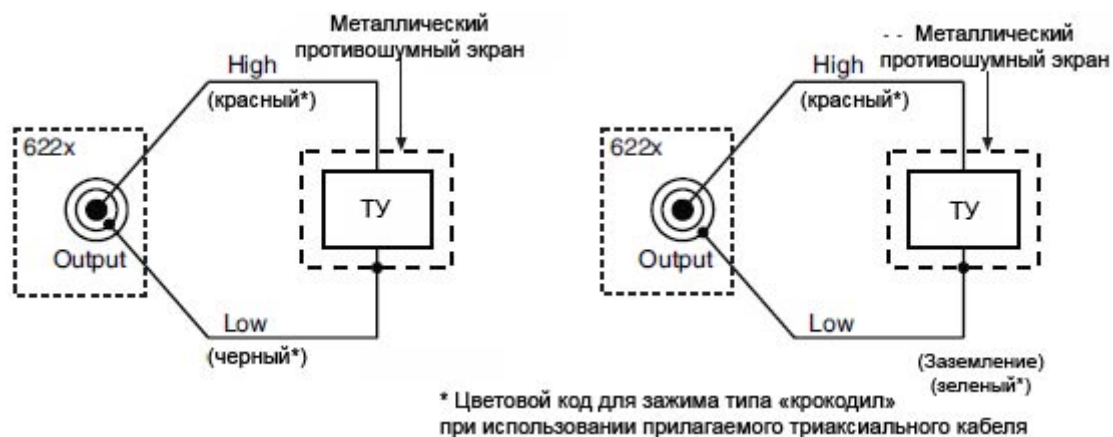
Типовые схемы подключения с шумоизолирующим экраном для двух конфигураций триаксиального соединителя показаны на рисунке 2-7. Шумоизолирующий экран используется для защиты испытательной цепи от проникновения нежелательных сигналов. Эффективная система экранирования может оказать положительное воздействие на сигналы ниже 1 мкА. Как правило, металлические шумоизолирующие экраны окружают испытательную цепь и должны быть подключены к Output Low, как показано ниже.

Рисунок 2-7

Шумоизолирующий экран

А) Внутренний экран подключен к выводу низкого потенциала (Output Low)

Б) Внутренний экран подключен к защите кабеля (Cable Guard), Output Low подключен к грунтовому заземлению



Подключение экранов безопасности

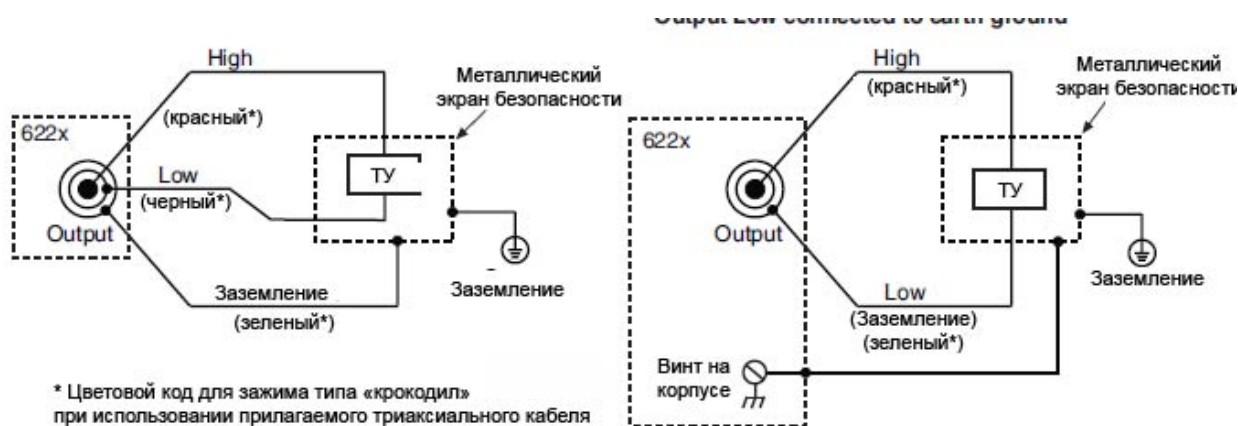
Экраны безопасности следует использовать всегда, когда есть вероятность возникновения опасных напряжения (>30 В среднеквадратическое, 42В пикового). Металлический экран безопасности должен полностью охватывать цепь тестируемого устройства и быть подключенным к известному грунтовому и корпусному заземлению (см. рис. 2-8). Для соединения используйте провод калибра #18AWG или выше.

Рисунок 2-8

Экран безопасности

А) Внутренний экран подключен к выводу низкого потенциала (Output Low)

Б) Внутренний экран подключен к защите кабеля (Cable Guard), Output Low подключен к грунтовому заземлению

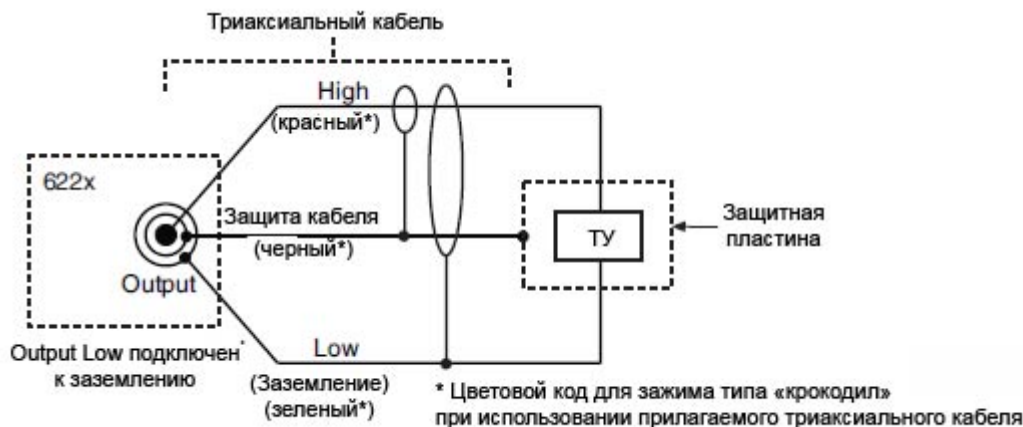


Подключение защиты кабеля

Защита кабеля используется для защиты триаксиального кабеля и может быть использована в полной мере и для защиты тестируемого устройства на металлической защитной пластине. На рисунке 2-9 показаны соединения с использованием защиты кабеля.

Рисунок 2-9

Соединение с защитой кабеля – внутренний экран триаксиального соединителя подключен к защите кабеля (Cable Guard).



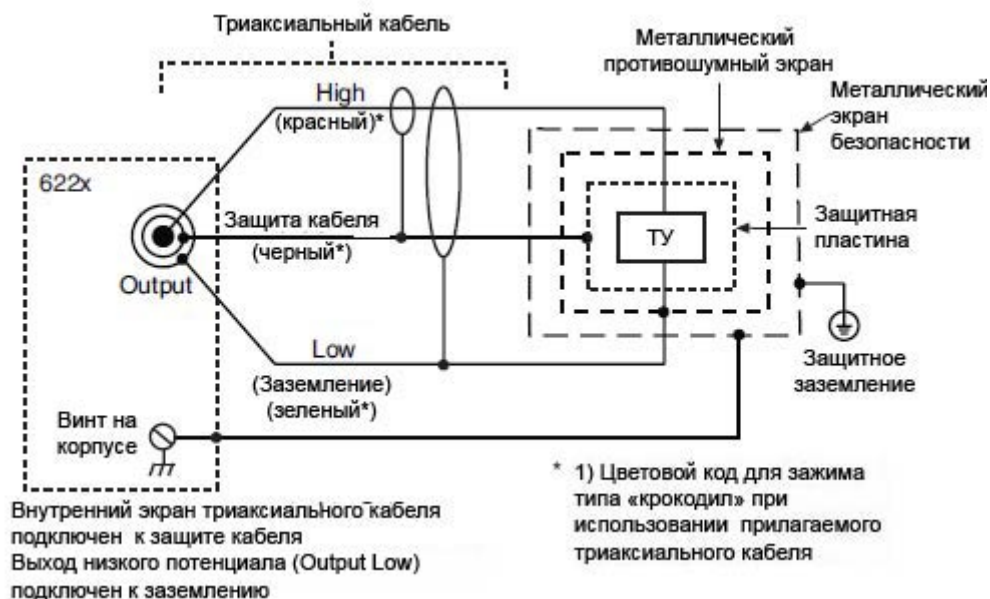
Экраны безопасности следует использовать всегда, когда есть вероятность возникновения опасных напряжения (>30 В среднеквадратическое, 42В пикового). На рисунке 2-10 показана схема безопасного подключения с использованием экрана безопасности.

Совместное использование экранирования и защиты

На рисунках ниже показана схема подключения для тестовой системы, использующей шумоизолирующий экран, экран безопасности и защиту кабеля.

Рисунок 2-10

Схема подключения с использованием шумоизолирующего экрана, экрана безопасности и защиты кабеля



Использование испытательного стенда

С целью обеспечения должного уровня безопасности при работе с прибором и максимального использования его эксплуатационных характеристик необходимо использовать испытательный стенд со встроенным блокирующим переключателем. Блокирующий переключатель стенда должен подсоединяться к разъему INTERLOCK устройства 622x (см. стр. 2-4)

ПРИМЕЧАНИЕ Рекомендации по созданию безопасного, высокопроизводительного испытательного стенда приведены в разделе 2 «Справочного руководства» (см. раздел «Использование испытательного стенда» (“Using a test fixture”)).

Раздел 3

Режим вывода постоянного тока

Возможности устройства в качестве источника постоянного тока

- Девять диапазонов вывода тока от 100фА до 105мА.
- Допустимые значения напряжения могут быть установлены от 0,1 В до 105 В с шагом 10 мВ.
- Максимальная мощность на выходе 11Вт.
- 4-квadrантная рабочая область (как в режиме нагрузки, так и в режиме источника)

Диапазоны источника

Каждый диапазон имеет возможность 5%го выхода за номинальные пределы. В таблице 3-1 приведены значения диапазонов и соответствующие им максимальные значения на выходе. Диапазон может быть выбран вручную или с использованием автоматического выбора.

Установка пределов вручную – фиксированный диапазон источника может быть вручную установлен с помощью клавиш **RANGE** Δ и ∇ . При установке фиксированного диапазона выберите наименьший возможный, который будет включать значение тока на выходе. Например, если на выходе подается 12мА, выберите диапазон 20мА.

Автоматическая установка диапазона – при управлении с передней панели клавиша **AUTO** имеет функцию разовой настройки. При ее нажатии для отображенного значения источника будет выбран наилучший диапазон. В удаленном режиме всегда включен автоматический выбор, и устройство 622х будет автоматически выбирать лучший (наименьший) диапазон источника для заданного значения.

ПРИМЕЧАНИЕ	Подробнее см. в п. «Автоматическая установка диапазона» на стр. 3-11. Команды выбора диапазона перечислены в таблице 3-2.
-------------------	---

Таблица 3-1

Диапазоны источника и максимальные значения тока на выходе

Диапазон	Макс. вых.	Диапазон	Макс. вых.	Диапазон	Макс. вых.
2 нА	±2,1 нА	2 мкА	±2,1 мкА	2 мА	±2,1 мА
20 нА	±21 нА	20 мкА	±21 мкА	20 мА	±21 мА
200 нА	±210 нА	200 мкА	±210 мкА	200 мА	±105 мА

Допустимые значения

Установка допустимых значений ограничивает выходное напряжение устройства 622х. Пределы допустимого напряжения могут быть установлены в диапазоне от 0,1 В до 105 В с шагом в 10 мВ. Выходное напряжение не будет превышать заданный уровень.

Убедитесь, что установленное допустимое напряжение выше, чем требуемое для нагрузки. Например, если подается ток 10мА на нагрузку в 1 кОм, допустимое напряжение должно составлять более 10 В ($10 \text{ мА} \times 1 \text{ кОм} = 10 \text{ В}$). В противном случае устройство 622х достигнет уровня допустимого напряжения, и значение выходного тока будет меньше заданного. Например, если допустимое напряжение установлено на 9 В, а выходной ток задан на 10 мА, только 9 мА будет подаваться на нагрузку в 1 кОм ($9 \text{ В} / 1 \text{ кОм} = 9 \text{ мА}$).

Когда выводимый ток достиг предела допустимых значений, начинает мигать световой индикатор OUTPUT. Это говорит либо о неисправности в испытательной системе, либо о неверной установке уровня источника и/или уровня допустимых значений.

Выход напряжения за пределы допустимого значения

В зависимости от диапазона тока и импеданса нагрузки ступенчатое изменение тока может привести к кратковременному превышению выходного напряжения над нормальным ожидаемым значением на величину до 2 В. В нормальном режиме работы «в допустимых пределах» напряжение вернется к ожидаемому значению на выходе в течение времени стабилизации, характерного для данного диапазона (см. «Стабилизация на выходе» на стр.3-5)

В результате скачка устройство 622х может достичь допустимого предела, в случае если он установлен слишком близко к ожидаемому значению выходного напряжения. Реализация схемы установки допустимого предела напряжения в устройстве потребует несколько микросекунд на восстановление после скачка и возврат источника в состояние «в допустимых пределах». Данный более медленный отклик на превышение может повредить тестируемое устройство, чувствительное к превышению напряжения.

Одним из способов избежать выхода напряжения за пределы допустимых значений является установка предела, по меньшей мере, на 2 В выше ожидаемого статического выходного напряжения. Например, если нормальное рабочее напряжение на нагрузке составляет 10 В, установите допустимое значение как минимум на 12 В.

Подробнее о выходе за пределы допустимого напряжения и мер предотвращения подобной ситуации см. в Приложении Е «Справочного руководства» (Reference Manual, Appendix E).

Мощность на выходе (в режиме источника или потребления)

Максимальная мощность на выходе устройства 622х составляет 11 Вт. Биполярный источник тока может функционировать в четырех-квадрантном режиме источника или нагрузки. Режим источника включен, когда устройство 622х подсоединено к пассивному тестируемому устройству. При соединении с активной нагрузкой (например, внешний источник, конденсатор) устройство 622х может работать в режиме как источника, так и нагрузки.

В режиме источника ток подается в тестируемую схему. Полярность тока и напряжения на выходе однородна (или положительна, или отрицательна).

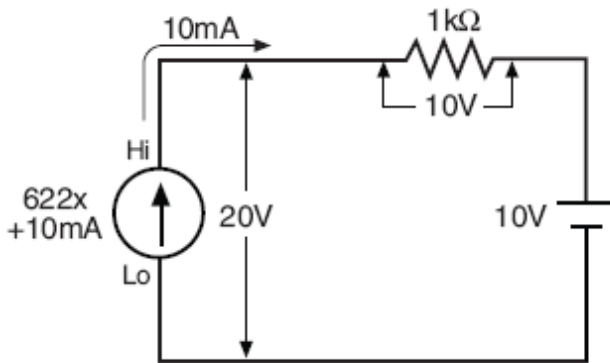
При работе в режиме нагрузки устройство 622x рассеивает мощность, а не формирует ее. Полярность тока и напряжения на выходе противоположны (одно значение положительное, другое отрицательное). Внешний источник или устройство накопления энергии (например, конденсатор) могут стать причиной перехода прибора в режим нагрузки.

На рисунке 3-1 показаны варианты подключения устройства 622x к внешнему источнику, при котором прибор может функционировать в режиме источника или потребления. В обоих случаях выводимый сигнал установлен на +10 мА. При присоединении к резистору с сопротивлением 1 кОм и источнику напряжения в 10 В, как показано на рисунке 3-1А, устройство 622x в режиме источника подает мощность 200 мВт во внешнюю тестируемую цепь. Когда внешнее напряжение понижается до -30 В, как показано на рис 3-1Б, устройство 622x функционирует в режиме потребления и рассеивает 200 мВт мощности ($10 \text{ мА} \times -20 \text{ В} = -200 \text{ мВт}$)

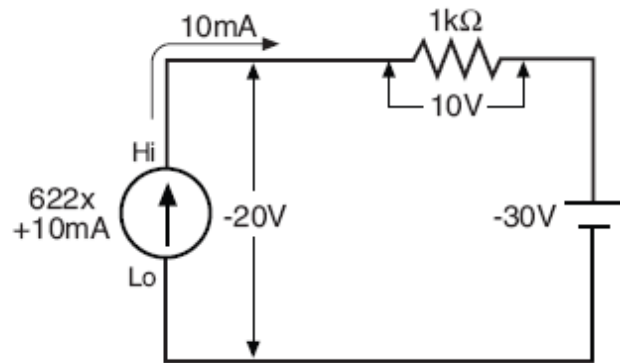
Рисунок 3-1

Примеры режимов нагрузки и потребления

А) Работа в режиме источника



Б) Работа в режиме потребления



Эксплуатационные ограничения

На рисунке 3-2 показаны четыре рабочих квадранта устройства 622x. Работая в первом (I) и третьем (III) квадрантах устройство 622x функционирует как источник. На рисунке 3-1А изображен пример эксплуатации в квадранте I (ток и напряжение положительны)

Находясь во втором (II) и четвертом (IV) квадрантах, устройство функционирует в режиме потребления. Пример работы в квадранте IV показан на рисунке 3-1Б (ток положителен, а напряжение отрицательно).

Рисунок 3-2

Эксплуатационные ограничения (режимы источника и потребления)**Стабилизация сигнала на выходе**

Время стабилизации сигнала на выходе соответствует времени, требуемому для установления выходного сигнала в пределах $\pm 1\%$ от конечного значения. Данное время может достигать 100 мкс (тип.) для устройства 6220 и 2 мкс для устройства 6221 на старших пределах источника. При необходимости время стабилизации устройства 6221 может быть установлено таким же, как у устройства 6220 (тип. 100 мкс).

Для замедления времени стабилизации на выходе к сигналу с устройств 6220 и 6221 может быть применен аналоговый фильтр. При использовании с высокоомной нагрузкой аналоговый фильтр уменьшает скачки, чрезмерный шум и повышает стабильность сигнала (подавляет осцилляции).

Аналоговый фильтр

Устройство 6221 оснащено аналоговым фильтром, который во включенном состоянии замедляет стабилизацию сигнала на выходе источника тока.

При включенном аналоговом фильтре между контактами выхода устанавливается конденсатор (обычно емкостью 33 пФ). В зависимости от импеданса нагрузки и в определенных ситуациях фильтр может существенно увеличить время стабилизации на выходе источника тока.

Например, предположим, что устройство 6221 установлено на предел 2 мА и выбрана настройка быстрой (FAST) стабилизации. Для этой настройки заданное время стабилизации составляет 2 мкс (тип.). Также предположим, импеданс нагрузки составляет 1 кОм. В случае включения аналогового фильтра дополнительное время стабилизации (пять временных констант) вычисляется следующим образом:

$$\begin{aligned}\text{Дополнительное время стабилизации} &= 5RC \\ &= 5 \times 1 \text{ кОм} \times 33 \text{ пФ} \\ &= 0,165 \text{ мкс}\end{aligned}$$

Включение аналогового фильтра добавит 0,165 мкс ко времени стабилизации, что незначительно по сравнению с 2 мкс.

Теперь предположим, нагрузка имеет импеданс 1 МОм. Дополнительное время стабилизации после включения фильтра составит 165 мкс ($5 \times 1 \text{ МОм} \times 33 \text{ пФ}$). Таким образом, аналоговый фильтр существенно повысит время стабилизации с 2 мкс до почти 167 мкс.

ПРИМЕЧАНИЕ Приведенный выше пример служит только для того, чтобы показать, как импеданс нагрузки влияет на время стабилизации при использовании аналогового фильтра. Реальное время стабилизации также будет зависеть и от других импедансов, присутствующих в тестируемой схеме, таких как емкость и сопротивление изоляции в кабеле и испытательном стенде.

Для импедансов нагрузки менее 10 кОм влияние аналогового фильтра на время стабилизации сигнала на выходе незначительно. При значении импеданса 10 кОм конденсатор фильтра, включенный параллельно нагрузке, создает пропускную ширину менее 1 МГц, что является максимальным значением полосы пропускания на выходе устройства 6221 на старших пределах тока.

Для нагрузки с импедансом более 1 МОм сокращение времени стабилизации фильтруемого выходного сигнала значительно снижает скачки, шум и нестабильность (осцилляции).

При отключенном аналоговом фильтре емкость устройства 622x на выходе составляет менее 10 пФ.

В случае если необходимость использования фильтра неочевидна, рекомендуется использовать экспериментальный подход для определения конфигурации, которая обеспечит получение наилучших результатов.

ПРИМЕЧАНИЕ Для уменьшения высокочастотных шумов, генерируемых устройством 622x, может успешно применяться внешний фильтр, подключаемый пользователем. Подробнее см. в разделе «Внешний подключаемый фильтр» в Приложении Е «Справочного руководства» (Reference Manual).

Установка времени стабилизации (только для устройства 6221)

Скорость стабилизации может быть установлена на FAST (быстро) или SLOW (медленно). Время стабилизации устройства 6221 в режиме SLOW такое же, как у устройства 6220.

В режиме FAST время стабилизации сокращается. Данная установка делает значение максимальной полосы пропускания на выходе устройства 6221 равным 1 МГц, что также снижает стабильность. Стабильным выход остается до нагрузки в 10 мкГц (как правило). В случае систем с более сложными нагрузками меньшее время стабилизации приводит к повышению чувствительности систем к осцилляциям.

Следует иметь в виду, что стабильность на выходе для индукционной нагрузки зависит только от установки скорости стабилизации и не зависит от использования аналогового фильтра.

Опять же, может оказаться, что экспериментальный подход в выборе оптимальной настройки скорости будет предпочтительным.

Значения времени стабилизации

Значения времени стабилизации приведены в Reference Manual с учетом, что аналоговый фильтр отключен. Время стабилизации для устройства 6221 приведено при настройках скорости стабилизации FAST и SLOW. Следует иметь в виду, что установка SLOW для устройства 6221 имеет такое же время стабилизации, что и у устройства 6220. Включение аналогового фильтра может в некоторых случаях значительно увеличить время стабилизации. Подробнее см. в пункте «Аналоговый фильтр» на стр.3-5.

ПРИМЕЧАНИЕ	Все значения времени стабилизации являются типовыми для резистивной нагрузки до достижения выходного сигнала $\pm 1\%$ от конечного значения.
-------------------	---

Значения времени стабилизации, приведенные в Reference Manual, указаны для резистивной нагрузки. Максимальное сопротивление нагрузки для приведенного времени стабилизации вычислено следующим образом:

Максимальное сопротивление = $2 \text{ В} / I_{\text{полный диапазон}}$

Например, для диапазона до 20 мА, максимальное сопротивление нагрузки вычисляется как:

Максимальное сопротивление = $2 \text{ В} / 20 \text{ мА} = 100 \text{ Ом}$

Вычисление времени стабилизации для других условий нагрузки см. в разделе 3 «Справочного руководства» (Reference Manual) (раздел «Значение времени стабилизации»).

Установка параметров выводимого сигнала и допустимых значений

Установка параметров выводимого сигнала и допустимых значений с помощью передней панели невозможна, если устройство 622x находится в режиме удаленного управления. Для возврата к локальному режиму управления нажмите клавишу **LOCAL**.


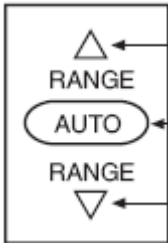



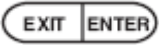
Команды для выбора диапазона выводимого сигнала и настройки параметров и допустимых значений выводимого сигнала в удаленном режиме приведены в таблице 3-2. Примеры программирования также см. в разделе «Подача тока» на стр. 3-12.

Редактирование параметров выводимого сигнала и допустимых значений

Установка параметров выводимого сигнала и допустимых значений для устройства 6220 демонстрируется на рисунке 3-3. Управление параметрами выводимого сигнала и допустимых значений для устройства 6221 показано на рисунке 3-4, после чего приведено описание процедуры установки этих параметров. Комментарии к установке значений выводимого сигнала и допустимых значений приведены на стр.3-9.

Рисунок 3-3

Настройка параметров выводимого сигнала и допустимых значений – Устройство 6220

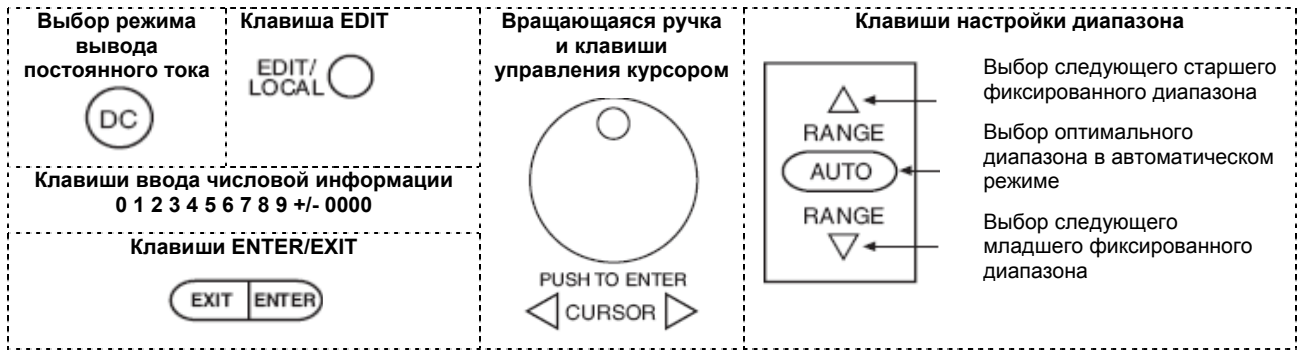
<p>Шаг 1 Выбор режима вывода постоянного тока¹</p> 	<p>Шаг 2 Выбор диапазона источника²</p> <p>Выбор следующего старшего фиксированного диапазона</p>  <p>Выбор следующего старшего фиксированного диапазона</p> <p>Выбор оптимального диапазона в автоматическом режиме</p> <p>Выбор следующего младшего фиксированного диапазона</p>	<p>Шаг 3 ввод режима редактирования^{3,4,5}</p>  <p>Выбор поля I-source (источник тока) или V-compliance (допустимое напряжение)</p> <p>На экране появляется индикатор EDIT</p> <p>Прибор выходит из режима редактирования, если в течение 6 секунд не выполняется никаких действий по редактированию.</p> <p>Для повторного входа в режим редактирования того же самого поля нажмите клавишу подстройки значения или клавишу управления курсором (см. шаг 4)</p>
<p>Шаг 4 Установка значения источника или допустимого значения^{2,6,7,8}</p>		
<p>Клавиши подстройки значения</p>  <p>Клавиши курсора</p>  <p>Клавиши ENTER/EXIT^{7,8}</p> 	<p>Клавиши ввода числовой информации</p> <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 +/- 0000</p> <p>В режиме редактирования для изменения значений используйте подстройку значений или ввод числовой информации. Используйте указанные ниже приемы для обоих вариантов:</p> <ul style="list-style-type: none"> Для установки значения источника тока на 0 или значения допустимого напряжения на 0,10 В (минимальное значение) нажмите клавишу 0000. Для переключения полярности источника тока нажмите клавишу +/-. 	<p>Подстройка значений:</p> <p>а) С помощью клавиш управления курсором переместите моргающий курсор на цифру, которую требуется изменить.</p> <p>б) С помощью клавиш подстройки значения увеличьте или уменьшите значение цифры.</p> <p>Ввод числовой информации:</p> <p>а) С помощью клавиш управления курсором переместите моргающий курсор на цифру старшего разряда, которую требуется изменить.</p> <p>б) Введите цифру нажатием одной из числовых клавиш (0-9). Курсор перемещается на следующую цифру. Таким образом введите все необходимые позиции.</p>

Комментарии к настройке параметров выводимого сигнала и допустимых значений

Ниже приведены комментарии, которые применимы к настройке как устройства 6220 (рисунок 3-3), так и устройства 6221 (рисунок 3-4):

1. Редактирование отображаемых параметров выводимого сигнала и/или допустимых значений возможно только в режиме вывода постоянного тока (**DC**).
2. Выберите фиксированный диапазон, включающий в себя задаваемое значение источника. Обратите внимание, что после установки значения источника (шаг 4 на рисунке 3-3) нажатие **AUTO** выберет наилучший фиксированный диапазон (если таковой еще не был выбран). Подробнее см. на стр. 3-11.
3. Чтобы изменить параметры выводимого сигнала и допустимые значения, устройство 622х должно находиться в режиме редактирования.
4. Первое нажатие клавиши **EDIT** выбирает режим редактирования поля источника тока (загорается индикатор EDIT). Дальнейшие нажатия переключают между полями выводимого сигнала и допустимых значений. Мигающая цифра показывает, какой показатель (выводимого сигнала или допустимых значений) редактируется в данный момент.
5. Если изменение настроек не произведено в течение шести секунд, устройство выйдет из режима редактирования. Для повторного входа в режим редактирования сделайте следующее:
 - Устройство 6220: Для возврата в режим редактирования в последнем выбранном поле нажмите **клавишу подстройки значения** или **клавишу управления курсором**.
 - Устройство 6221: нажмите **клавишу управления курсором** или **вращающуюся ручку**.
 - Устройство 6220 и устройство 6221: Нажмите клавишу **EDIT** для возврата в режим редактирования в поле источника тока.
6. Значение, превышающее максимально допустимое для данной величины, не может быть установлено. Для поля источника тока наибольшее значение ограничено выбранным диапазоном (например, ± 2.1000 мА для диапазона 2 мА). Для поля допустимого значения, наибольшее возможное значение составляет 105.00 В.
7. Параметры вывода сигнала немедленно обновляются в соответствии с вводимыми изменениями, что позволяет подстраивать значение источника, не отключая вывод сигнала. Для выхода из режима редактирования нажмите **ENTER** или **EXIT** или дождитесь завершения времени ожидания.
8. При редактировании допустимого значения обновление не происходит до истечения времени ожидания или нажатия **ENTER** или **EXIT**.

Рисунок 3-4

Настройки параметров выводимого сигнала и допустимых значений – Устройство 6221

Ниже описывается процедура настройки параметров источника и допустимых значений для устройства 6221. Примечания см. по п. «Комментарии к настройке параметров выводимого сигнала и допустимых значений» на стр. 3-9.

1. Выберите режим вывода постоянного тока (DC) ¹ – нажмите клавишу **Выбор режима вывода постоянного тока**.
2. Выберите диапазон источника ² – используйте **клавиши настройки диапазона**.
3. **Войдите в режим редактирования источника** ^{3, 4, 5} – используя клавишу EDIT, выберите поле параметров выводимого сигнала (I-Source) или допустимого напряжения (V-compliance) (загорится индикатор EDIT). Прибор автоматически выйдет из режима редактирования, если изменения не будут произведены в течение шести секунд. Для возврата в режим редактирования того же самого поля нажмите **клавиши управления курсором** или **вращающуюся ручку**.
4. **Установите значение источника или допустимое значение** ^{2, 6, 7, 8} – используйте метод подстройки значения или численного ввода для редактирования значений. Используйте указанные ниже приемы для обоих вариантов:
 - Для установки значения источника тока на 0 или значения допустимого напряжения на 0,10 В (минимальное значение) нажмите клавишу **0000**.
 - Для переключения полярности источника тока нажмите клавишу **+/-**.

Подстройка значений:

а) С помощью **клавиш управления курсором** переместите моргающий курсор на цифру, которую требуется изменить.

б) Поверните **вращающуюся ручку** по часовой стрелке, чтобы увеличить значение, и против часовой стрелки, чтобы уменьшить.

Ввод числовой информации:

а) С помощью клавиш управления курсором переместите моргающий курсор на цифру старшего разряда, которую требуется изменить.

б) Введите цифру нажатием одной из числовых клавиш (**0-9**). Курсор перемещается на следующую цифру. Аналогично введите все необходимые позиции.

Автоматическая установка диапазона

Управление с передней панели

Клавиша **AUTO** имеет функцию разовой настройки для выбора оптимального фиксированного диапазона для заданного значения источника. После установки значения источника нажатие **AUTO** обеспечит выбор оптимального фиксированного диапазона.

Например, предположим, источник установлен на ток +1 мА при диапазоне в 20 мА (отображается +01.000мА). При нажатии **AUTO** диапазон сменится на 2 мА (который подходит для данного значения лучше).

Автоматический выбор диапазона активируется только в момент нажатия клавиши **AUTO**. Таким образом, индикатор **AUTO** не загорается. Если выбранный диапазон уже является оптимальным, нажатие **AUTO** не произведет никакого действия.

Удаленное управление

Автоматический выбор диапазона всегда включен в режиме удаленного управления. При изменении значения источника диапазон автоматически поменяется (если необходимо) на более подходящее значение для данной величины. Активное состояние функции автоматической настройки диапазона подтверждается индикатором **AUTO**.

Например, предположим, что автоматический выбор диапазона включен и текущее значение источника равно 1 мА при диапазоне 1 мА. При изменении значения источника на 5 мА диапазон автоматически поменяется на 10 мА.

Автоматический выбор диапазона будет выключен при задании команды выбора фиксированного диапазона. В таблице 3-2 перечислены команды управления автоматическим диапазоном и выбора фиксированного диапазона.

ПРИМЕЧАНИЕ	Активный автоматический выбор диапазона предназначен только для режима удаленного управления. После выхода устройства 622х из режима удаленного управления (например, в результате нажатия кнопки LOCAL) индикатор AUTO продолжает гореть, а автоматическое сужение диапазона остается активным. При нажатии клавиш выбора диапазона RANGE Δ и ∇ автоматический выбор диапазона будет отключен и индикатор погаснет.
-------------------	--

Предустановленное значение источника

Клавиша **PRES** может использоваться для установки параметров вывода сигнала на предустановленное значение и диапазон. При нажатии клавиши **PRES** будет выбран предустановленный диапазон и предустановленное значение источника. Предустановленные значения задаются следующим образом:

1. Нажмите клавишу **PRES**. При использовании предустановленных настроек будет отображаться сообщение **PRES**.
2. Используя клавиши настройки источника, выберите предустановленные значения, как показано на рисунках 3-3 и 3-4, установите предустановленное значение на желаемый уровень.

Когда необходимость в использовании предустановленных значений исчезнет, нажмите повторно клавишу **PRES**, и режим предустановленных значений будет отключен. Сообщение «**PRES**» погаснет, и устройство вернется к исходным настройкам вывода сигнала. Следует иметь в виду, что допустимые значения напряжения не могут быть предустановлены, а предустановленное значение источника не сохраняется в настройках пользователя.

Подача тока

Для подачи тока (1) подсоедините тестируемое устройство к выходу, (2) установите диапазон источника и допустимые значения, (3) включите выходной фильтр (если необходимо), и (4) включите вывод сигнала.

1. Подсоедините тестируемое устройство к выходу устройства 622х.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ Перед подключением и разъединением элементов цепи устройство 622х должно быть отключено, а шнур питания вынут из розетки сети переменного тока. Все внешние цепи и оборудование также должны быть обесточены.

Информация по подключению приведена в разделе 2. Необходимо помнить, что существуют две базовые схемы подключения:

- **Внутренний экран подсоединен к выходу низкого потенциала (Output Low).** Защита кабеля недоступна.
- **Внутренний экран подсоединен к защите кабеля,** а выход низкого потенциала подключен к внешнему экрану (заземленному) триаксиального соединителя.

2. Установите значения источника и допустимые значения.

- На рисунках 3-3 и 3-4 показана процедура установки параметров источника и допустимых значений для моделей 6220 и 6221, соответственно.

В режиме редактирования может быть использован автоматический выбор диапазона нажатием клавиши **AUTO**. Однако диапазон не будет изменен до выхода из режима редактирования.

После установки значения подаваемого тока при фиксированном диапазоне нажатие **AUTO** позволит выбрать оптимальный (наименьший) диапазон для данного значения.

Удаленное управление – автоматический выбор диапазона может быть использован при установке значения тока источника. При включенном автоматическом выборе устройство 622х будет автоматически выбирать оптимальный (наименьший) диапазон, подходящий для заданного значения источника.

Команды для установки диапазона источника, выходного тока и допустимых значений напряжения приведены в таблице 3-2. Ниже приведен пример, демонстрирующий правильный синтаксис команд.

Пример – Необходимо выбрать диапазон источника 20 мА, установить источник на выведение 12 мА и установить допустимое значение напряжения на 10 В:

```
CURRENT:RANGE 12e-3      ' Выбрать диапазон 20мА *
CURRENT 12e-3            ' Установить выходной ток на 12мА
CURRENT:COMPLIANCE 10    ' Установить допустимое значение напряжения на 10В
```

* Для выбора фиксированного диапазона укажите значение параметра, равное величине выводимого тока. Для значения параметра «12e-3» устройство 622х выберет наименьший диапазон (20мА), включающий в себя выводимый сигнал в 12 мА.

3. При необходимости измените время стабилизации сигнала на выходе

При работе с Моделями 6220 и 6221 можно включить аналоговый выходной фильтр для замедления стабилизации сигнала на выходе. Скорость стабилизации сигнала на выходе устройства 6221 может быть установлена на «быстрый» (FAST) или «медленный» (SLOW) режим. Подробнее см. в п. «Стабилизация сигнала на выходе» на стр.3-5.

Аналоговый фильтр – состояние фильтра нижних частот переключается между включенным (On) и выключенным (Off) с помощью клавиши **FILT**. При нажатии этой клавиши появится кратковременное сообщение «FILTER ON» и загорится индикатор «FILT». Для выключения фильтра нажмите клавишу **FILT** еще раз (индикатор погаснет)

Установка скорости стабилизации сигнала (6221) – скорость стабилизации сигнала может быть изменена только при отключенном выходе. Установка скорости производится следующим образом:

а. Нажмите клавишу **CONFIG** и затем клавишу **OUTPUT** для отображения меню стабилизации на выходе.

ПРИМЕЧАНИЕ	Если в момент входа в меню стабилизации на выходе вывод сигнала был включен, то прибор прекратит вывод сигнала. Для входа в меню стабилизации повторите п. а) выше.
-------------------	--

б. С помощью органов управления, описанных в разделе «Навигация по меню» на стр.1-14, выберите скорость стабилизации **FAST** или **SLOW (6220 STYLE)**.

Команды для управления в удаленном режиме приведены в таблице 3-2. Ниже приведен пример, демонстрирующий правильный синтаксис команд.

Пример – Включение аналогового фильтра и (для устройства 6221) установка режима стабилизации на режим FAST:

CURRent:FILTer ON ‘ Включить аналоговый фильтр
OUTPut:RESPonse FAST ‘ Установить скорость стабилизации для 6221 на FAST

4. Включите вывод сигнала.

ПРИМЕЧАНИЕ	Для включения вывода блокирующий выключатель должен быть подключен к гнезду блокировки INTERLOCK на задней панели устройства 622х. Замыкание переключателя позволит активировать OUTPUT и включить вывод сигнала. Подробнее см. в разделе «Блокировка» на стр.2-4.
-------------------	--

Клавиша **OUTPUT** переключает состояние вывода сигнала (включен или отключен). При включенном выводе горит индикатор OUTPUT.

Команды режима **удаленного управления** для регулировки состояния вывода приведены в таблице 3-2. Ниже приведен пример, демонстрирующий правильный синтаксис команд.

Пример – Включение вывода сигнала:

OUTPut ON ‘ Включить вывод

Индикатор вывода OUTPUT начнет мигать, если источник достигнет предела допустимого значения. Это будет означать, что ток не подается к нагрузке. Подробнее см. в разделе «Допустимые значения» на стр.3-3.

Удаленное управление – команды регулировки вывода сигнала

В таблице 3-2 приведены команды настройки и управления выводом постоянного тока. Также приведен пример программирования источника с использованием указанных команд.

Таблица 3-2

Команды управления выводом постоянного тока

Команда	Описание	Значение по умолчанию
CLEar	Отключить вывод и установить уровень выводимого сигнала на ноль.	
CURRent:RANGe <n>	Установить диапазон тока источника (в амперах) ^{1,2} <n> = от -105e-3 до 105e-3	100e-3
CURRent:RANGe:AUTO 	Включить или отключить автоматический выбор диапазона = ON или OFF	OFF
CURRent <n>	Установить уровень постоянного тока на выходе (в амперах) <n> = от -105-e3 до 105-e3	0.0
CURRent:COMPLiance <NRf>	Установить предел допустимого напряжения <NRf> = от 0.1 до 105	10.0
CURent:FILTer 	Включить или отключить аналоговый фильтр = ON или OFF	OFF
OUTPut::RESPonse <name>	Выбрать быструю или медленную стабилизацию сигнала на выходе для 6221 <name> = FAST или SLOW ^{3,4}	FAST
OUTPut 	Включить или выключить вывод сигнала = ON или OFF	OFF
SourceMeter	Установить уровень выводимого сигнала на ноль, затем отключить вывод ⁴	

1. Для установки фиксированного диапазона источника укажите значение подаваемого тока. Устройство 622x выберет наименьший диапазон, при котором может подаваться заданный ток. Например, если необходимо подать 24 мА, введите <n> = 25e-3. Будет выбран диапазон 100 мА
2. Выбор фиксированного диапазона источника отключает автоматический выбор диапазона.
3. Для изменения скорости стабилизации сигнала на выходе необходимо прекратить вывод сигнала. Применение этой команды при наличии выводимого сигнала выдаст ошибку -220 "Execution Error" (ошибка при исполнении команды).
4. Команда OUTP OFF отключает вывод сигнала, но при этом изменяет заданный уровень выходного тока. Команда SOUR:CLE устанавливает уровень выводимого сигнала на ноль, а затем отключает вывод сигнала.

Пример программирования

Ниже приведен пример с типовой последовательностью команд для настройки и управления выводом постоянного тока:

CLEAr	‘ Отключить вывод сигнала
CURRent:RANGe:AUTO ON	‘ Включить автоматический выбор диапазона
CURRent 12e-3	‘ Установить уровень тока на выходе на +12мА
CURRent:COMPLIance 10	‘ Установить предел допустимого напряжения на 10В
OUTPut ON	‘ Включить вывод
OUTPut OFF	‘ Отключить вывод

Назначение

Ниже приведен список возможных задач, решаемых с помощью Источника тока типа 622х. Подробнее см. в Приложении Е «Справочного руководства» (Reference Manual).

- **Калибровка** – Устройство 622х может использоваться в качестве эталонного источника тока. Индивидуальные функции развертки позволяют хранить в памяти список значений источника, установленных пользователем. Каждый уровень тока будет подаваться на выход в том порядке, в котором он идет в данном списке.
- **Измерение удельного сопротивления** – Определенные материалы полупроводникового типа имеют высокое удельное сопротивление. Устройство 622х может использоваться для подачи стабильного тока достоверной величины, а электрометр Keithley 6514 позволяет измерить напряжение с большой точностью. Полученные данные используются для вычисления сопротивления образца.
- **Построение характеристик диодов** – с помощью устройства 622х и электрометра Keithley 6514 можно построить вольтамперные характеристики диодов в нескольких десятичных разрядах. Устройство 6514, обладая высоким входным сопротивлением, позволяет измерять напряжение с большой точностью.
- **Построение характеристик транзисторов** – Устройство 622х в паре с калибратором-измерителем серии Keithley 24хх позволяет измерять электрические характеристики устройств постоянного тока. Источник тока типа 622х используется для подачи нескольких основных уровней тока для проведения тестов. Калибратор-измеритель серии 24хх используется для подачи напряжения и измерения тока.
- **Внешний пользовательский фильтр** – на основе данных об импедансе нагрузки и требований ко времени отклика пользовательский фильтр может эффективно подавлять высокочастотные шумы, генерируемые источником тока типа 622х.
- **Предотвращение скачка за пределы допустимых значений напряжений** – в зависимости от диапазона источника и импеданса нагрузки ступенчатые изменения величины тока могут вызвать кратковременный скачок напряжения с превышением допустимого предела на величину до 2 В, при этом стабилизация будет занимать несколько микросекунд. Превышение допустимого значения в течение нескольких микросекунд может оказаться достаточным для повреждения устройств, чувствительных к напряжению.

Раздел 4

Развертки

Обзор разверток

Как показано на рисунке 4-1, источник тока типа 622х может формировать три вида разверток постоянного тока.

ПРИМЕЧАНИЕ	Пользовательские установки не могут быть сохранены или восстановлены, пока инициализирована или выполняется развертка. Попытка сделать это приведет к ошибке +413 Not allowed with mode arm («Не возможно в инициализированном режиме»)
-------------------	--

Линейная ступенчатая развертка

В этом типе развертки ток возрастает или уменьшается с установленным шагом, начиная с начального значения тока и заканчивая конечным. На рисунке 4-1А показана возрастающая линейная развертка от начального тока 1 мА до конечного тока 5 мА с шагом 1 мА. Ток смещения - фиксированное значение тока, устанавливаемое перед началом развертки. Уровень подаваемого тока по окончании развертки будет соответствовать значению в последней точке.

Логарифмическая ступенчатая развертка

В этом случае ток возрастает или уменьшается логарифмически, начиная с начального значения и заканчивая конечным. На рисунке 4-1Б показана возрастающая логарифмическая развертка с начальным током 0,1 мА и конечным током 100 мА с логарифмическим шагом. Как и в случае с линейной развертки, ток смещения – значение, установленное перед началом развертки. Уровень тока останется на последнем значении после окончания развертки.

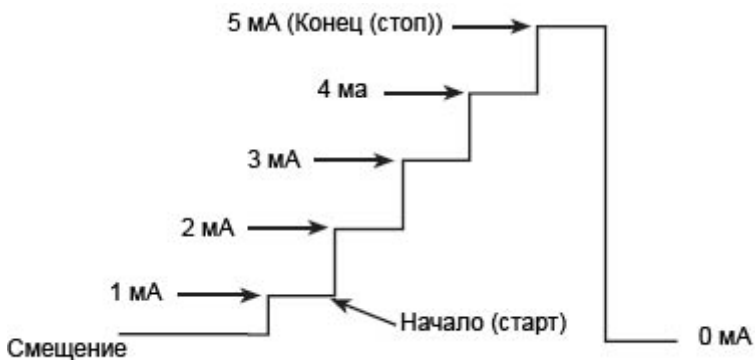
Нетиповая развертка

Нетиповая (пользовательская) развертка позволяет программировать произвольные шаги в пределах диапазона выходного тока устройства 622х. На рисунке 4-1В показан пример нетиповой развертки с произвольными шагами. Как и при других видах развертки, ток смещения – значение, заданное перед началом развертки. После окончания развертки ток остается на последней точке в развертке.

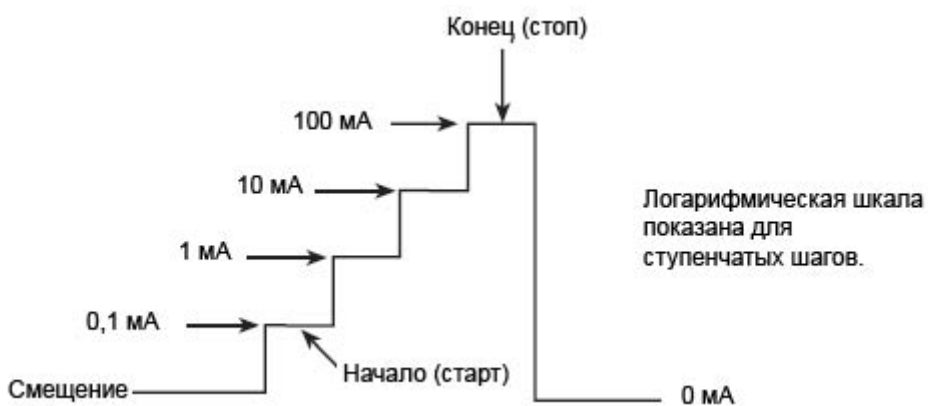
ПРИМЕЧАНИЕ	Нетиповая развертка не может быть сохранена как пользовательская настройка. При попытке это сделать будет выдана ошибка +528 «Cannot save CUSTOM sweep setup» (Невозможно сохранить нетиповую настройку развертки)
-------------------	---

Рисунок 4-1
Сравнение различных типов развертки

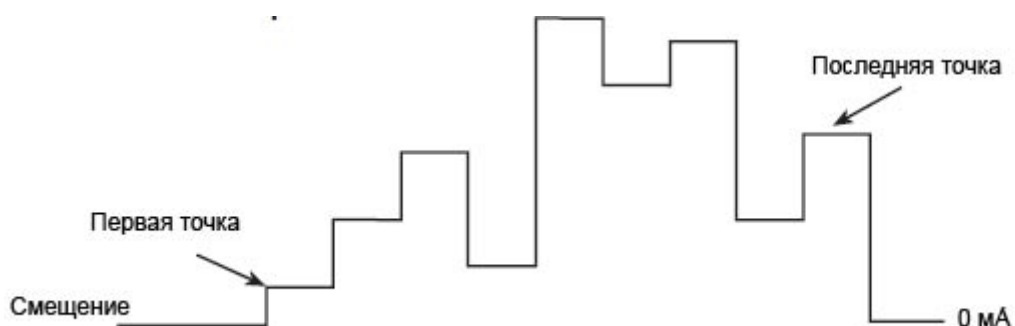
А. Линейная ступенчатая развертка



Б. Логарифмическая ступенчатая развертка



В. Нетиповая развертка



Характеристики разверток

ПРИМЕЧАНИЕ При каждом шаге развертки вследствие неустойчивой синхронизации могут наблюдаться сдвиги до 1мс. Эти отклонения могут быть устранены отключением передней панели. Подробнее см. на стр. 1-12.

Редактирование параметров нетиповой развертки

Ниже приведен пример изображения на экране при нетиповой настройке развертки:

P12345: +1.234567 mA
Del:123456.789s Cmpl:100.00 V

Значение слева в верхней строке – номер точки, а следующее за ним – фактическая величина тока.

В нижней строке указывается величина задержки в секундах и предел допустимого напряжения. Перед переходом к этому экрану используйте меню #POINTS для выбора числа точек развертки. Меню самостоятельной настройки развертки не позволяет задать значения сверх выбранного числа точек.

Автоматическое копирование для настройки нетиповой развертки

Для уменьшения числа нажатия клавиш введена функция автоматического копирования при настройке нетиповой развертки. Если эта функция включена, при каждом вводе новых значений точки (нажатием клавиши ENTER), значения предела допустимого напряжения и задержки будут автоматически скопированы для всех последующих точек.

Установка диапазонов источника

В процессе настройки диапазона источника определяется схема выбора устройством 26хх диапазона тока на основании значений шага развертки:

- **BEST** – устройство 622х выбирает один фиксированный диапазон, включающий все уровни тока данной развертки.
- **AUTO** – устройство 622х выбирает наиболее чувствительный диапазон для каждого уровня тока данной развертки. Следует иметь в виду, что ток на выходе обращается в ноль во время смены диапазона.
- **FIXED** – источник остается в том диапазоне, при котором была начата развертка. Для точек с током, превышающим предел, источник подаст максимальное значение для данного диапазона.

Задержка развертки

Параметр «задержка развертки» определяет, как долго устройство 622х будет оставаться на каждом шаге развертки после установки подаваемого тока на значение текущего шага. Значение задержки одинаково для всех шагов линейных и логарифмических ступенчатых разверток. Для нетиповых разверток задержка для каждого шага может быть указана независимо.

Диапазон возможных значений задержки составляет от 0,001с до 999999,999с.

Управление разверткой с передней панели

Использование меню настройки развертки.

Для настройки разверток нажмите CONFIG, затем SWP и выберите необходимые пункты, как указано в Таблице 4-1. Подробное описание каждого вида разверток приведено далее.

Таблица 4-1

Меню настроек развертки

Пункт меню	Описание
TYPE STAIR LOG CUSTOM	Выбор вида развертки: Указать START, STOP, STEP, DELAY (начало, конец, шаг, задержка) Указать START, STOP, NO OF POINTS, DELAY (начало, конец, число точек, задержка) Указать #-POINTS, ADJUST POINTS, AUTO COPY* (число точек, ввод точек, авто-копирование)
SWEEP-COUNT FINITE INFINITE	Установка числа повторений развертки: Ввести число повторений развертки. Непрерывное повторение развертки.
SOURCE-RANGING BEST AUTO FIXED	Выбор диапазона источника: Использовать наилучший диапазон для максимального шага развертки. Индивидуально автоматически устанавливать диапазон для каждого шага. Оставаться в заданном диапазоне.
COMPLIANCE-ABORT NO YES	Прекращение развертки: Не прекращать развертку при достижении предела допустимого напряжения. Остановить развертку при достижении предела допустимого напряжения

* Настройка ON для AUTO COPY позволяет автоматически копировать значения задержки и предел допустимого напряжения для всех точек развертки.

Выполнение ступенчатой развертки

1. **Выполните настройки функции источника:**
 - a. При необходимости установите ток смещения (значение тока на выходе перед началом развертки) нажатием клавиши DC и установкой нужного значения тока.
 - b. Выберите поле допустимых значений напряжения и установите пределы допустимых значений в соответствии с ожидаемыми параметрами развертки.
2. **Настройте развертку следующим образом:**
 - a. Нажмите CONFIG, затем SWP для входа в меню настройки развертки.
 - b. Выберите TYPE и нажмите ENTER.
 - c. Выберите STAIR или LOG и нажмите ENTER для выбора линейной ступенчатой развертки.
 - d. Для ступенчатой развертки STAIR введите желаемые значения начального и конечного токов, шага и задержки (START, STOP, STEP и DELAY). Для логарифмической развертки LOG введите желаемые начальные и конечные значения тока, числа точек и задержки (START, STOP, NO OF POINTS, DELAY).
 - e. Из меню настройки разверток CONFIGURE SWEEPS выберите настройку числа повторений развертки SWEEP-COUNT, нажмите ENTER, затем выберите по желанию FINITE или INFINITE.
 - f. Повторно в меню настройки разверток CONFIGURE SWEEPS выберите способ установки диапазона источника SOURCE-RANGING, нажмите ENTER, затем выберите BEST, AUTO или FIXED.
 - g. Из меню настройки разверток CONFIGURE SWEEPS выберите пункт прекращения развертки при достижении предела допустимого напряжения COMPLIANCE-ABORT, нажмите ENTER и выберите, останавливать (YES) или нет (NO) развертку.
 - h. Нажмите EXIT для возврата экрана в нормальный режим.
3. **Запустите развертку:**
 - a. Нажмите клавишу SWP для инициализации развертки. Вывод сигнала будет включен.
 - b. Нажмите TRIG для запуска развертки.
 - c. Нажатие EXIT позволяет остановить развертку до заданной точки окончания.
 - d. По окончании развертки отключите вывод сигнала нажатием клавиши ON/OFF OUTPUT.

Выполнение нетиповой развертки

1. Установите значение тока смещения (ток на выходе перед началом развертки) нажатием клавиши DC и вводом нужного значения.
2. **Выполните следующие настройки параметров развертки:**
 - a. Нажмите CONFIG, затем SWP для входа в меню настройки разверток.
 - b. Выберите TYPE и нажмите ENTER.
 - c. Выберите нетиповую настройку развертки CUSTOM и нажмите ENTER.
 - d. Выберите #-POINTS, нажмите ENTER и введите число точек развертки (максимум 64000).
 - e. Выберите пункт автоматического копирования AUTO-COPY, нажмите ENTER и YES для включения, NO для отключения. При включенном автоматическом копировании допустимый предел напряжения и задержка развертки автоматически копируются на все следующие точки развертки.
 - f. Выберите ADJUST-POINTS, установите величину тока, предел допустимого напряжения и время задержки для первой точки развертки.
 - g. Установите величину тока, предел допустимого напряжения и время задержки для всех остальных точек развертки.
 - h. В меню настройки разверток CONFIGURE SWEEPS выберите SWEEP-COUNT, нажмите ENTER, затем выберите FINITE или INFINITE.
 - i. Повторно в меню настройки разверток CONFIGURE SWEEPS выберите способ установки диапазона источника SOURCE-RANGING, нажмите ENTER, затем выберите BEST, AUTO или FIXED.
 - j. В меню настройки разверток CONFIGURE SWEEPS выберите пункт прекращения развертки при достижении предела допустимого напряжения COMPLIANCE-ABORT, нажмите ENTER и выберите, останавливать (YES) или нет (NO) развертку.
 - k. Нажмите EXIT для возврата экрана в нормальный режим.
3. **Запустите развертку:**
 - a. Нажмите клавишу SWP для инициализации развертки. Вывод сигнала будет включен.
 - b. Нажмите TRIG для запуска развертки.
 - c. Нажатие EXIT позволяет остановить развертку до заданного окончания.
 - d. По окончании развертки отключите выход нажатием клавиши ON/OFF OUTPUT.

Раздел 5

Дельта-тестирование

Общие сведения о дельта-тестировании

Источники тока типа 6220 и 6221 могут использоваться с нановольтметром типа 2182/2182А для проведения дельта-теста и измерения дифференциальной проводимости. Комбинация устройств 6221/2182А позволяет проводить импульсный дельта-тест. При этом используется метод измерения разности прямого и обращенного тока для погашения эффекта от термо-ЭДС.

Источник тока 622х генерирует биполярный выходной ток, а устройство 2182/2182А выполняет аналого-цифровые преобразования (измерения) в наивысших и низших значениях тока источника. После этого применяется алгоритм усреднения для вычисления показаний дельта-теста.

Дельта-тест – Источник тока 622х подает выходной ток в форме меандра, а устройство 2182/2182А выполняет аналого-цифровые преобразования (измерения) при максимальных и минимальных уровнях источника. Для вычисления показаний дельта-теста используется трехточечный метод скользящего среднего.

Как показано на рисунке 5-1А, первые три аналого-цифровых преобразования (измерения) устройством 2182/2182А дают первый результат дельта-теста. Каждое последующее аналого-цифровое преобразование устройством 2182/2182А дает отдельный результат. Каждое дельта-измерение использует 3 предыдущих аналого-цифровых преобразования для вычисления результата дельта-теста.

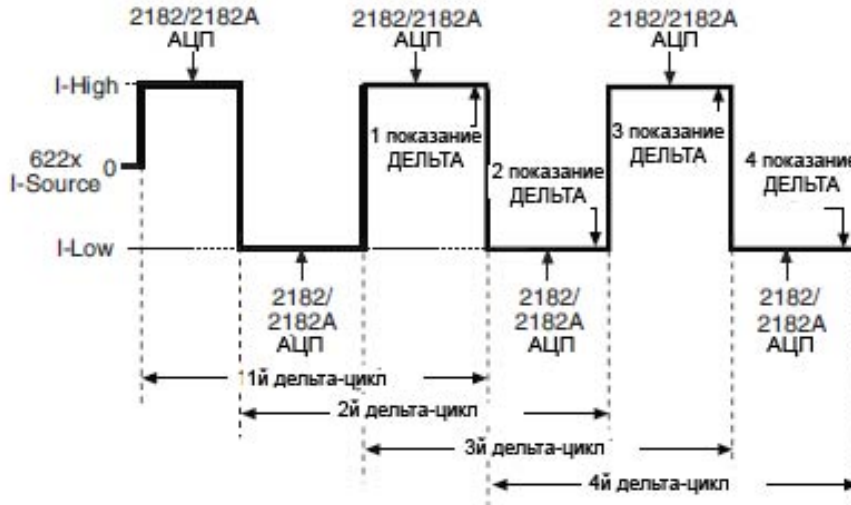
Импульсный дельта-тест – Устройство 6221 выдает импульсы и использует метод трехточечного повторяющегося среднего для вычисления результатов импульсного дельта-теста по напряжению. Для каждого импульса устройство 2182А выполняет аналого-цифровое преобразование (измерение) в минимуме импульса, в его максимуме и снова в минимуме. Каждый набор из трех цифровых измерений дает один результат импульсного дельта-теста. Рисунок 5-1Б поясняет процесс вычисления показаний импульсного дельта-теста. Если становится важным нагрев устройства, то вместо этого могут применяться двухточечные измерения (второе низкоуровневое измерение пропускается из-за возможности возникновения погрешностей в результате нагрева).

Дифференциальная проводимость - Источник тока устройства 622х выдает развертку дифференциального тока (dI) и измеряет дифференциальное напряжение (dV). Эта функция использует трехточечный метод скользящего среднего для вычисления dV . Зная dI и вычислив dV , устройство 622х может затем вычислить дифференциальную проводимость (dG) или дифференциальное сопротивление (dR). На рисунке 5-1В поясняется процесс измерения дифференциальной проводимости.

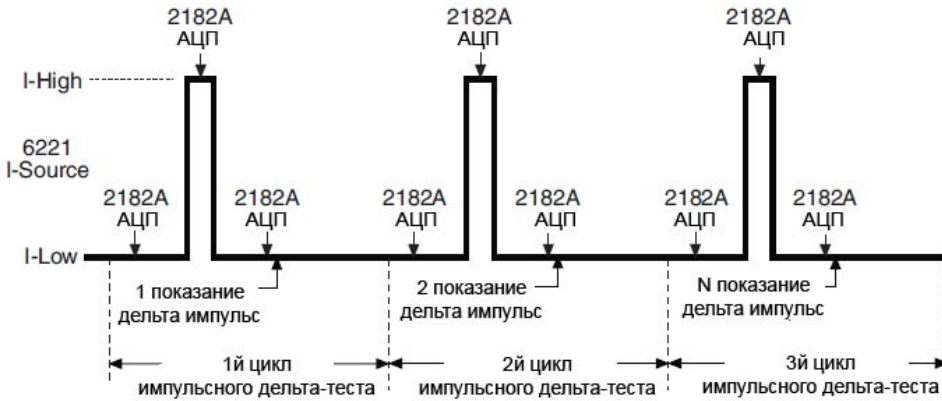
ПРИМЕЧАНИЕ	Во время проведения дельта-теста и измерения дифференциальной проводимости на каждом шаге развертки могут наблюдаться сдвиги до 1 мс. Эти отклонения могут быть устранены отключением передней панели. Подробнее см. на стр. 1-12.
-------------------	---

Рисунок 5-1
Дельта-тест, импульсный дельта-тест и измерение дифференциальной проводимости

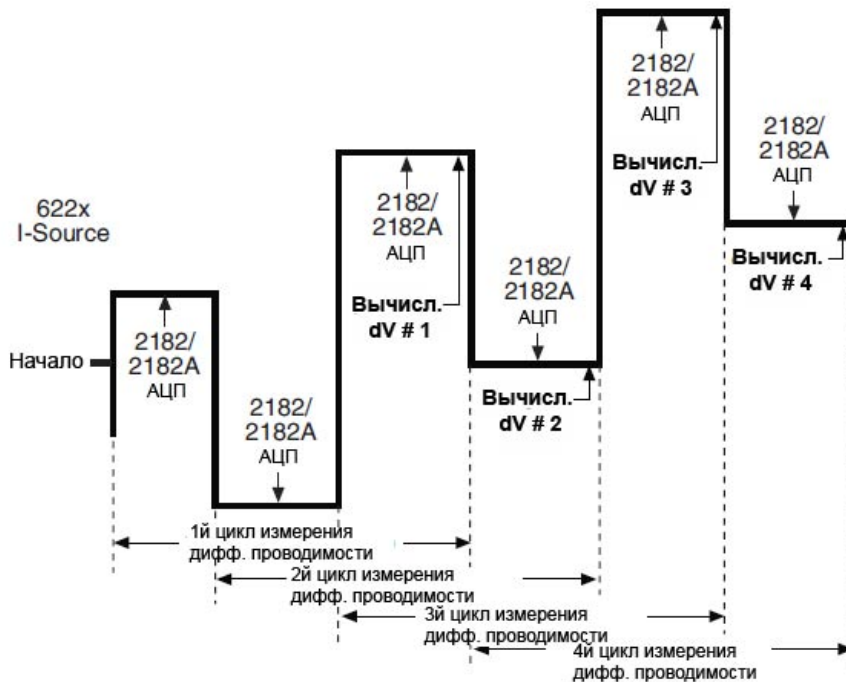
А) Дельта-тест



Б) Импульсный дельта-тест



В) Измерение дифференциальной проводимости



Схемы тестирования

ПРИМЕЧАНИЕ	Поставляемый образец программного обеспечения позволяет контролировать выполнение дельта-тестов с любого персонального компьютера, используя простое управление мышью с виртуальной передней панели. Подробнее см. в разделе 10 «Использование программного обеспечения» «Справочного руководства».
-------------------	---

Требуемый набор аппаратуры Keithley

Набор аппаратуры Keithley, требуемый для проведения дельта-теста, импульсного дельта-теста и измерения дифференциальной проводимости:

- **Устройства 6220 и 2182** – дельта-тест и измерение дифференциальной проводимости
- **Устройства 6220 и 2182A** – дельта-тест и измерение дифференциальной проводимости
- **Устройства 6221 и 2182** – дельта-тест и измерение дифференциальной проводимости
- **Устройства 6221 и 2182A** – дельта-тест, импульсный дельта-тест и измерение дифференциальной проводимости

ПРИМЕЧАНИЕ	Для устройства 2182 версия прошивки должна быть A10 или новее, а для 2182A - C01 или новее.
-------------------	---

Конфигурация системы

Конфигурация системы без ПК

Конфигурация системы при управлении с передней панели показана на рисунке 5-2А. Для моделей 2182/2182А должен быть задействован интерфейс RS-232, а для моделей 622х должен быть выбран интерфейс GPIB или Ethernet (для устройства 6221).

Система под управлением ПК

Конфигурация системы для управления устройством 622х с ПК показана на рисунке 5-2Б. Для моделей 2182/2182А должен быть задействован интерфейс RS-232, а для устройства 622х должен быть выбран интерфейс GPIB или Ethernet (для устройства 6221).

Последовательные соединения

Для проведения дельта-теста, импульсного дельта-теста и измерения дифференциальной проводимости устройство 622x должно взаимодействовать с устройством 2182/2182A через последовательный (RS-232) интерфейс. При правильном подключении и настройке последовательного соединения устройство 622x автоматически будет задавать команды для устройства 2182/2182A, когда инициализированы дельта-тест, импульсный дельта-тест или измерение дифференциальной проводимости. При запуске теста показания с устройства 2182/2182A автоматически посылаются в устройство 622x для пересчета в показания дельта-теста, импульсного дельта-теста и дифференциальной проводимости. Эти значения затем сохраняются в буфере.

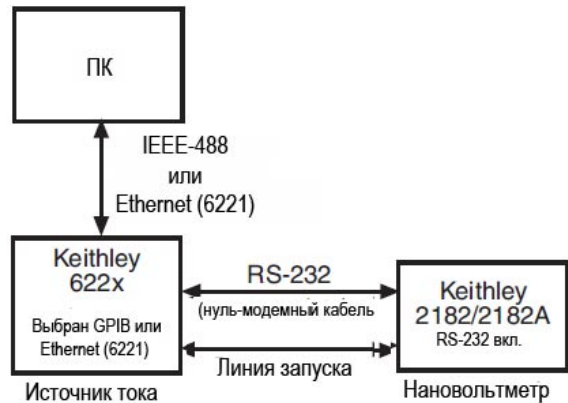
Рисунок 5-2

Настройка системы для проведения дельта-тестов, импульсных дельта-тестов и измерения дифференциальной проводимости

А) Система без ПК (управление с передней панели)



Б) Управление устройством 6220/21 с ПК



Системные подключения

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ Перед подключением или отключением системных соединений устройства 622x и 2182/2182A и ПК должны быть выключены и шнуры питания должны быть отсоединены от сети переменного тока.

Схема подключения определяется используемой конфигурацией системы (см. Рис. 5-2). Далее описаны подключения для обеих конфигураций.

Схема подключения системы без использования ПК

Соединения для этой конфигурации показаны на рисунке 5-3.

RS-232 – Устройство 622x взаимодействует с устройством 2182/2182A через интерфейс RS-232. Подключение должно выполняться с помощью нуль-модемного кабеля RS-232.

Линия запуска – синхронизирует работу источника тока и нановольтметра. Соединение по триггерной линии подразумевает, что на устройстве 2182/2182A используется аппаратная заводская конфигурация по умолчанию:

EXT TRIG (input) = line #2

VMC (output) = line #1

Дельта-тесты, импульсные дельта-тесты и измерения дифференциальной проводимости невозможны при конфигурации линии запуска, отличной от заводской по умолчанию.

Рисунок 5-3

Схема подключения системы без ПК



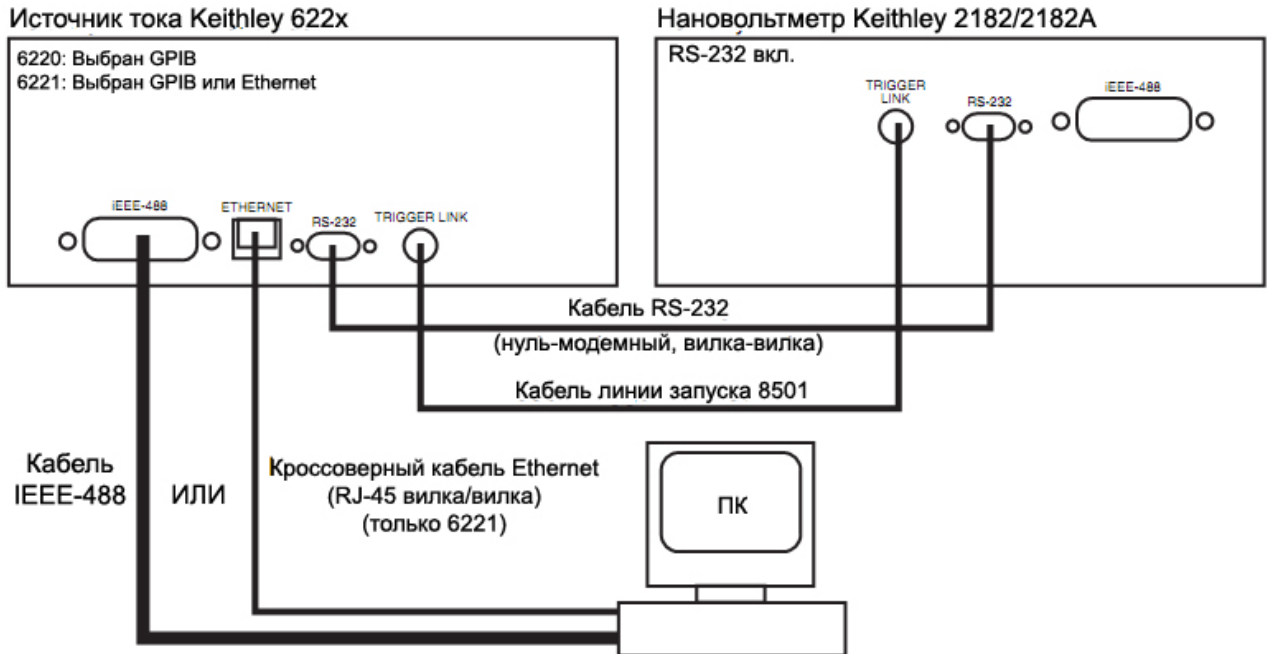
Схема подключения системы с ПК

Схема подключения для этой конфигурации см. на рисунке 5-4.

RS-232 и Линия запуска – Эта конфигурация системы использует такие же соединения RS-232 и линии запуска, как и конфигурация без использования ПК.

IEEE-488 или Ethernet (для 6221) – Данная конфигурация системы использует ПК для взаимодействия с устройством 622x. Для устройства 6220 может быть использован интерфейс шины IEEE-488. Для устройства 6221 можно использовать интерфейс шины IEEE-488 или Ethernet соединение. При использовании Ethernet убедитесь, что для прямой связи с ПК используется кроссоверный кабель.

Рисунок 5-4
Управление устройством 622х с ПК



Подключение тестируемого устройства

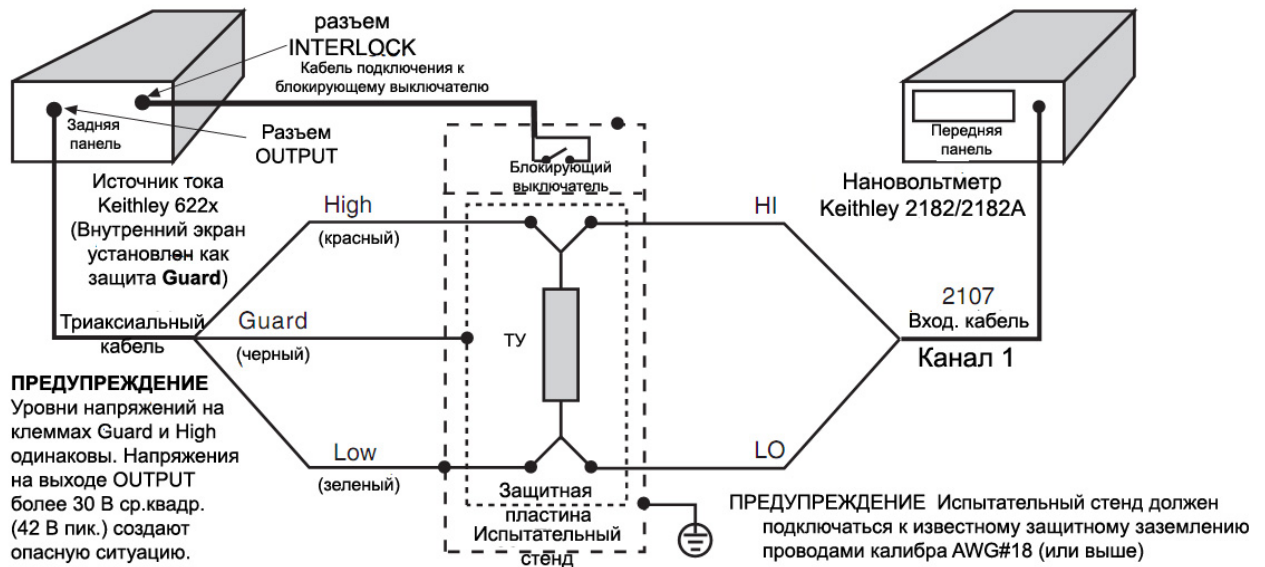
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ Перед подключением или отключением системных соединений устройства 622x и 2182/2182A должны быть выключены, а шнуры питания должны быть отключены от сети переменного тока.

Схемы подключения тестируемого устройства показаны на рисунке 5-5. В показанной схеме подключения используется защита кабеля и заземленный испытательный стенд с блокирующим переключателем.

Рисунок 5-5

Схема подключения тестируемого устройства с защитой

ПРИМЕЧАНИЕ В рассматриваемой схеме внутренний экран разъема OUTPUT устройства 622x должен подключаться к управляемой системе защиты. Подробнее см. в п. «Внутренний экран триаксиального кабеля» на стр.2-6.



Примечание Триаксиальный кабель и входной кабель, показанные на данном рисунке, входят в комплект поставки устройств Keithley 622x и 2182/2182A.

Настройка соединений

Для обоих вариантов (работа с ПК и без него) RS-232 на устройстве 2182/2182A должно быть включено, а на устройстве 622х должен быть выбран интерфейс GPIB или Ethernet (только для устройства 6221).

Настройка связи устройства 2182/2182A

Конфигурация устройства 2182/2182A для подключения по RS-232:

Нажмите на устройстве клавишу **SHIFT**, а затем клавишу **RS-232**, чтобы активизировать меню RS-232, в котором сделайте следующие настройки:

1. Выберите **ON**
2. Установите **BAUD** (скорость соединения) на **19.2К**.
3. Установите **FLOW CTRL** (контроль потока) в состояние **NONE**

Настройка связи устройства 622х

Для связи с другими устройствами во время проведения дельта-теста, импульсного дельта-теста и измерения дифференциальной проводимости устройство 622х использует два типа интерфейсов. RS-232 используется для связи с устройством 2182/2182A, а GPIB или Ethernet (только для устройства 6221) используется для связи с ПК. Подробнее о настройке связи см. в разделе 10 «Справочного руководства» (Reference Manual).

Конфигурация устройства 622х для настройки связи:

1. RS-232 – На устройстве 622х нажмите клавишу **COMM** и выберите **RS-232** в меню настройки связи:

- a. Установите **BAUD** (скорость соединения) на **19.2К**.
- b. Установите **FLOW CTRL** (контроль потока) в **NONE**.
- c. Нажмите клавишу **ENTER**.

Устройство 622х выполнит перезагрузку, если в качестве интерфейса связи ранее был выбран вариант, отличный от RS-232.

2. GPIB или **Ethernet** (только для устройства 6221) – Для связи с ПК используются интерфейсы GPIB или Ethernet (только для модели 6221).

На устройстве 622х нажмите клавишу **COMM**, а затем выберите **GPIB** или **Ethernet** (только для модели 6221) из меню настройки связи:

- GPIB – Установите адрес IEEE-488 (от 0 до 30).
- Ethernet (6221) – Установите IP, шлюз, маску подсети и DHCP.

После настройки GPIB или Ethernet нажмите **ENTER**. Сконфигурированный интерфейс станет выбранным интерфейсом, и устройство 622х перезагрузится.

Инициализация и запуск теста

Инициализация – После выполнения всех настроек дельта-теста его нужно инициализировать нажатием клавиши **DELTA**, **PULSE** (для импульсного дельта-теста) или **COND** (для измерения дифференциальной проводимости). В режиме удаленного программирования для инициализации теста используются следующие команды:

SOUR : DELT : ARM	'Инициализация дельта-теста
SOUR : PDEL : ARM	'Инициализация импульсного дельта-теста
SOUR : DCON : ARM	'Инициализация измерения дифференциальной проводимости

Во время процесса инициализации устройство 622x устанавливает связь с устройством 2182/2182A и выполняет ряд операций. Эти инициализирующие операции описаны в разделе 5 «Справочного руководства» (Reference Manual).

Запуск теста – Инициализированный тест может быть запущен клавишей **TRIG** или отправкой команды :INIT IMM. Подробнее о процедуре выполнения теста каждого вида см. в соответствующих разделах далее.

Последовательность запуска

Линия запуска используется для синхронизации запуска операций воспроизведения и измерения устройств 622x и 2182/2182A. Общая последовательность запуска для дельта-теста:

1. Устройство 622x выдает шаг тока или импульс.
2. После стабилизации выходного сигнала устройство 622x выдает сигнал запуска устройству 2182/2182A на проведение измерения. Результаты измерений посылаются обратно на устройство 622x (через последовательный порт).
3. Устройство 2182/2182A выдает сигнал запуска устройству 622x для выдачи следующего уровня тока или импульса.
4. Шаги 2 и 3 повторяются до окончания теста.

Во время прохождения теста устройство 622x вычисляет результаты дельта-теста, импульсного дельта-теста и дифференциальной проводимости из показаний, полученных от устройства 2182/2182A. Значения будут демонстрироваться на экране и сохраняться в буфер.

Подробнее о последовательности запуска для дельта-теста, импульсного дельта-теста и дифференциальной проводимости см. в разделе 5 «Справочного руководства» (Reference Manual).

Показания

Показания на экране

Примеры показаний на экране

+1.23456 nV Delta	Показания разности напряжения
+1.23456 Ω Delta	Показания разности сопротивления
+1.23456 S D Cond	Показания дифференциальной проводимости (сименс)
+1.23456 mWp Pulse	Показания разности пиковой мощности импульса (ватт) ^{1,2,3}
+1.23456 mW Pulse	Показания разности средней мощности импульса (ватт) ^{1,2,3}

1. Импульсная разность мощности может быть значением пиковой или средней мощности (см. «Единицы измерения» в разделе 5 «Справочного руководства»).
2. В удаленном режиме работы возвращаемая строка значения разности мощности импульса сообщает, пиковое или среднее это значение. Используйте команду UNIT:POWer? (см. Таблицу 5-1) для различения пиковых и средних показаний.
3. При просмотре статистики буфера (например, значения среднего или стандартного отклонения) для значений разности мощности импульса только показания первого измерения используются для определения типа значения (пиковое или среднее). Статистический результат в буфере будет иметь те же единицы измерения (W для среднего и Wp для пикового) как и первое сохраненное измерение.

ПРИМЕЧАНИЕ Индикатор SMPL мигает при каждом втором измерении, полученном от устройства 2182/2182A.

Единицы измерения

Напряжение, сопротивление, мощность или проводимость

Результаты измерений, полученные от устройства 2182/2182A в процессе выполнения дельта-теста, импульсного дельта-теста или измерения дифференциальной проводимости, передаются на устройство 622x в виде результатов измерения напряжения. Эти результаты могут быть отображены на устройстве 622x как значение напряжения (вольт, V), сопротивления (ом, Ω), мощности (ватт, W) или проводимости (сименс, S).

По умолчанию, единицы измерений для устройства 622x – это вольты. Если выбрано отображение результата в омах или сименсах, то показания пересчитываются следующим образом:

$$\Omega = V/I$$

$$S = I/V$$

Где V – это результат измерения, полученный при выполнении дельта-теста, импульсного дельта-теста и измерения дифференциальной проводимости, а I – ток, выдаваемый устройством 622x.

Если выбраны единицы мощности, мощность вычисляется следующим образом:

Дельта-тест	Импульсный дельта-тест ¹	Дифференциальная проводимость ²
W=IxV	$W_{PEAK} = I \times V$ $W_{AVG} = I \times V \times \text{коэффициент заполнения}$	$W = I_{AVG} \times V_{AVG}$

1. Информацию по импульсному дельта-тесту см. в разделе 5 «Пиковая и средняя мощность» «Справочного руководства».
2. Информацию по измерению дифференциальной проводимости см. в разделе «Среднее напряжение и мощность» «Справочного руководства».

Установка единиц измерения

Процедура установки единиц измерения с использованием передней панели:

1. Нажмите клавишу **UNITS** для вывода меню READING UNITS.
2. Используйте органы управления меню (см. стр 1-14) для выбора единиц измерения (**VOLTS** (вольты), **OHMS** (омы), **WATTS** (ватты) или **SIEMENS** (сименсы)).
3. Только для устройства 6221: после выбора **WATTS** (ватты) потребуется выбрать тип мощности (POWER TYPE).
4. Выберите требуемый тип мощности: **AVERAGE** (средняя) или **PEAK** (пиковая).

Удаленное программирование – Команды, используемые для выбора единиц измерения, перечислены в таблице 5-1

Таблица 5-1

Команды выбора единиц измерения

Команда	Описание	Значение по умолчанию
UNIT[:VOLT][:DC] <name>	Определить единицы измерения. <name>= V, OHMS, W или SIEMENS	V
UNIT:POWer[:TYPE] <name>	Установить тип измеряемой мощности для импульсного дельта-теста на устройстве 6221 <name>= AVERAge (средняя) или PEAK (пиковая).	PEAK
UNIT:POWer[:TYPE] ?	Запрос об установленном типе мощности.	

*<name> для установки единицы «сименс» может быть отправлено в виде S, SIEM или SIEMENS.

Пример – Выбор единиц измерения мощности (W) для устройства 622x:

UNIT W

Команды чтения

Устройство 622х не выполняет измерений. Однако необработанные результаты измерения посылаются от устройства 2182/2182А в устройство 622х для вычисления результатов дельта-теста, импульсного дельта-теста и измерения дифференциальной проводимости. Измерения от устройства 2182/2182А обрабатываются, сохраняются и отображаются на устройстве 622х.

Следующие команды чтения возвращают необработанные значения и показания буфера. Подробнее обо всех командах чтения см. в разделе 5 «Справочного руководства».

Предварительные показания

```
SENSe[1]:DATA[:LATest]?
```

```
SENSe[1]:DATA:FRESH?
```

Во время проведения дельта-теста, импульсного дельта-теста и измерения дифференциальной проводимости команда `SENSe[1]:DATA[:LATest]?` возвращает последнее предварительное показание, обработанное устройством 622х. Возвращаемые значения будут отфильтрованы при включенном фильтре усреднения. Если эта команда будет отправлена до получения нового значения, будет повторно возвращено последнее показание.

Действие команды `SENSe[1]:DATA:FRESH?` аналогично `SENSe[1]:DATA[:LATest]?`, но значение может быть выведено только один раз. Эта команда гарантирует, что каждое значение будет прочитано только один раз. Если свежее значение не доступно при запуске команды `SENSe[1]:DATA:FRESH?`, генерируется сообщение об ошибке -230 "Data corrupt or stale" (данные повреждены или устарели).

Показание, сохраненные в буфере

```
TRACe:DATA?
```

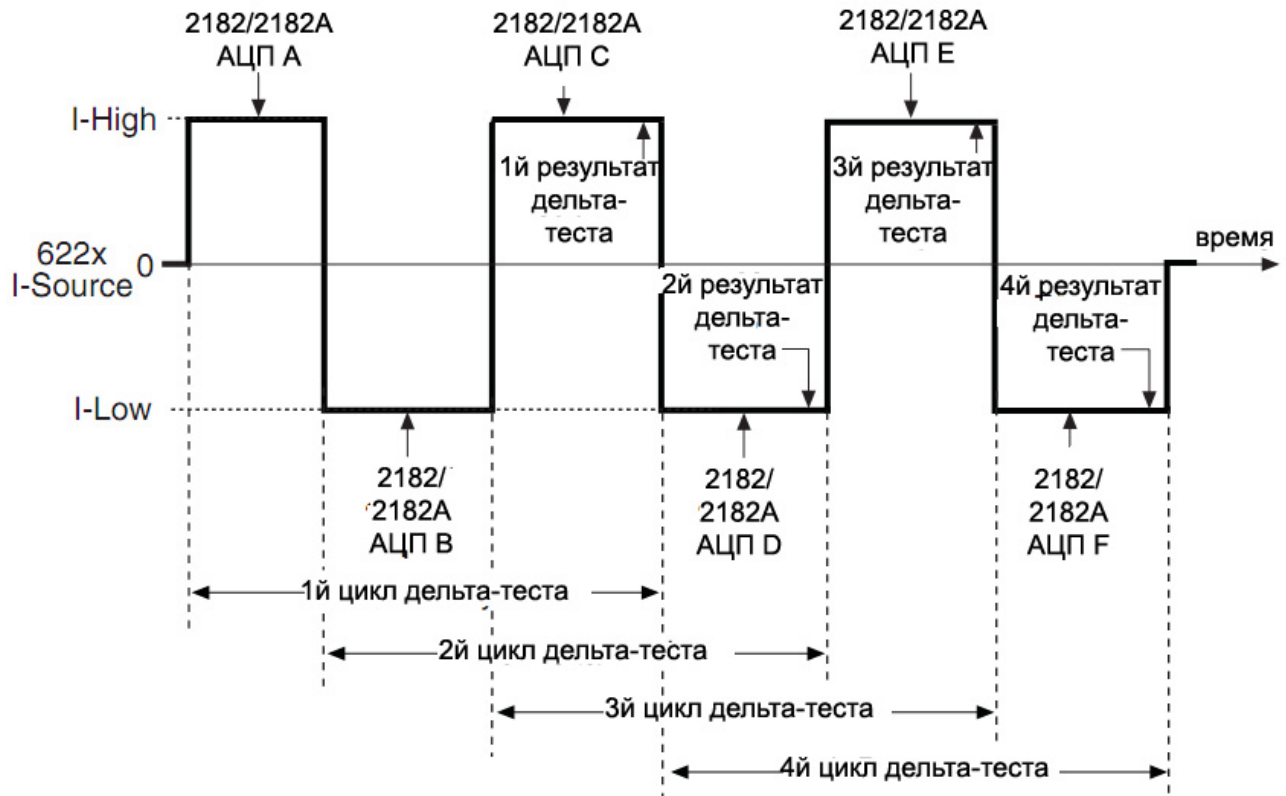
Эта команда чтения возвращает позволяет отобразить все данные, сохраненные в буфере. Также существуют команды для определения типа данных, находящихся в буфере, для вывода определенного набора последовательных данных и для считывания статистики буфера. См. «Поток данных и команды чтения» в разделе 5 «Справочного руководства» (Reference Manual).

Дельта-тест

Процесс измерения устройством 622х

Схема дельта-теста показана на рисунке 5-6. Как показано на рисунке, для получения одного результата дельта-теста нужно выполнить три аналого-цифровых преобразования. После запуска дельта-теста устройство 2182/2182А выполняет три аналого-цифровых преобразования (А,В,С) и вычисляет значение дельты. После первого цикла дельта-теста применяется метод скользящего среднего. Как видно из рисунка, значение разности вычисляется для каждого последующего аналого-цифрового преобразования устройством 2182/2182А. Новый результат аналого-цифрового преобразования заменяет старейший результат в вычислении значения дельты.

Рисунок 5-6
Методика измерений при дельта-тесте



$$1^{\text{й}} \text{ результат дельта-теста} = \left(\frac{A - 2B + C}{4} \right) \cdot (-1)^0 \quad 3^{\text{й}} \text{ результат дельта-теста} = \left(\frac{C - 2D + E}{4} \right) \cdot (-1)^2$$

$$2^{\text{й}} \text{ результат дельта-теста} = \left(\frac{B - 2C + D}{4} \right) \cdot (-1)^1 \quad 4^{\text{й}} \text{ результат дельта-теста} = \left(\frac{D - 2E + F}{4} \right) \cdot (-1)^3$$

Для вычисления любого результата дельта-теста используется следующая формула:

$$\text{Дельта} = \left(\frac{X - 2Y + Z}{4} \right) \cdot (-1)^n$$

где X, Y, Z – это три аналого-цифровых преобразования, а n = Номер цикла дельта-теста – 1.

Пример: Вычислить 21^й результат дельта-теста.

X, Y, Z – это три аналого-цифровых измерения для 21го дельта-цикла.

n = Номер цикла дельта-теста – 1

= 21 – 1

= 20.

Получаем:

$$\begin{aligned} \text{Дельта} &= \left(\frac{X - 2Y + Z}{4} \right) \cdot (-1)^{20} = \\ &= \left(\frac{X - 2Y + Z}{4} \right) \end{aligned}$$

Член $(-1)^n$ в вычислении значения дельты нужен для изменения знака в каждом последующем вычисленном результате дельта-теста. Таким образом, все результаты дельта-теста становятся одной полярности.

Единицы измерения

Основная единица измерения значения дельты – это вольты (V). Однако результаты измерения напряжения могут быть пересчитаны в единицах проводимости (сименсы, S), сопротивления (омы, Ω) или мощности (ватты, W). Подробнее о выборе единиц измерения см. на стр. 5-11.

Настройки конфигурации

Настройка конфигурации для проведения дельта-теста с передней панели производится в соответствии с описанием далее. Эти параметры настраиваются в меню **CONFIGURE DELTA** (конфигурация дельта-теста), которое доступно путем нажатия клавиши **CONFIG**, а затем клавиши **DELTA**.

Соответствующие команды удаленного программирования представлены в таблице 5-2.

I-High и **I-Low** – Эти установки определяют высокий и низкий уровни выходного сигнала прямоугольной формы (меандра). Когда задан высокий уровень сигнала (I-High), низкий уровень сигнала (I-Low) автоматически устанавливается равным по величине, но отрицательной полярности. Например, если I-High установить равным 1мА, то I-Low установится в -1мА. Установка значения I-Low не влияет на значение I-High.

Высокий уровень сигнала (I-High) может быть задан в пределах от 0 до +105 мА, а низкий (I-Low) от 0 до -105 мА. Установки по умолчанию для этих значений +1 мА и -1 мА, соответственно.

Delay (задержка) – Задержка при дельта-тесте выполняется после получения сигнала запуска от устройства 2182/2182A, и, обычно, применяется для того, чтобы позволить источнику тока стабилизироваться после изменения полярности сигнала. Задержка может быть установлена в диапазоне от 0,001 до 9999,999 секунд. Значение по умолчанию – 2 мс.

Count (счетчик) – Параметр **Счетчик** определяет, сколько нужно получить результатов дельта-теста. Он может быть как конечным числом (от 1 до 65536), так и установленным на бесконечное число результатов (Infinity). При выбранном бесконечном числе измерения производятся непрерывно. Значение этого параметра по умолчанию – бесконечно (Infinity). Кроме того отдельно может быть задано число отсчетов развертки для выбора числа наборов измерений. Каждый набор состоит из считанных значений дельта-теста, которые повторяются под управлением модели запуска (подробнее смотрите в разделе 8 «Справочного руководства»). Каждый набор выполняется независимо с перезапуском в режиме дельта-теста улучшенного алгоритма скользящего среднего.

Compliance abort – При включенной (**YES**) опции дельта-тест прекратится при выходе напряжения за пределы допустимых значений. По умолчанию опция отключена (установлено значение **NO**).

Cold Switching Mode (Режим холодной коммутации) – При выбранном режиме холодной коммутации (**YES**) при проведении дельта-теста источник тока будет обнуляться перед выходом из уровня запуска перед последовательными итерациями модели запуска. По умолчанию режим отключен (установлено значение **NO**).

Процесс работы

Работа в режиме дельта-теста – передняя панель

Конфигурация системы для работы в режиме без ПК показана на рис. 5-2 на стр.5-5.

1. На рисунках далее показаны схемы подключения. Перед выполнением подключений необходимо обесточить все элементы системы.
 - Рисунок 5-3, стр. 5-6 – Системные соединения
 - Рисунок 5-5, стр. 5-8 – Подключение тестируемого устройства
2. Выполните настройки связи для устройств 2182/2182A и 622х, как показано в разделе «Настройка связи» на стр.5-9.
3. На устройстве 2182/2182A выберите желаемые значения диапазона измерений и частоты интегрирования. Эти настройки устройства 2182/2182A могут быть сделаны с передней панели или с помощью программирования в удаленном режиме. Параметр «Частота» - это целое число (1,2,3,... до 50 или 60). Если выбрана какая-либо другая частота, она автоматически будет изменена устройством 622х на 1PLC в процессе инициализации.
4. Нажмите на устройстве 622х клавишу **CONFIG**, а затем **DELTA** для перехода в меню CONFIGURE DELTA (Настройка дельта-теста). Подробнее о настройках см. п. «Настройка измерений» на стр.5-15.
 - Установите I-HIGH (верхний уровень сигнала), I-LOW (нижний уровень сигнала), DELAY (задержка), COUNT (счет) и COMPLIANCE ABORT (прекращение работы при выходе значений за допустимые пределы).
 - После завершения выбора параметров нажмите клавишу **EXIT** (выход) для выхода из структуры меню.
5. Установите единицы измерения. Основные результаты дельта-теста отображаются в вольтах. Однако они могут быть выражены (и отображены) в омах, ваттах или сименсах. Подробнее см. в разделе «Дельта-тест» на стр. 5-13.

Чтобы выбрать единицы измерения нажмите клавишу **UNITS** для входа в меню **READING UNITS** (Единицы измерений). Выберите **VOLTS** (вольты), **OHMS** (омы), **WATTS** (ватты) или **SIEMENS** (сименсы).
6. На устройстве 622х нажмите клавишу **DELTA** для инициализации режима дельта-теста. Устройство 6221 инициализировано, если на короткое время появилось сообщение “DELTA ARMED Press TRIG to start”, и включился индикатор ARM.
7. Нажмите на устройстве 622х клавишу **TRIG** для запуска набора результатов дельта-теста и помещения их в буфер.

Если значение параметра COUNT конечно (настройка FINITE), выполнение дельта-теста будет остановлено после измерения последнего значения. При этом процесс дельта-теста остается инициализированным и может быть запущен нажатием клавиши **TRIG**. Новые значения дельта-теста будут перезаписаны в буфер вместо старых.

Если значение параметра COUNT бесконечно (INFINITE), то выполнение дельта-теста будет происходить непрерывно. После заполнения буфера результаты дельта-теста перестанут сохраняться, но измерения продолжатся.

8. После окончания измерений нажмите **EXIT** для отключения режима выполнения дельта-теста.
9. На устройстве 622х нажмите **RECALL** для доступа к результатам дельта-теста, сохраненным в буфере.

Работа в режиме дельта-теста под управлением ПК

Конфигурация системы для работы под управлением ПК показана на рис. 5-2Б.

1. На рисунках далее показаны схемы подключения. Перед выполнением подключений необходимо обесточить все элементы системы.
 - Рисунок 5-4, стр. 5-7 – Системные соединения
 - Рисунок 5-5, стр. 5-8 – Подключение тестируемого устройства
2. Выполните настройки связи для устройств 2182/2182А и 622х, как показано в разделе «Настройка связи» на стр.5-9.
3. На устройстве 2182/2182А выберите желаемые значения диапазона измерений и частоты интегрирования. Эти настройки устройства 2182/2182А могут быть сделаны с передней панели или с помощью программирования в удаленном режиме. Параметр «Частота» - это целое число (1,2,3,... до 50 или 60). Если выбрана какая-либо другая частота, она автоматически будет изменена устройством 622х на 1PLC в процессе инициализации.

Для работы с передней панелью выберите желаемый диапазон измерений с помощью клавиш настройки диапазона RANGE, и частоту интегрирования, используя клавишу **RATE** (частота).

Команды от ПК для контроля устройства 2182/2182А адресуются устройству 622х. Каждая команда затем передается через последовательный порт (RS-232) устройства 622х на устройство 2182/2182А. Для процесса связи используется следующая команда:

```
SYSTem:COMMunicate:SERial:SEND <data>
```

где <data> - это действующая команда для устройства 2182/2182А.

Следующая команда используется для возвращения результата команды, отправленной через последовательный порт:

```
SYSTem:COMMunicate:SERial:ENTer?
```

При взаимодействии через последовательный порт сообщений об ошибках не выдается, если устройство 2182/2182А неправильно подключено к устройству 622х.

Примеры - Следующие команды демонстрируют правильный синтаксис для управляющих команд и команд запросов через последовательный порт:

SYST:COMM:SER:SEND "VOLT:RANG 2"	'Выбор диапазона 2В для устройства 2182/2182А
SYST:COMM:SER:SEND "VOLT:RANG?"	'Запрос о выбранном диапазоне
SYST:COMM:SER:ENT?	'Вернуть ответ на запрос
SYST:COMM:SER:SEND "VOLT:NPLC 1"	'Установить частоту в 1 PLC для устройства 2182/2182А
SYST:COMM:SER:SEND "VOLT:NPLC?"	'Запрос о выбранной частоте
SYST:COMM:SER:ENT?	'Вернуть ответ на запрос

4. Установите единицы измерения. Основные результаты дельта-теста отображаются в вольтах. Однако они могут быть выражены (и отображены) в омах, ваттах или сименсах. Подробнее см. в разделе «Дельта-тест» на стр. 5-13. Команды для выбора единиц измерения перечислены в таблице 5-1. Следующий пример показывает установку омов в качестве единиц измерения:

UNIT OHMS

Выбрать омы в качестве единицы измерения

5. Настройка, инициализация и запуск дельта-теста. Подробно команды для настройки и инициализации измерения дельта-теста приведены в таблице 5-2. Следующий пример показывает правильную последовательность команд для настройки, инициализации и запуска дельта-теста:

*RST	'Восстанавливает настройки по умолчанию устройства 622х.
SOUR:DELT:HIGH 1e-3	'Установка высокого уровня сигнала в 1 мА.
SOUR:DELT:DElay 100e-3	'Установка задержки дельта-теста в 100 мс.
SOUR:DELT:COUN 1000	'Установка счетчика дельта-теста на 1000.
SOUR:DELT:CAB ON	'Включение функции прекращения работы при выходе параметров за допустимые пределы.
TRAC:POIN 1000	'Установка размера буфера в 1000 значений ^А .
SOUR:DELT:ARM	'Инициализация дельта-теста.
INIT:IMM	'Запуск дельта-теста ^В .

А. Количество точек кривой задает размер буфера. Этот размер должен совпадать со значением COUNT (счет). Подробнее о командах буфера смотрите в разделе 6.

В. Команда запуска начинает дельта-тест. После указанного конечного числа измерений процесс остановится. В этот момент другая команда запуска может перезапустить процесс измерения. Новые измерения будут перезаписаны на место старых в буфере. Если выбрано бесконечное число измерений, то процесс будет продолжаться непрерывно. После заполнения буфера запись в него прекратится, но выполнение дельта-теста продолжится.

6. Чтение значений дельта-теста. В процессе снятия показаний дельта-теста последнее показание с устройства 2182/2182A может быть считано следующей командой:

SENS : DATA? ‘Чтение последнего измерения дельта-теста.

Приведенная команда считывает последнее показание дельта-теста, измеренное устройством 2182/2182A. Если эта команда послана до получения нового результата, то снова возвращается последний готовый результат.

ПРИМЕЧАНИЕ	Если команда чтения передана в момент, когда дельта-тест не выполняется, возникает ошибка -221 "Settings Conflict" (Конфликт настроек).
-------------------	--

7. По окончании дельта-теста можно снять инициализацию следующей командой:

SOUR : SWE : ABOR ‘Прекратить выполнение дельта-тест и перейти в локальный режим.

8. Доступ к сохраненным показаниям дельта-теста. – Показания с устройства 2182A пересылались и сохранялись в буфере устройства 622х. Используйте следующую команду для чтения данных в буфере:

TRACe : DATA? ‘Считать показания дельта-теста из буфера 622х.

Команды настройки и инициализации

Команды настройки и инициализации приведены в таблице 5-2.

Таблица 5-2.

Команда	Описание	Значение по умолчанию
[SOURCE[1]]:DELTA:NVPResent?	Проверка подключения 2182A ¹ . 1- Есть, 0 - Нет	
[SOURCE[1]]:DELTA:HIGH <NRf>	Установка высокого выходного значения источника (Ампер) ² . <NRf> от 0 до 105e-3	1e-3
[SOURCE[1]]:DELTA:LOW <NRf>	Установка низкого выходного значения источника (Ампер) ² . <NRf> от 0 до -105e-3	-1e-3
[SOURCE[1]]:DELTA:DELAy <NRf>	Установка задержки в секундах ² . <NRf> от 0 до 9999.999 или INFINITY	0
[SOURCE[1]]:DELTA:COUNT <NRf>	Установка числа циклов для считывания ² . <NRf> от 1 до 65536 или INFINITY	INF
[SOURCE[1]]:SWEep:COUNT <NRf>	Установка числа повторных измерений ² . <NRf> от 1 до 65536 или INFINITY	1
[SOURCE[1]]:DELTA:CSWitch 	Включить режим холодной коммутации ² . =0 –выключен, =1 - включен	0
[SOURCE[1]]:DELTA:CABort 	Включить режим остановки при выходе напряжения за пределы ² . =0 –выключен, =1 - включен	0
[SOURCE[1]]:DELTA:ARM	Инициализация дельта-теста ³ .	
[SOURCE[1]]:DELTA:ARM?	Статус инициализации 1=Инициализировано, 0 – нет	

1. Используйте команду NVPResent для проверки правильности подключения устройства 2182/2182A через порт RS-232 и соответствия версии его прошивки. Эта команда запроса может быть применена для конфигурации, показанной на рис. 5-2Б на стр.5-5.
2. Подробнее об этих настройках см. в п. «Настройки конфигурации» на стр.5-15.
3. После настройки дельта-теста приведенными выше командами команда :ARM инициализирует дельта-тест. Во время процесса инициализации устройство 622x взаимодействует с устройством 2182/2182A.

Когда система инициализирована, процесс снятия показаний дельта-теста будет запускаться по сигналу с устройства 6221. Можно произвести «де-инициализацию», выполнив команду SOURCE:SWEep:ABORT.

Команда инициализации в форме запроса (SOUR:DELTA:ARM?) используется для проверки статуса инициализации. Возвращенная «1» сигнализирует, что система инициализирована, а «0», что нет.

Если устройство 6221 уже инициализировано для другого действия (например, для измерения дифференциальной проводимости или импульсного дельта-теста), команда на инициализацию дельта-теста отменит предыдущую инициализацию и инициализирует измерение дельта-теста.

Импульсный дельта-тест

Для выполнения импульсного дельта-теста используйте устройство Keithley 2182A с устройством 6221.

Процесс измерения устройством 6221

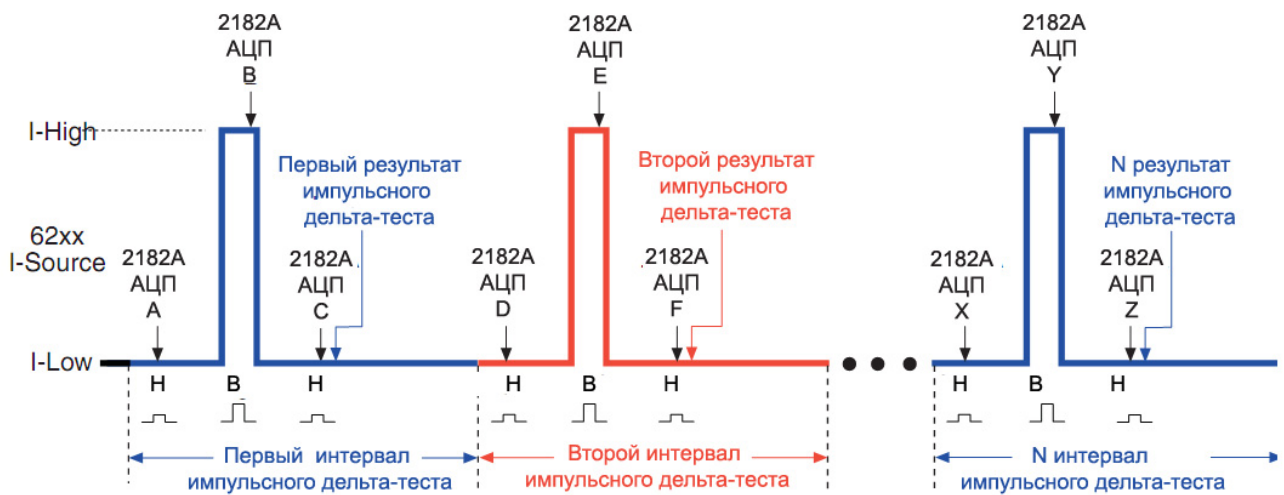
Схема выполнения импульсного дельта-теста

Для проведения импульсного дельта-теста устройство 6221 выдает импульсы тока. Импульсы тока узкой ширины идеально подходят для проверки маломощных тестируемых устройств, чувствительных к нагреву.

По умолчанию в импульсном дельта-тесте для вычисления результатов используется трехточечный алгоритм повторяющегося среднего. Каждое показание импульсного дельта-теста вычисляется использованием аналого-цифрового преобразования для импульса низкого уровня, высокого уровня и еще одного низкого. Устройство 6221 выдает импульсы, а устройство 2182A выполняет аналого-цифровые измерения. Как показано на рисунке 5-7, каждые 3 импульса дают одно измерение разности напряжения импульса.

Рисунок 5-7

Методика трехточечного измерения при импульсном дельта-тесте



$$1^{\text{й}} \text{ результат импульсного дельта-теста} = \left(\frac{2B - A - C}{2} \right)$$

$$2^{\text{й}} \text{ результат импульсного дельта-теста} = \left(\frac{2E - D - F}{2} \right)$$

$$N^{\text{й}} \text{ результат импульсного дельта-теста} = \left(\frac{2Y - X - Z}{2} \right)$$

Здесь X,Y,Z – это аналого-цифровые преобразования для первого низкого, высокого и второго низкого импульсов цикла.

В случае если импульс высокого уровня вызывает нагрев в тестируемом устройстве, то этот нагрев может отрицательно сказаться на измерении второго низкого импульса. В этом случае, измерение второго низкого импульса может быть отключено. Это не влияет на общую синхронизацию вывода импульсов. Пропуск измерения второго импульса низкого уровня приводит к изменению основной формулы вычисления:

$$\text{Результат импульсного дельта-теста} = (2Y-2X)/2$$

Где: Y измерение при импульсе высокого уровня.

X измерение при импульсе низкого уровня.

Единицы измерения

Основные результаты импульсного дельта-теста отображаются в вольтах. Однако они могут быть выражены (и отображены) в омах, ваттах или сименсах. Подробнее см. в разделе «Выбор единиц измерения» на стр. 5-11.

Пиковая и средняя мощность

При выборе единиц мощности результат выполнения импульсного дельта-теста может быть выражен (и отображен) как показание пиковой мощности или средней мощности. По умолчанию выбирается пиковая мощность. Подробнее о пиковой и средней мощности смотрите п. «Единицы измерений» в разделе 5 «Справочного руководства».

Выдача сигнала для импульсного дельта-теста

Выдача сигнала для импульсного дельта-теста производится для одного или нескольких циклов. Каждый цикл состоит из трех выходных импульсов (низкого уровня, высокого и низкого). Время цикла можно менять, но оно одинаково для всех циклов. Ширину выводимых импульсов можно менять, но она одинакова для всех импульсов.

Вывод сигналов для импульсного дельта-теста может быть двух видов: фиксированный выход и выход с разверткой. Для фиксированного выхода все импульсы высокого и низкого уровня неизменны для всех циклов импульсного дельта-теста. Для выхода с разверткой функция развертки (SWP) на устройстве 6221 используется для выдачи сигнала со ступенчатой, логарифмической или пользовательской (нетиповой) разверткой.

Фиксированный выход

На рисунке 5-8 показан один цикл импульсного дельта-теста для фиксированного выхода. Устройство 6221 выдает импульс с низким уровнем, с высоким и опять с низким во время каждого цикла импульсного дельта-теста. Ширина импульса может меняться, но она одинакова для импульсов высокого и низкого уровня. Интервал между циклами также можно менять, и он зависит от установленного количества циклов мощности линии питания. Интервал между импульсами импульсного дельта-теста на рисунке 5-8 установлен на 5 PLC (power line cycle = циклы мощности линии питания), что является значением по умолчанию. По окончании заданного интервала начинается следующий цикл измерений импульсного дельта-теста (если число импульсов для измерения >1).

Импульсы синхронизируются с частотой напряжения линии питания. После начала импульсного дельта-теста три импульса (низкий, высокий и низкий) генерируются на положительных передних краях на трех первых циклах мощности линии питания. В остальных циклах мощности линии питания выходной сигнал остается на нижнем уровне.

Выход с разверткой

Функция развертки в устройстве 6221 позволяет выдать набор импульсов с разным высоким уровнем. Каждый такой импульс чередуется с импульсом с заданным низким уровнем. Низкий уровень одинаков для всех импульсов.

Аналогично фиксированному выходу, показанному на рисунке 5-8, выход с разверткой синхронизируется с частотой напряжения линии питания. Ширина импульса может меняться, но она одинакова для всех импульсов.

Развертка выполняется в одном из следующих видов: ступенчатая (А), логарифмическая (В) и задаваемая пользователем (нетиповая) (С). Примеры этих разверток см. на рисунке 5-9.

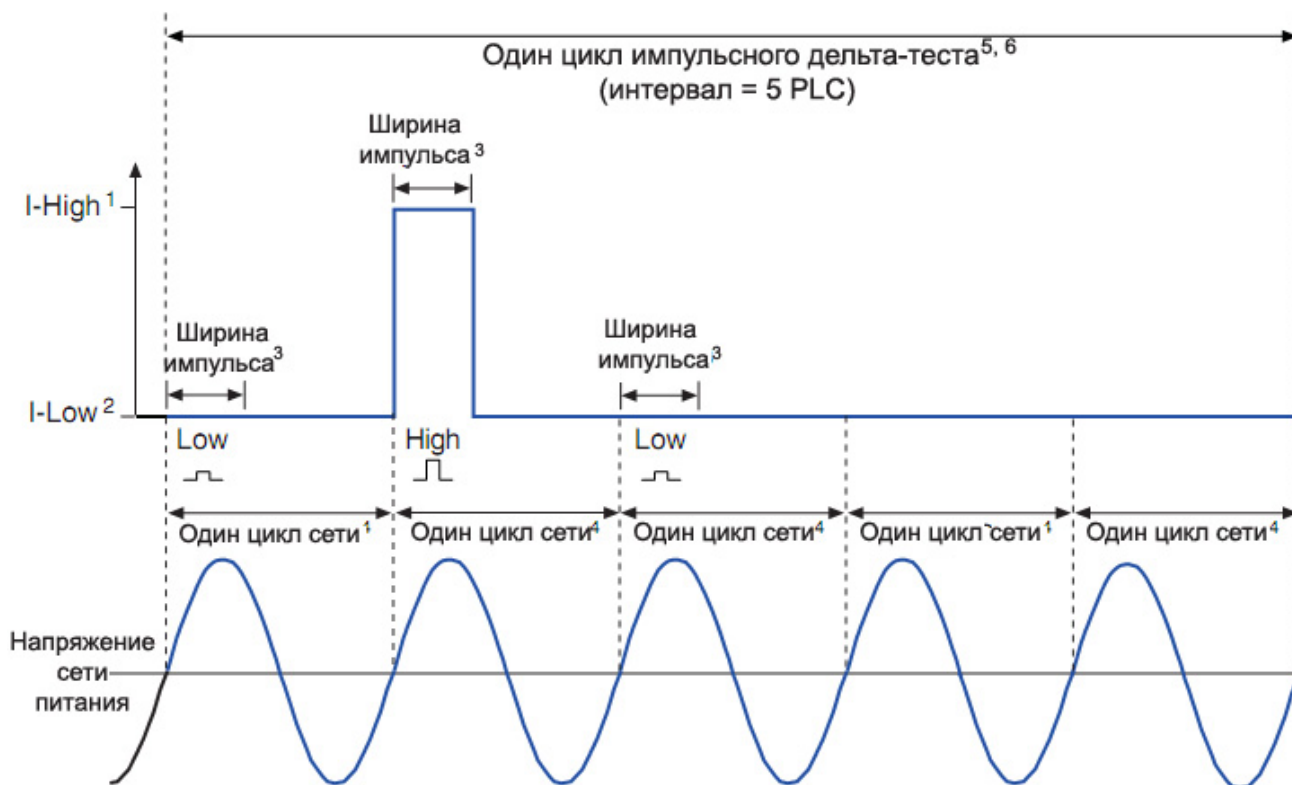
Ступенчатая. На рисунке 5-9А приведен пример ступенчатой развертки. В соответствии с настройками развертка начинается с импульса высокого уровня в 2 мА и поднимается ступеньками по 2 мА до 10 мА. Низкий уровень сигнала в этом случае 0 мА.

Логарифмическая развертка. На рисунке 5-9Б приведен пример логарифмической развертки. В соответствии с настройками прибор выводит 5 импульсов высокого уровня (точек). Первый импульс имеет уровень в 1 мА и логарифмически растет до 10 мА. Низкий уровень сигнала в этом случае 0 мА.

Нетиповая развертка. На рисунке 5-9В приведен пример нетиповой развертки, заданной пользователем. В соответствии с настройками прибор выводит 5 импульсов высокого уровня (точек). Уровень каждого высокого импульса задан пользователем. В этом примере уровни установлены на 1 мА, 2 мА, 4 мА, 8 мА и 16 мА. Низкий уровень сигнала в этом случае 0 мА.

Обратите внимание, что временной интервал для каждого цикла импульсного дельта-теста определяется установленным значением задержки развертки. Параметры развертки (включая задержку) настраиваются в меню CONFIGURE SWEEPS (Настройка разверток). Подробнее см. в разделе 4.

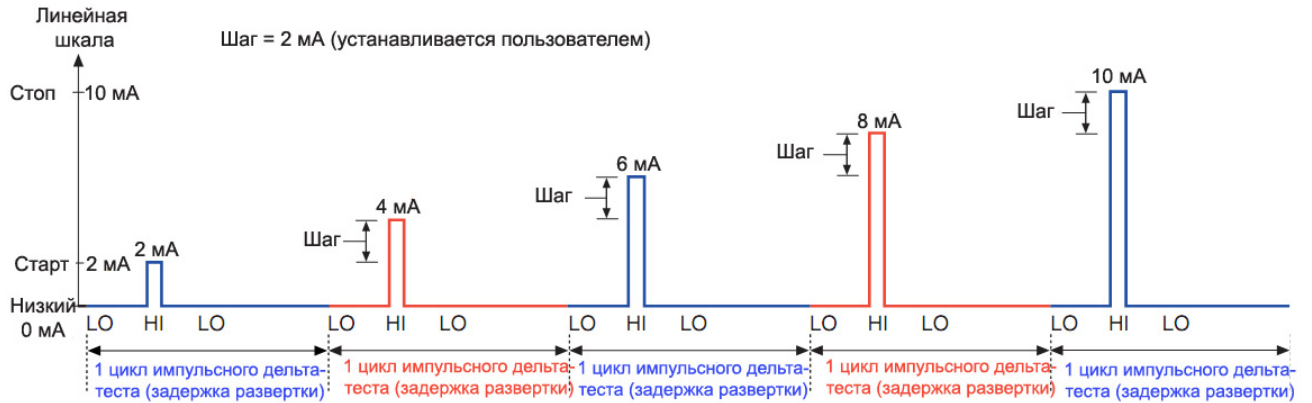
Рисунок 5-8
Временные интервалы импульса



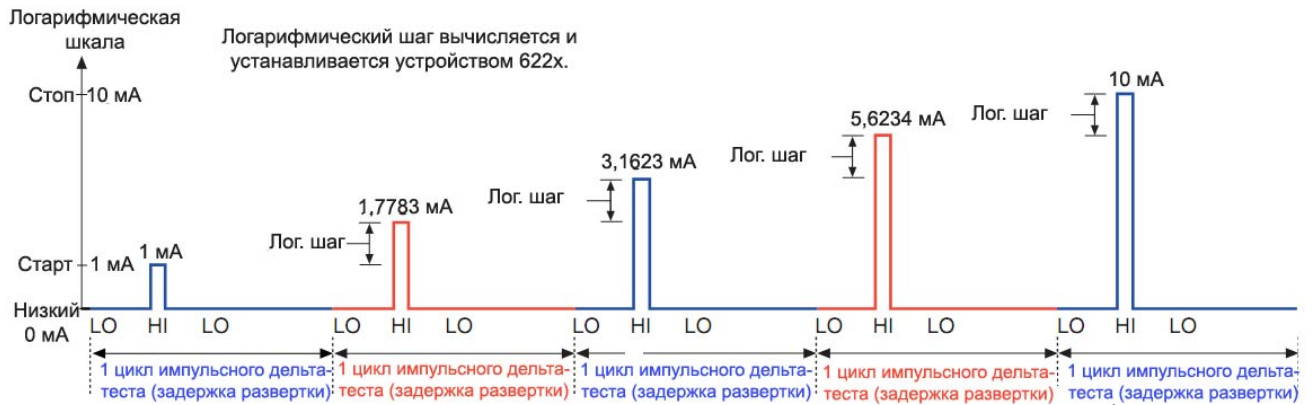
1. $I\text{-High}$ (высокий уровень) может быть от -105mA до 105mA (по умолчанию 1mA).
2. $I\text{-Low}$ (низкий уровень) может быть от -105mA до 105mA (по умолчанию 0mA).
3. Pulse Width (ширина импульса) может быть от 50 мкс до 12мс (по умолчанию 110 мкс).
4. Один цикл мощности линии питания в $60\text{Гц} = 16.667\text{мс}$ ($1/60$)
Один цикл мощности линии питания в $50\text{Гц} = 20\text{мс}$ ($1/50$)
5. С интервалом в 5 PLC (цикл мощности линии питания)
 60Гц : Один цикл измерения дельты импульса = 83.33мс ($5/60$)
 50Гц : Один цикл измерения дельты импульса = 100мс ($5/50$)
6. Интервал может быть от 5 до 999999 PLC (по умолчанию 5)

Рисунок 5-9
Примеры импульсной развертки на выходе

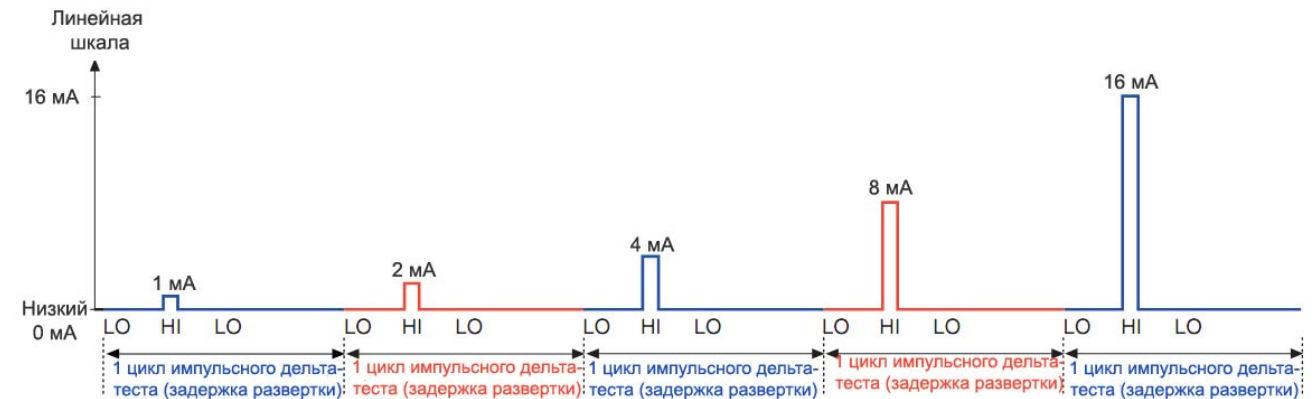
А) Последовательность импульсов в виде ступенчатой развертки: от 2 до 10 мА с шагом 2 мА



Б) Последовательность импульсов в виде логарифмической развертки: от 1 до 10 мА с лог.значением 5



В) Последовательность импульсов в виде нетиповой развертки: 1 мА, 2 мА, 4 мА, 8 мА и 16 мА (пять точек)



Коэффициент заполнения

Коэффициент заполнения определяет соотношение между временем с «включенным» импульсом и временем «без» импульса во время цикла импульсного дельта-теста. Например, для коэффициента заполнения в 25% импульс будет «включен» (высокий уровень сигнала) на время четверти цикла и «выключен» (0 мА, низкий уровень) на три четверти цикла. Циклы импульсного дельта-теста с низким коэффициентом заполнения могут быть использованы для предотвращения искажения измерения от нагрева в маломощных тестируемых устройствах.

При использовании низкого уровня сигнала в 0 мА (по умолчанию) коэффициент заполнения вычисляется следующим образом:

$$\text{коэффициент заполнения} = \frac{\text{ширина импульса}}{\text{время цикла}} \cdot 100$$

где: коэффициент заполнения = коэффициент заполнения, выраженный в процентах,
 Ширина импульса = Задаваемая пользователем ширина импульса в секундах,
 Время цикла = время цикла измерения дельты импульса в секундах (см. ниже).

Время цикла импульсного дельта-теста

Выход с разверткой. Временной период для каждого цикла импульсного дельта-теста такой же, как и время задержки развертки, заданное пользователем во время настройки развертки.

Фиксированный выход. Цикл импульсного дельта-теста (интервал) выражается как число циклов мощности линии питания (PLC). Это значение в PLC должно быть пересчитано во время (секунды) следующим способом:

Для линий питания 60 Гц:

Время цикла измерения дельты импульса = PLC x 16,667 мс

Для линий питания 50 Гц:

Время цикла измерения дельты импульса = PLC x 20 мс

Пример: Для линии питания 60 Гц время цикла импульсного дельта-теста для интервала в 5 PLC вычисляется так:

Время цикла = 5 x 16,667 мс = 83,33 мс

Настройки конфигурации

Настройки для импульсного дельта-теста при управлении с передней панели описаны ниже. Эти параметры настраиваются в меню CONFIG PULSE DELTA (Настройка импульсного дельта-теста), которое доступно по нажатию клавиш **CONFIG**, а затем **PULSE**.

Эквивалентные команды для удаленного программирования перечислены в таблице 5-3.

Настройки для фиксированного выхода

Следующие параметры настраиваются в меню CONFIG PULSE DELTA (Настройка импульсного дельта-теста), которое доступно по нажатию клавиш **CONFIG**, а затем **PULSE**.

I-Hi и I-Lo

Эти параметры задают высокий и низкий уровни импульсов. После каждого высокого импульса выход возвращается в значение низкого импульса. Оба, и высокий (I-Hi), и низкий (I-Lo), уровни могут быть от -105 мА до 105 мА. Значения по умолчанию +1 мА для высокого и 0 мА для низкого уровней.

Ширина и задержка источника

Ширина импульса определяет, сколько времени выводимый сигнал находится на высоком и на низком уровнях. Ширина импульса может быть от 50 мкс до 12 мс. Значение по умолчанию 110 мкс.

Задержка источника позволяет импульсу стабилизироваться перед тем, как устройству 2182A будет отправлен сигнал, разрешающий выполнение аналого-цифрового преобразования. Задержка источника может быть задана в диапазоне от 16 мкс (значение по умолчанию) до 11,966 мс.

Установка ширины импульса и задержки источника определяет частоту интегрирования (скорость измерения) для устройства 2182A. Частота интегрирования задается автоматически при инициализации измерения дельты импульса.

Счетчик

Счетчик (COUNT) в импульсном дельта-тесте определяет число интервалов для измерения. Каждый импульсный интервал дает одно значение разности импульса напряжения. Может быть задано конечное число (от 1 до 65536) или бесконечность (Infinity). При настройке «бесконечность» (по умолчанию) показания импульсного дельта-теста будут сниматься непрерывно.

Диапазон измерений

Для импульсного дельта-теста диапазон источника может быть установлен на режим **BEST** (наилучший) (по умолчанию) или **FIXED** (фиксированный).

При выбранном диапазоне **BEST** (наилучший) устройство 6221 будет выбирать наилучший (минимальный) диапазон, который подойдет как для низких, как и для высоких уровней сигнала. Например, если низкий уровень составляет -12 мА, а высокий 10 мА, то будет выбран диапазон источника 100 мА.

При выбранном режиме **FIXED** (фиксированный) источник будет оставаться в диапазоне, который был выбран перед инициализацией импульсного дельта-теста. Если выбранный диапазон слишком мал, то на экране будет отображено сообщение об ошибке -221 "Settings Conflict" (Конфликт настроек).

В удаленном программировании есть две разных команды для задания диапазона. Используйте команду SOUR:PDEL:RANG для задания диапазона фиксированного выхода, и SOUR:SWE:RANG для выхода с разверткой. Подробнее эти команды описаны в таблице 5-3.

Интервал

Время цикла импульсного дельта-теста (интервал) выражается числом циклов мощности линии питания (PLC). Для 60 Гц 1PLC составляет 16,667 мс, а для 50 Гц 1PLC равен 20 мс. Интервал может быть задан от 5 PLC (значение по умолчанию) до 999999 PLC.

Развертка

Функция развертки (SWEEP) в устройстве 6221 может быть включена (YES) или выключена (NO). Когда она выключена (настройка по умолчанию), устройство 6221 будет сконфигурировано для фиксированного выхода с использованием заданных значений высокого и низкого уровня сигнала. Когда функция развертки включена, устройство 6221 будет выдавать развертку в соответствии с настройками.

Измерение низкого уровня

По умолчанию для каждого интервала импульсного дельта-теста выполняются три измерения. Устройство 2182A измеряет напряжения при низком уровне, высоком и снова низком, как показано на рисунке 5-7. Как разъяснялось в п. «Импульсный дельта-тест» на стр. 5-21, вместо этого могут быть использованы двухточечные измерения, если высокий уровень сигнала вызывает нагрев тестируемого устройства. При двухточечных измерениях для второго низкого уровня сигнала измерения напряжения не производится.

Установки выхода с разверткой

Для настройки выхода с разверткой используются следующие установки меню CONFIG PULSE DELTA (Настройка импульсного дельта-теста): Width (Ширина), Sweep (Развертка) и Low measure (измерение низкого уровня).

Развертка выбирается и настраивается в меню CONFIGURE SWEEPS (Настройка разверток), доступном при нажатии клавиш **CONFIG**, а потом **SWP**. Подробнее см. в разделе 4.

Именно из меню CONFIGURE SWEEPS устанавливаются диапазон источника (Source Ranging), счет (Count) и время задержки развертки (Sweep Delay):

Диапазон источника

Диапазон источника (Source Ranging) может быть установлен в **BEST** (наилучший, настройка по умолчанию), **FIXED** (фиксированный) или **AUTO** (автоматический). Опции **FIXED** и **BEST** описаны выше в п. «Выход с разверткой». Для выхода с разверткой доступна настройка **AUTO**. Устройство автоматически выбирает оптимальный (минимальный) диапазон для шага развертки при выборе настройки **AUTO**.

Задержка

Время задержки развертки (Sweep Delay) определяет время цикла импульсного дельта-теста (в секундах). Время задержки одинаково для всех циклов импульсного дельта-теста и может быть установлено в пределах от 1 мс до 999999,999 с.

Процесс работы

Работа в режиме импульсного дельта-теста – передняя панель

Конфигурация системы для работы в режиме без ПК показана на рис. 5-2А на стр.5-5.

1. На рисунках ниже показаны схемы подключения. Перед выполнением подключений необходимо обесточить все компоненты системы.
 - Рисунок 5-3, стр. 5-6 – Системные соединения
 - Рисунок 5-5, стр. 5-8 – Подключение тестируемого устройства
2. Выполните настройки связи для устройств 2182А и 6221, как показано в разделе «Настройка связи» на стр.5-9.
3. На устройстве 2182А выберите желаемые диапазон измерений (используя клавиши выбора диапазона **RANGE**).
4. Выполните один из следующих шагов для настройки импульсного дельта-теста:
Шаг I для работы с фиксированным выходом или Шаг II для работы с выходом с разверткой.
«Настройки конфигурации» описаны на стр. 5-26.
 - I. **Фиксированный выход.** На устройстве 6221 нажмите **CONFIG**, а потом **PULSE** для доступа в меню CONFIG PULSE DELTA.
 - a. Установите высокий уровень (I-HI), низкий уровень (I-LO), ширину импульса (WIDTH), количество циклов (COUNT), диапазон (RANGING), задержку (SRC DEL), интервал (INTERVAL), отключите (**NO**) функцию развертки (SWEEP) и установите количество измерений низкого уровня (LOW MEAS).
 - b. По окончании настройки нажмите **EXIT** для выхода из структуры меню.
 - II. **Выход с разверткой.** В этом случае необходимы два этапа настройки:
 - a. На устройстве 6221 нажмите **CONFIG**, а потом **PULSE** для доступа в меню CONFIG PULSE DELTA. В этом меню настройте ширину импульса (WIDTH), количество циклов (COUNT), включите (YES) функцию развертки (SWEEP) и установите количество измерений низкого уровня (**LOW MEAS**). По окончании настройки нажмите **EXIT** (выход) для выхода из структуры меню.
 - b. На устройстве 6221 нажмите **CONFIG**, а потом **SWP** для доступа в меню CONFIGURE SWEEPS. Используя пункт меню TYPE (Тип) выберите и настройте развертку (включая время задержки развертки). Используйте пункт меню SOURCE RANGING (Диапазон источника), чтобы выбрать диапазон (**BEST, FIXED, AUTO**). По окончании настройки нажмите **EXIT** (выход) для выхода из структуры меню.

5. Установите единицы измерения.

Основные результаты импульсного дельта-теста отображаются в вольтах. Однако они могут быть выражены (и отображены) в омах, ваттах или сименсах. Если выбраны ватты, то показания могут быть для пиковой мощности или средней мощности. Подробнее см. в разделе «Единицы измерения» на стр. 5-11.

Для выбора единиц измерения нажмите клавишу **UNITS** для входа в меню **READING UNITS** (Единицы измерений). Выберите **VOLTS** (вольты), **OHMS** (омы), **WATTS** (ватты) или **SIEMENS** (сименсы). После выбора **WATTS** (ватты) потребуется выбрать тип мощности. Выберите требуемый тип мощности **AVERAGE** (средняя) или **PEAK** (пиковая). Единицы измерения можно изменить в процессе выполнения импульсного дельта-теста.

6. На устройстве 622х нажмите клавишу **PULSE**, чтобы инициализировать режим импульсного дельта-теста. Устройство 622х инициализировано, если на короткое время появилось сообщение "PULSE MODE ARMED Press TRIG to start" и включился индикатор ARM.

7. Нажмите на устройстве 6221 клавишу **TRIG** для начала получения результатов импульсного дельта-теста и помещения их в буфер.

Если значение параметра COUNT конечно, выполнение импульсного дельта-тест будет остановлено после получения последнего значения. При этом режим импульсного дельта-теста остается инициализированным и может быть запущен нажатием клавиши TRIG. Новые показания теста будут перезаписаны в буфер вместо старых.

Если значение параметра COUNT бесконечно, то импульсный дельта-тест будут происходить непрерывно. При заполнении буфера показания теста перестанут сохраняться, но измерения продолжатся.

8. После окончания измерений нажмите **EXIT** для отключения режима импульсного дельта-теста.

9. На устройстве 6221 нажмите **RECALL** для доступа к измерениям, сохраненным в буфере.

Работа в режиме импульсного дельта-теста под управлением ПК

Конфигурация системы для работы под управлением ПК показана на рисунке 5-2Б на стр. 5-5.

1. На рисунках ниже показаны схем подключения. Перед выполнением подключений необходимо обесточить все компоненты системы.

- Рисунок 5-4, стр. 5-7 – Системные соединения
- Рисунок 5-5, стр. 5-8 – Подключение тестируемого устройства

2. Выполните настройки связи для устройств 2182А и 6221, как показано в разделе «Настройка связи» на стр.5-9.

3. На устройстве 2182А выберите желаемый диапазон измерений. При работе с передней панелью выберите желаемый диапазон измерений, используя клавиши настройки диапазона **RANGE**. Команды от ПК для контроля устройства 2182А адресуются устройству 622х. Каждая команда затем передается через последовательный порт (RS-232) устройства 622х на устройство 2182А. Для процесса связи используется следующая команда:

```
SYSTem:COMMunicate:SERial:SEND <data>
```

где <data> - это действующая команда для устройства 2182А.

Следующая команда используется для возвращения результата команды, отправленной через последовательный порт:

```
SYSTem:COMMunicate:SERial:ENTer?
```

При взаимодействии через последовательный порт сообщений об ошибках не выдается, если устройство 2182A не подключено к устройству 622х.

Примеры - Следующие команды демонстрируют правильный синтаксис для управляющих команд и команд запросов через последовательный порт:

```
SYST:COMM:SER:SEND "VOLT:RANG 1"           'Выбор диапазона 1В для устройства 2182A
```

```
SYST:COMM:SER:SEND "VOLT:RANG?"           'Запрос о выбранном диапазоне
```

```
SYST:COMM:SER:ENT?                         'Вернуть ответ на запрос
```

4. Установите единицы измерения. По умолчанию результаты измерений с использованием устройства 6221 отображаются в вольтах. Однако они могут быть выражены (и отображены) в омах, ваттах или сименсах. Подробнее см. в разделе «Единицы измерения» на стр. 5-11. Команды для выбора единиц измерения перечислены в таблице 5-1. Ниже приводятся команды для выбора единиц измерения средней мощности:

```
UNIT W                                     'Выбрать ватты за единицу измерения
```

```
UNIT Power AVERage                         'Выбрать среднюю мощность
```

Настройка, инициализация и запуск импульсного дельта-теста. Подробно команды для настройки и инициализации импульсного дельта-теста даны в таблице 5-3. Следующий пример показывает правильную последовательность команд для настройки, инициализации и запуска импульсного дельта-теста:

```
*RST                                       'Восстанавливает настройки по умолчанию устройства 6221.
```

```
SOUR:PDEL:HIGH 1e-3                       'Установка высокого уровня сигнала в 1 мА.
```

```
SOUR:PDEL:LOW 0                           'Установка низкого уровня сигнала в 0 мА.
```

```
SOUR:PDEL:WIDT 500e-6                     'Установка ширины импульса в 500 мкс.
```

```
SOUR:PDEL:SDEL 100e-6                     'Время задержки развертки = 100 мкс.
```

```
SOUR:PDEL:COUN 200                         'Установка счетчика на 200.
```

```
SOUR:PDEL:RANG BEST                       'Выбор наилучшего диапазона источника.
```

```
SOUR:PDEL:INT 10                          'Интервал импульса 10 PLC.
```

```
SOUR:PDEL:SWE OFF                         'Выключить функцию развертки.
```

```
SOUR:PDEL:LME 2                           'Выполнять 2 низкоуровневых измерения.
```

```
TRAC:POIN 200                             'Установка размера буфера в 200 значенийА.
```

```
SOUR:PDEL:ARM                             'Инициализация импульсного дельта-теста.
```

```
INIT:IMM                                  'Запуск импульсного дельта-тестаВ.
```

А. Количество точек кривой задает размер буфера. Этот размер должен совпадать со значением COUNT (счетчик). Подробнее о командах управления буфером см. в разделе 6.

В. Команда запуска начинает импульсный дельта-тест. После указанного конечного числа измерений процесс остановится. В этот момент другая команда запуска может перезапустить процесс измерения. Новые измерения будут перезаписаны на место старых в буфере.

Если выбрано бесконечное число измерений, то процесс будет продолжаться непрерывно. При заполнении буфера, запись в него прекратится, но сам импульсный дельта-тест продолжится.

6. Чтение показаний импульсного дельта-теста. В процессе импульсного дельта-теста последнее показание с устройства 2182A может быть считано устройством 6221 следующей командой:

SENS : DATA?

‘Чтение последнего измерения теста.

Приведенная команда считывает последнее показание импульсного дельта-теста, измеренное устройством 2182A. Если эта команда послана до получения нового результата, то снова возвращается последний готовый результат.

ПРИМЕЧАНИЕ	Если команда чтения передана в момент, когда импульсный дельта-тест не выполняется, возникает ошибка -221 "Settings Conflict" (Конфликт настроек).

7. По окончании импульсного дельта-теста можно выполнить отмену инициализации следующей командой:

SOUR : SWE : ABOR

‘Прекращает импульсный дельта-тест и переводит 2182A в локальный режим.

8. Доступ к сохраненным показаниям импульсного дельта-теста. Показания с устройства 2182A пересылались в буфер устройства 6221. Используйте следующую команду для чтения буфера:

TRACe : DATA?

‘Считать показания теста из буфера 6221.

Команды настройки

Команды настройки и инициализации

Команды, посылаемые с ПК на устройство 6221 для настройки и инициализации импульсного дельта-теста, приведены в таблице 5-3.

Таблица 5-3
Команды настройки импульсного дельта-теста

Команда	Описание	Значение по умолчанию
SOURce[1]:PDELta:NVPResent?	Проверка подключения 2182A ¹ . 1- Есть, 0 - Нет	
SOURce[1]:PDELta:HIGH <Nrf>	Установка высокого выходного значения источника (Ампер) ² . <Nrf> от -105e-3 до 105e-3	1e-3
SOURce[1]:PDELta:LOW <Nrf>	Установка низкого выходного значения источника (Ампер) ² . <Nrf> от -105e-3 до -105e-3	0
SOURce[1]:PDELta:WIDTh <Nrf>	Установка ширины импульса в секундах ² . <Nrf> от 50e-6 до 12e-3	110e-6
SOURce[1]:PDELta:SDElay <Nrf>	Установка задержки в секундах ^{2,3} . <Nrf> от 16e-6 до 11.996e-3	16e-6
SOURce[1]:PDELta:RANGing <name>	Выбор диапазона источника для фиксированного выхода ^{2,4} . <name> = BEST или FIXEd	BEST
SOURce[1]:SWEep:RANGing <name>	Выбор диапазона источника для выхода с разверткой ^{2,4} . <name> = AUTO,BEST или FIXEd	BEST
SOURce[1]:PDELta:COUNT <Nrf>	Установка числа циклов для считывания ² . <Nrf> от 1 до 65536 или INFinity	INF
SOURce[1]:PDELta:INTerval <Nrf>	Установка времени цикла для фиксированных импульсов ² . <Nrf> от 5 до 999999	5
SOURce[1]:DElay <Nrf>	Время цикла для линейной/ логарифмической развертки (секунд) ² . <Nrf> от 1e-3 до 999999.999	1
SOURce[1]:LIST:DElay <Nrf> [,Nrf ,... ,Nrf]	Время цикла для развертки, задаваемой пользователем (нетиповой) (секунд) ² . <Nrf> от 1e-3 до 999999.999	1
SOURce[1]:PDELta:SWEEp[:STATe] 	Включить или выключить режим развертки ² . =ON –включен, =OFF – выключен	OFF
SOURce[1]:PDELta:LMEasure <Nrf>	Установить число низкоуровневых измерений <Nrf> =1 или 2	2
SOURce[1]:DELta:ARM	Инициализация импульсного дельта-теста ⁴ .	
SOURce[1]:DELta:ARM?	Статус инициализации импульсного дельта-теста 1=Инициализирован, 0 - нет	

1. Используйте команду NVPResent для проверки правильности подключения устройства 2182A через порт RS-232 и соответствия версии его прошивки.
Интерфейс RS-232 не может быть выбран на устройстве 6221. Если он выбран, то команда возвратит ошибку -221 "Settings Conflict" (Конфликт настроек).
2. Подробнее об этих настройках см. в разделе «Настройки конфигурации» на стр.5-26.
3. В режиме фиксированного выхода используйте команду SOUR:PDEL:INT для настройки времени цикла импульсного дельта-теста(в PLC).

При использовании выхода с разверткой используйте команду SOUR:DEL, чтобы установить время цикла импульсного дельта-теста (в секундах) для линейной или логарифмической развертки. Для нетиповой развертки (задаваемой пользователем) используйте команду SOUR:LIST:DEL для задания времени цикла в секундах. Подробнее о развертках см. в разделе 4.

4. При использовании фиксированного выхода для установки диапазона используется команда SOUR:PDEL:RANG. При использовании выхода с разверткой для установки диапазона используется команда SOUR:SWE:RANG.

5. После настройки импульсного дельта-теста приведенными выше командами команда :ARM инициализирует режим импульсного дельта-теста. Во время процесса инициализации устройство 622x взаимодействует с устройством 2182A.

Когда система инициализирована, процесс импульсного дельта-теста будет запускаться сигналом с устройства 6221. Можно произвести «де-инициализацию», выполнив команду SOUR:SWEEP:ABORT.

Команда инициализации в форме запроса (SOUR:PDEL:ARM?) используется для проверки статуса инициализации. Возвращенная «1» сигнализирует о том, что система инициализирована, а «0», что нет.

Если устройство 6221 уже инициализировано для другого действия (например, для измерения дифференциальной проводимости или дельта-теста), команда на инициализацию дельты импульса отменит предыдущую инициализацию и инициализирует измерение дельты импульса.

Дифференциальная проводимость

Дифференциальные измерения можно применять для изучения отдельных наклонов кривой «ток-напряжение» (или «напряжении-ток»). Подавая известный разностный ток (dI) к устройству, можно измерить разностное напряжение (dV). Зная dI и dV , можно вычислить дифференциальную проводимость dG или дифференциальное сопротивление dR .

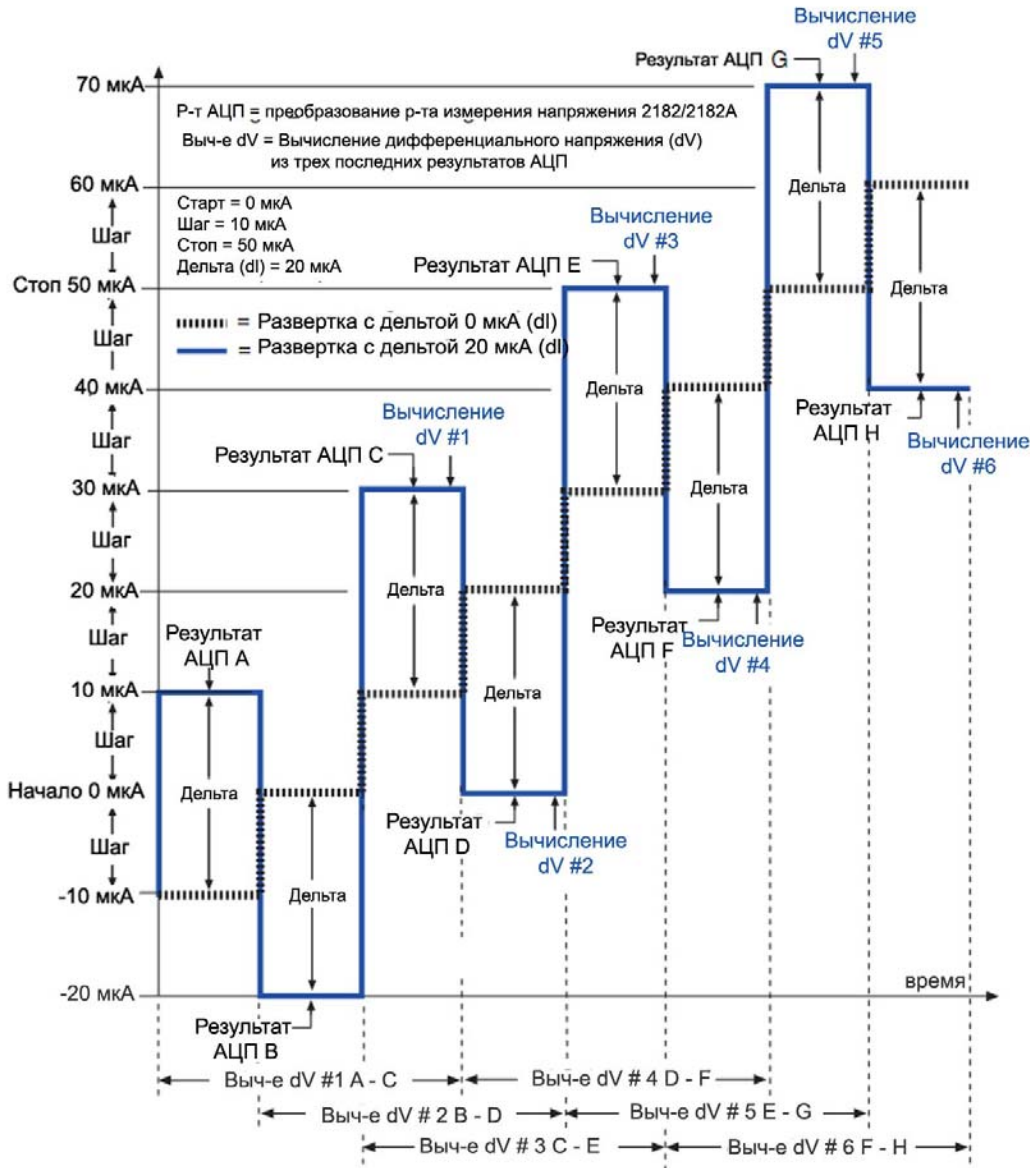
Процесс измерения с использованием устройства 622x

Данный процесс измерения используется для устранения воздействия термо-эдс, а трехточечный алгоритм скользящего среднего применяется для получения более точных показаний.

Процесс дифференциальных измерений показан на рисунке 5-10. Устройство 622x сконфигурировано для выдачи ступенчатой развертки с определенным значением дельт, которое является дифференциальным током (dI). Как показано на иллюстрации, это значение дельты добавляется и вычитается из каждого последующего шага развертки. Сплошная линия – это фактический выход с устройства 622x.

Как видно из рисунка, каждое вычисление дифференциального напряжения (dV_{Calc}) использует три предыдущих аналого-цифровых преобразования измерений устройством 2182/2182A. Следует помнить, что величина dI одинакова для всех точек вычисления. Зная dI , и, вычислив dV , устройство 622x может вычислять, отображать и сохранять в буфер значения дифференциальной проводимости (dG) или дифференциального сопротивления (dR) для каждой вычисленной точки.

Рисунок 5-10
Процесс измерения дифференциальной проводимости



Вычисления dV. Следующие уравнения используются устройством 622x для вычисления дифференциального напряжения (dV). Для этого применяются показания напряжения с устройства 2182/2182A в точках от А до Н.

$dV \#1 = \frac{[(A - B)/2] + [(C - B)/2]}{2} \cdot (-1)^0$	$dV \#4 = \frac{[(D - E)/2] + [(F - E)/2]}{2} \cdot (-1)^3$
$dV \#2 = \frac{[(B - C)/2] + [(D - C)/2]}{2} \cdot (-1)^1$	$dV \#5 = \frac{[(E - F)/2] + [(G - F)/2]}{2} \cdot (-1)^4$
$dV \#3 = \frac{[(C - D)/2] + [(E - D)/2]}{2} \cdot (-1)^2$	$dV \#6 = \frac{[(F - G)/2] + [(H - G)/2]}{2} \cdot (-1)^5$

Вычисление dG и dR. Зная dI, и, вычислив dV, устройство 622x может вычислить дифференциальную проводимость (dG) или дифференциальное сопротивление (dR).

При выбранных единицах измерения проводимости результат вычисляется как $dG=dI/dV$.

При выбранных единицах измерения сопротивления результат вычисляется как $dR=dV/dI$.

Вычисление дифференциальной проводимости

Вычисление dV

Формулы для вычисления первых шести dV показаны на рисунке 5-10, а следующая формула может быть применена для вычисления любого dV в тесте:

$$dV = \frac{\frac{(X - Y)}{2} + \frac{(Z - Y)}{2}}{2} \cdot (-1)^n$$

где X,Y,Z – три аналого-цифровых измерения для показания dV,

n = Номер Измерения – 1

Пример: Вычислим значение 21го dV.

X,Y,Z – три аналого-цифровых измерения для 21го показания dV.

n = Номер Измерения – 1

$$= 21 - 1$$

$$= 20.$$

Следовательно:

$$dV = \frac{\frac{(X - Y)}{2} + \frac{(Z - Y)}{2}}{2} \cdot (-1)^{20} =$$

$$= \frac{\frac{(X - Y)}{2} + \frac{(Z - Y)}{2}}{2}$$

Член $(-1)^n$ в формуле для вычисления dV нужен для смены знака для каждого последующего вычисления dV. Таким образом, все показания dV в тесте становятся одного знака.

Упрощенное вычисление dV

Приведенная выше формула для вычисления dV может быть упрощена следующим образом:

$$dV = \frac{X - Y + Z - Y}{2} \cdot (-1)^n$$

$$dV = \frac{X - 2Y + Z}{4} \cdot (-1)^n$$

Единицы измерения

Основная единица измерения дифференциальной проводимости – это дифференциальное напряжение (dV, вольт). Однако результаты измерений могут быть преобразованы в дифференциальное сопротивление (омы, Ω), дифференциальную проводимость (сименсы, S) или мощность (ватты, W). Подробнее о выборе единиц измерения см. на стр. 5-11.

Если в качестве единиц измерения выбраны омы (dR) или сименсы (dG), результат вычисляется так:
 $dR=dV/dI$

$dG=dI/dV$

Мощность. Если в качестве единиц отображения результата выбраны ватты, то значение мощности вычисляется на основе значений среднего напряжения или среднего тока. Подробнее о вычислении мощности при измерениях дифференциальной проводимости см. в разделе «Среднее напряжение и мощность» в разделе 5 «Справочного руководства».

Настройки конфигурации

Ниже приводится описание настроек для измерения дифференциальной проводимости с передней панели. Эти параметры настраиваются из меню DIFF CONDUCTANCE (Настройка дифференциальной проводимости), которое доступно по нажатию клавиш **CONFIG**, а затем **COND**.

Эквивалентные команды для удаленного программирования перечислены в таблице 5-4.

Шаг (Step). Величина шага определяет величину прибавления для каждого шага развертки. На рис. 5-10 шаг в 10 мкА показан штриховой линией. Если размер шага задан больше, чем интервал старт-стоп (см. ниже), то размер шага автоматически будет пересчитан, чтобы сделать 100-точечную развертку для измерения дифференциальной проводимости.

Шаг – это величина, и поэтому всегда должен иметь положительное значение. Шаг может иметь значение от 0 мА до +105 мА. Значение по умолчанию = + 1 мА.

Старт (Start). Старт – это уровень, который имеет развертка в середине первого цикла измерения. На рис. 5-10 уровень старта в 0 мА – это фактически второй шаг развертки. Уровень старта может быть установлен в пределах от -105 мА до +105 мА. Значение по умолчанию = -10 мА.

Стоп (Stop). Стоп – это уровень, который имеет развертка в середине последнего цикла измерения. На рис. 5-10 уровень стопа в 50 мА – это фактически предпоследний шаг развертки. Уровень стопа может быть установлен в пределах от -105 мА до +105 мА. Значение по умолчанию = +10 мА.

Дельта (Delta). Дельта – это дифференциальный ток (dI) для развертки. Дельта поочередно прибавляется и вычитается на каждом последовательном шагу развертки. На рис. 5-10 10 мкА добавляется на нечетных шагах и вычитается из четных. Устройство 2182/2182A выполняет измерения на каждом уровне тока. Дельта – это амплитуда, и поэтому всегда должна иметь положительное значение. Дельта может иметь значение от 0 мА до +105 мА. Значение по умолчанию = +1 мА.

Задержка (Delay). Задержка при измерении дифференциальной проводимости позволяет источнику тока установиться при переходе на следующий уровень развертки. Эта задержка производится после получения сигнала запуска от устройства 2182/2182A. Задержка может иметь значение от 1 мс до 9999,999 мс. Значение по умолчанию = 2 мс.

Compliance abort – При включенной (**YES**) опции измерения дифференциальной проводимости прекратятся после превышения напряжением на выходе предела допустимых значений. По умолчанию опция отключена (установлено значение **NO**).

Подробнее о настройках параметров для развертки см. в разделе «Процесс работы» на стр.5-38.

ПРИМЕЧАНИЕ При инициализации измерений дифференциальной проводимости диапазон источника автоматически устанавливается на наилучшее фиксированное значение.

Процесс работы

Работа в режиме измерения дифференциальной проводимости – передняя панель
Конфигурация системы для работы в режиме без ПК показана на рис. 5-2А на стр.5-5.

1. На рисунках ниже показаны схемы подключения. Перед выполнением подключений необходимо обесточить все компоненты системы.

- Рисунок 5-3, стр. 5-6 – Системные соединения
- Рисунок 5-5, стр. 5-8 – Подключение тестируемого устройства

2. Выполните настройки связи для устройств 2182/2182А и 622х, как показано в разделе «Настройка связи» на стр.5-9.

3. На устройстве 2182/2182А выберите желаемый диапазон измерений, используя клавиши управления диапазоном **RANGE** (диапазон), и частоту интегрирования, используя клавишу **RATE** (частота). Параметр «Частота» - это целое число (1,2,3,... до 50 или 60). Если выбрана какая-либо другая частота, в процессе инициализации устройство 622х автоматически установит ее на 1 PLC .

4.Нажмите на устройстве 622х клавиши **CONFIG**, а затем **COND** для входа в меню DIFF CONDUCTANCE (Настройка дифференциальной проводимости). Подробнее о настройках см. в п. «Настройка измерений» на стр.5-37.

- a. Установите параметры Старт (START), Стоп (STOP), Шаг (STEP), Дельта (DELTA), Задержка (DELAY) и поведение при выходе за пределы значений (CMPL ABORT).
- b. После завершения выбора параметров нажмите клавишу **EXIT** (выход) для выхода из структуры меню.

5. Установите единицы измерения.

По умолчанию результаты измерений дифференциальной проводимости отображаются в вольтах. Однако они могут быть выражены (и отображены) в омах, ваттах или сименсах. Подробнее см. в разделе «Единицы измерения» на стр. 5-11.

Чтобы выбрать единицу измерения, нажмите клавишу **UNITS** для входа в меню **READING UNITS** (Единицы измерений). Выберите **VOLTS** (вольты), **OHMS** (омы), **WATTS** (ватты) или **SIEMENS** (сименсы). Тип единицы измерения можно изменить в процессе измерения дифференциальной проводимости.

6. На устройстве 622x нажмите клавишу **COND**, чтобы инициализировать режим измерения дифференциальной проводимости. Устройство 622x инициализировано, если на короткое время появилось сообщение "DIFF COND ARMED Press TRIG to start" и включился индикатор ARM.

7. Нажмите на устройстве 6221 клавишу **TRIG** для начала получения результатов измерения дифференциальной проводимости и помещения их в буфер.

Измерение дифференциальной проводимости будет остановлено после измерения последнего значения. При этом процесс измерения дифференциальной проводимости остается инициализированным и может быть запущен нажатием клавиши TRIG. Новые значения проводимости будут перезаписаны в буфер на место старых.

8. После окончания измерений нажмите **EXIT** для отключения режима измерения дифференциальной проводимости.

9. На устройстве 622x нажмите **RECALL** для доступа к измерениям, сохраненным в буфере.

Работа в режиме измерения дифференциальной проводимости под управлением ПК

Конфигурация системы для работы устройства 622x под управлением ПК показана на рисунке 5-2Б.

1. На рисунках ниже показаны схемы подключения. Перед выполнением подключений необходимо обесточить все компоненты системы.

- Рисунок 5-4, стр. 5-7 – Системные соединения
- Рисунок 5-5, стр. 5-8 – Подключение тестируемого устройства

2. Выполните настройки связи для устройств 2182/2182A и 622x, как показано в разделе «Настройка связи» на стр.5-9.

3. На устройстве 2182/2182A выберите желаемые диапазон измерений и частоту интегрирования. Эти настройки устройства 2182/2182A могут быть сделаны с передней панели или с помощью удаленного программирования. Параметр «Частота» - это целое число (1,2,3,... до 50 или 60). Если выбрана какая-либо другая частота, в процессе инициализации устройство 622x автоматически установит ее на 1 PLC .

Для работы с передней панелью выберите желаемые диапазон измерений с помощью клавиш настройки диапазона **RANGE** и частоту интегрирования, используя клавишу **RATE** (частота).

Команды от ПК для контроля устройства 2182/2182A адресуются устройству 622x. Каждая команда затем передается через последовательный порт (RS-232) устройства 622x на устройство 2182/2182A. Для связи используется следующая команда:

```
SYSTem:COMMunicate:SERial:SEND <data>
```

где <data> - это действующая команда для устройства 2182/2182A.

Следующая команда используется для возвращения результата команды, отправленной через последовательный порт:

```
SYSTem:COMMunicate:SERial:ENTer?
```

При взаимодействии через последовательный порт сообщений об ошибках не выдается, если устройство 2182/2182A не подключено к устройству 622х.

Примеры - Следующие команды демонстрируют правильный синтаксис для управляющих команд и команд запросов через последовательный порт:

SYST:COMM:SER:SEND "VOLT:RANG 2"	'Выбор диапазона 2 В для устройства 2182/2182A
SYST:COMM:SER:SEND "VOLT:RANG?"	'Запрос о выбранном диапазоне
SYST:COMM:SER:ENT?	'Вернуть ответ на запрос
SYST:COMM:SER:SEND "VOLT:NPLC 1"	'Установить частоту в 1 PLC для устройства 2182/2182A
SYST:COMM:SER:SEND "VOLT:NPLC?"	'Запрос о выбранной частоте
SYST:COMM:SER:ENT?	'Вернуть ответ на запрос

4. Установите единицы измерения. По умолчанию результаты измерений с использованием устройства 6221 отображаются в вольтах. Однако они могут быть выражены (и отображены) в омах, ваттах или сименсах. Подробнее см. в разделе «Единицы измерения» на стр. 5-11. Команды для выбора единиц измерения перечислены в таблице 5-1. Ниже приводятся команды для выбора сименсов в качестве единиц измерения проводимости:

```
UNIT S
```

Выбрать сименсы за единицу измерения

5. Настройка, инициализация и запуск измерения дифференциальной проводимости.

Подробно команды для настройки и инициализации измерения проводимости даны в таблице 5-4. Следующий пример показывает правильную последовательность команд для настройки, инициализации и запуска измерения проводимости:

*RST	'Восстанавливает настройки по умолчанию устройства 622х.
SOUR:DCON:START 0	'Установка начального значения на 0 мА.
SOUR:DCON:STEP 10e-6	'Установка шага в 10 мкА.
SOUR:DCON:STOP 50e-6	'Установка конечного значения на 50 мкА.
SOUR:DCON:DELTA 20e-6	'Установка значения дельты на 20 мкА
TRAC:DCON:CAB ON	'Включение функции прекращения работы при выходе параметров за допустимые пределы.
TRAC:POIN 6	'Установить размер буфера в 6 точек ^A
SOUR:DCON:ARM	'Инициализация измерения дифференциальной проводимости
INIT:IMM	'Запуск измерения ^B .

А. Количество точек кривой задает размер буфера. Этот размер должен совпадать с количеством измерений дифференциальной проводимости в тесте. Подробнее о командах управления буфером см. в разделе 6.

В. Команда запуска начинает измерение дифференциальной проводимости. После последнего измерения дифференциальной проводимости процесс остановится. В этот момент новая команда запуска может перезапустить процесс измерения дифференциальной проводимости. Новые результаты измерения дифференциальной проводимости будут перезаписаны на место старых в буфере устройства 622х.

6. Чтение результатов измерения дифференциальной проводимости. В процессе измерения дифференциальной проводимости последнее показание с устройства 2182/2182А может быть считано устройством 622х следующей командой:

`SENS : DATA?` 'Чтение последнего измерения.

Указанная команда считывает последнее показание дифференциальной проводимости, измеренное устройством 2182/2182А. Если эта команда была отправлена до получения нового значения, то еще раз возвращается последнее готовое измерение.

ПРИМЕЧАНИЕ В случае отправки команды в момент, когда измерение дифференциальной проводимости не производится, возникает ошибка -221 "Settings Conflict" (Конфликт настроек)

7. По окончании измерения дифференциальной проводимости, инициализацию можно снять следующей командой:

`SOUR : SWE : ABOR` 'Прекратить процесс измерения дифференциальной проводимости и перейти в локальный режим.

8. Доступ к сохраненным значениям дифференциальной проводимости. Показания с устройства 2182/2182А пересылались и сохранялись в буфере устройства 622х. Для чтения буфера используйте следующую команду:

`TRACe : DATA?` 'Считать показания дифференциальной проводимости из буфера 622х.

Команды настройки и инициализации

Команды, посылаемые с ПК на устройство 622х для настройки и инициализации измерения дифференциальной проводимости, приведены в таблице 5-4.

Таблица 5-4
Команды для измерения дифференциальной проводимости

Команда	Описание	Значение по умолчанию
SOURce[1]:DCONductance:NVPResent?	Проверка подключения 2182/2182A ¹ . 1- Есть, 0 - Нет	
SOURce[1]: DCONductance:START <NRf>	Установка начального значения (Ампер) ² . <NRf> от -105e-3 до 105e-3	-10e-6
SOURce[1]: DCONductance:STEP <NRf>	Установка шага (Ампер) ² . <NRf> от -0 до -105e-3	1e-6
SOURce[1]: DCONductance:STOP <NRf>	Установка конечного значения (Ампер) ² . <NRf> от -105e-3 до -105e-3	10e-6
SOURce[1]: DCONductance:DELTA <NRf>	Установка дельты (Ампер) ² . <NRf> от -0 до -105e-3	1e-6
SOURce[1]: DCONductance:DELAy <NRf>	Установка задержки (секунд) ² . <NRf> от -0 до -105e-3	0.002
SOURce[1]: DCONductance:CABort 	Включить режим остановки при выходе значений за пределы ² . =0 –выключен, =1 - включен	0
SOURce[1]: DCONductance:ARM	Инициализация измерения дифференциальной проводимости ³ .	
SOURce[1]: DCONductance:ARM?	Статус инициализации измерения дифференциальной проводимости ³ 1=Инициализировано, 0 - нет	
SOURce[1]: DCONductance:NVZero?	Запрос о нулевом значении напряжения на устройстве 2182/2182A ⁴	

1. Используйте команду NVPResent для проверки правильности подключения устройства 2182A через порт RS-232 и соответствия версии его прошивки. Интерфейс RS-232 не может быть выбран на устройстве 6221. Если он выбран, то команда возвратит ошибку -221 "Settings Conflict" (Конфликт настроек).
2. Подробнее об этих настройках см. раздел «Настройки конфигурации» на стр.5-37.
3. После настройки измерения дифференциальной проводимости приведенными выше командами, команда :ARM инициализирует измерения. Во время процесса инициализации устройство 622x взаимодействует с устройством 2182/2182A. Когда система инициализирована, процесс измерения дифференциальной проводимости будет запускаться по сигналу с устройства 6221. Можно произвести «де-инициализацию», выполнив команду SOURce:SWEep:ABORT.

Команда инициализации в форме запроса (SOUR:DCON:ARM?) используется для проверки статуса инициализации измерения дифференциальной проводимости. Возвращенная «1» сигнализирует о том, что система инициализирована, а «0», что нет.

Если устройство 6221 уже инициализировано для другого действия (например, для измерения дельты или дельта импульса), команда на инициализацию дифференциальной проводимости отменит предыдущую инициализацию и инициализирует измерение дифференциальной проводимости.

4. Во время процесса инициализации устройство 622x получает значение сдвига напряжения (V-zero) на устройстве 2182/2182A. Устройство 622x учитывает затем этот сдвиг при вычислении дифференциальной проводимости.

Раздел 6

Усредняющий фильтр, математические операции и буфер

Усредняющий фильтр

Усредняющий фильтр может применяться при проведении дельта-тестов, импульсных дельта-тестов и измерения дифференциальной проводимости. Существует два вида фильтров — скользящий и повторяющийся. Виды фильтров описываются на стр.6-3.

Усредняющий фильтр стабилизирует измерения при дельта-тестировании при наличии шумов входных сигналов. Результаты дельта-теста, импульсного дельта-теста и измерения дифференциальной проводимости, считываемые с устройства 2182/2182A, обрабатываются устройством 622х как замеры разницы напряжения. Данные замеры разницы (дельты) затем могут преобразовываться устройством 622х.

В таблице 6-1 перечислены виды типы фильтров с указанием, для каких дельта-тестов они могут использоваться, а для каких нет. Следует иметь в виду, что фильтр должен быть включен до инициализации дельта-теста.

Таблица 6-1

Виды усредняющих фильтров

Усредняющий фильтр	Скользящий	Повторяющийся
Дельта-тест	да	да
Импульсный дельта-тест		
Фиксированный выход	да	да
Выход с разверткой	да	нет ²
Дифференциальная проводимость	нет ¹	да

1. Если при инициализации дифференциальной проводимости был включен скользящий фильтр, он будет переключен на повторяющийся.

2. Если при инициализации импульсного дельта теста с выходом с разверткой был включен повторяющийся фильтр, он будет переключен на скользящий.

Свойства усредняющего фильтра

Счетчик фильтра

Число считываний фильтра – это количество показаний дельта-теста (в рамках окна фильтра), помещаемых в стек памяти. Следует помнить, что для получения каждого показания дельта-теста и измерения дифференциальной проводимости выполняется три аналого-цифровых преобразования, и два или три АЦП для каждого показания импульсного дельта-теста.

После заполнения стека прибор вычисляет среднее значение, которое будет окончательным преобразованным значением результата дельта теста. Счетчик фильтра может быть установлен на значение в диапазоне от 2 до 300. Однако записываются и отображаются, или передаются только результаты, попадающие в окно фильтра (см «Окно фильтра» на стр.6-4).

Виды фильтров

Имеются два вида усредняющих фильтров: скользящий и повторяющийся.

Фильтр скользящего усреднения

Принцип действия скользящего усреднения. При скользящем усреднении каждое считывание дельта-теста дает новый результат преобразования. Каждый раз, когда считывание дельта-теста закладывается в стек буфера, содержимое стека усредняется для получения одного преобразованного значения. Тип стека FIFO («первым пришел, первым ушел»). После заполнения стека, каждое новое значение замещает самое старое. Следует помнить, что устройство не ожидает полного заполнения стека для начала вычисления преобразования.

Дельта-тест и импульсный дельта-тест

Как показано в таблице 6-1, скользящее усреднение может использоваться для считывания дельта-теста и импульсного дельта теста.

При использовании усреднения необходимо помнить, что результат усреднения доступен только после заполнения стека. Размер стека задается счетчиком фильтра.

При запуске дельта-теста или импульсного дельта-теста заполнение стека фильтра начинается до помещения в буфер первых преобразованных результатов дельта-теста или импульсного дельта-теста. Таким образом, полное число выполненных циклов дельта- и импульсного дельта-теста вычисляется следующим образом:

Полное число циклов = счетчик фильтра скользящего усреднения + число циклов.

Фильтр повторяющего усреднения

Принцип действия фильтра повторяющего усреднения. Как показано в таблице 6-1, фильтр повторяющего усреднения может применяться к показаниям дельта-теста, импульсного дельта теста и дифференциальной проводимости.

Повторяющее усреднение принимает заданное число выполненных преобразований, усредняет их и выдает результат усреднения. После этого стек очищается и заполняется снова.

Для получения (и сохранения) одного результата стек должен быть заполнен показаниями дельта-теста. После этого стек освобождается, и процесс заполнения и усреднения повторяется для получения следующего усредненного значения.

Данный процесс заполнения и усреднения повторяется для каждого указанного цикла дельта теста. Например, предположим, что счетчик фильтра повторяющего усреднения установлен на 10, и дельта тест настроен на выполнение 25 циклов. При подобных настройках будет произведено 250 циклов дельта-теста и сохранено 25 результатов обработки фильтром.

Дифференциальная проводимость - при использовании фильтра повторяющего усреднения, реальный шаг для данного теста равен заданному шагу, деленному на счетчик фильтра:

Шаг (повторяющего усреднения) = Заданный шаг / Счетчик фильтра

Например, предположим, размер шага установлен на 10 мкА, а счетчик фильтра – на 10. При запуске измерения дифференциальной проводимости реальный шаг будет 1 мкА (10 мкА / 10)

Окно пропускания фильтра усреднения

Процедура усреднения контролирует порог пропускания с помощью «шумового» окна. До тех пор, пока сигнал остается в пределах указанного окна, результаты аналого-цифрового преобразования продолжают добавляться в стек. Если значение сигнала в какой-то момент выходит за пределы окна, фильтр сбрасывается, а процесс применения фильтра запускается заново.

Шумовое окно, выражающееся через процентную долю диапазона измерения, позволяет улучшить отклик на большие ступенчатые изменения сигнала (например, шаг развертки). Результат аналого-цифрового преобразования, находящийся за пределами шумового окна, моментально заполняет стек процедуры усреднения.

Если шум не выходит за рамки заданного окна пропускания, результат процедуры вычисляется как среднее от показаний. Если же шум превышает заданные пределы, результат процедуры записывается как одиночное показание, и с данной точки начинается новое усреднение.

Окно пропускания может быть задано только в режиме удаленного управления и принимает значения в диапазоне от 0,00% до 10%. Размер окна выражается в процентах от диапазона. Например, для диапазона устройства 2181/2182A, равного 10 В, установка в 10% означает, что окно пропускания равно $\pm 1В$.

Настройка и управление усредняющим фильтром.

При включенном усредняющем фильтре загорается индикатор FILT. При управлении с передней панели клавиша AVG переключает состояние усредняющего фильтра. Фильтр можно настраивать как во включенном, так и в отключенном состоянии.

Для настройки фильтра, нажмите CONFIG и затем AVG. В пункте меню **TYPE** выберите скользящее **MOVING** или повторяющееся **REPEAT** усреднение и нажмите **ENTER**. В пункте меню COUNT задайте счетчик фильтра (от 2 до 300) и нажмите **ENTER**. Вернитесь к нормальному состоянию экрана нажатием клавиши **EXIT**.

Удаленное управление усредняющим фильтром

Команды настройки и управления усредняющим фильтром приведены в таблице 6-2. После таблицы приведен пример применения команд.

Таблица 6-2
Команды усредняющего фильтра

Команда	Описание	По умолчанию
SENSe[1]:AVERage:TCONtrol <name>	Выбрать вид фильтра <name> = MOVing или REPeat.	MOV
SENSe[1]:AVERage:WINDow <NRf>	Установить окно фильтра <NRf> = от 0 до 10 (0 отключает окно)	0.0
SENSe[1]:AVERage:COUNT <NRf>	Задать счетчик фильтра (размер стека) <NRf> = от 2 до 300	10
SENSe[1]:AVERage[:STATe] 	Включить или отключить усредняющий фильтр	OFF

Пример удаленной настройки фильтра с повторяющимся усреднением

Данная последовательность команд настраивает и включает фильтр с повторяющимся усреднением для дифференциальной проводимости.

```

SENS:AVER:TCON REP      ' Выбрать фильтр с повторяющимся средним
SENS:AVER:WIND 1        ' Установить окно фильтра на 1%
SENS:AVER:COUN 20       ' Установить счетчик фильтра на 20
SENS:AVER ON            ' Включить фильтр с повторяющимся средним

```

Математические преобразования.

$mX+b$ и $m/X+b$ (обратное)

Данные математические преобразования применяются к результатам дельта-теста, импульсного дельта-теста и измерения дифференциальной проводимости. Подробнее о выполнении этих тестов см. в разделе 5

Преобразования $mX+b$ и $m/X+b$ изменяют результаты считывания дельта-тестов (X) в соответствии с математическими соотношениями:

$$Y = mX+b$$

$$Y = m/X+b$$

Где: X — прямой результат дельта-теста.

m и b — задаваемые пользователем значения масштабного коэффициента и смещения.

Y — конечный, отображаемый результат.

ПРИМЕЧАНИЕ

Изменение m или b для преобразования $mX+b$ также меняет их для преобразования $m/X+b$.

Настройка преобразований $mX+b$ и $m/X+b$

Для выбора и настройки преобразований $mX+b$ и $m/X+b$ нажмите CONFIG и затем MATH. Выберите математическую функцию ($MX+B$ или $M/X+B$) и введите требуемые параметры (m и b). После выбора функции преобразования оно может быть активизировано нажатием клавиши MATH. Индикатор MATH загорится, показывая тем самым, что математические преобразования активизированы.

Удаленное программирование математических преобразований.

Команды для установки преобразований $mX+b$ и $m/X+b$ приведены в Таблице 6-3

Таблица 6-3

Команды математических преобразований

Команда	Описание	По умолчанию
CALCulate[1]:FORMat <name>	Выбрать формат преобразования <name> = NONE, MXB или RECIprocal	MXB
CALCulate[1]:KMATH:MMFactor <NRf>	Установить коэффициент m для $mX+b$ и $m/X+b$ <NRf> = от $-9.99999e20$ до $9.99999e20$	0.1
CALCulate[1]:KMATH:MA1Factor <NRf>	Установить коэффициент m для $mX+b$ и $m/X+b$ (тоже что и MMFactor)	1.0
CALCulate[1]:KMATH:MBFactor <NRf>	Установить коэффициент b для $mX+b$ и $m/X+b$ <NRf> = от $-9.99999e20$ до $9.99999e20$	0.0
CALCulate[1]:KMATH:MA0Factor <NRf>	Установить коэффициент b для $mX+b$ и $m/X+b$ (то же, что и MBFactor)	0.0
CALCulate[1]:STATe 	Включить или отключить вычисления CALC1	OFF
CALCulate[1]:DATA[:LATest]?	Вывести последний результат вычисления CALC1	
CALCulate[1]:DATA:FRESH?	То же, что и CALC1:DATA?, но результат может быть выведен только один раз	

Пример использования команд – $mX+b$

Данная последовательность команд производит разовое вычисление $mX+b$ и выводит результат на дисплее компьютера. Необходимо помнить, что дельта-тест, импульсный дельта-тест и измерение дифференциальной проводимости должны быть запущены во время вызова команд чтения CALC1.

```

CALC1:FORM MXB           ' Выбрать преобразование  $mX+b$ 
CALC1:KMATH:MMF 2e-3     ' Установить масштабный фактор  $m$  равным  $2e-3$ 
CALC1:KMATH:MBF 5e-4     ' Установить смещение ( $B$ ) равным  $5e-4$ 
CALC1:STAT ON           ' Включить CALC1 (математические преобразования)
CALC1:DATA?             ' Запросить результаты CALC1

```

Буфер

Устройство 622х оснащено буфером (хранилищем данных) для хранения результатов и сопутствующих данных размером от 1 до 65536 записей. Записи в буфере – это показания устройства 2182/2182А, обработанные устройством 622х в рамках дельта-тестирования (простого, импульсного дельта-теста и измерения дифференциальной проводимости). Также в буфере сохраняется статистика показаний, включая максимум и минимум, среднее, стандартное отклонение и размах колебания (от пика к пику).

При управлении с передней панели буфер всегда находится в активном состоянии (включен). Результаты математических преобразований дельта-значений всегда записываются в буфер.

Удаленное управление предоставляет больше возможностей при управлении буфером:

- Буфер может быть отключен.
- Во включенном состоянии в буфер можно записывать результаты как до, так и после их преобразования математическими функциями.
- Временные метки могут задаваться в абсолютном или относительном (дельта) формате.

ПРИМЕЧАНИЕ

В данном разделе приведены только команды считывания из буфера. Для более полной информации по командам буфера обратитесь к разделу 6 Справочного руководства.

Свойства буфера

Размер буфера

Размер буфера автоматически устанавливается таким образом, чтобы вместить все результаты планируемого дельта-теста. Например, если тест настроен на прием 1000 показаний, размер буфера будет установлен равным 1000.

Если дельта-тест настроен на непрерывный прием показаний, размер буфера будет установлен на максимум (65536 показаний). После записи 65536 показаний выполнение дельта-теста продолжится, но запись показаний производиться не будет.

Элементы данных буфера.

Элементы данных записываются вместе с каждым показанием. Элементы данных, выводимые при управлении с **передней панели**, показаны на рисунке 6-1 и включают следующую информацию: номер измерения, временная метка, единицы измерения и величина тока источника на выходе.

При удаленном управлении строка с показаниями, возвращаемая по запросу команды чтения, содержит показания и элементы данных в следующем порядке:

Показание с единицами измерения, Временная метка, Ток источника, Среднее напряжение, Состояние допустимых пределов напряжения и Номер показания.

Статистика буфера

Для показаний, сохраненных в буфере доступна следующая статистика:

- MIN и MAX содержат минимальное и максимальное значения из записанных в буфере. Они также указывают место расположения этих показаний в буфере.
- Величина размаха PK-PK (от пика до пика) также хранится в буфере:
PK-PK = MAX-MIN
- Среднее по показаниям в буфере Mean, вычисляется следующим образом:

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

Где X_i — сохраненное показание,
 n — число сохраненных показаний.

- Значение стандартного отклонения показаний STD DEV, вычисляемое следующим образом:

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

Где X_i — сохраненное показание,
 n — число сохраненных показаний,
Avg — среднее по сохраненным показаниям.

Время записи показаний

Каждое показание, записанное в буфер, имеет временную метку. Абсолютное время отсчитывается от начала записи первого показания в буфер, время записи для которого 0.0с.

Запись показаний

Буфер, если только он не был отключен с помощью команды удаленного управления, всегда находится в активном состоянии (включен) и автоматически заполняется показаниями, прошедшими обработку с помощью математических функций.

Просмотр показаний

Показания в буфере — для просмотра записанных показаний нажмите **RECALL** и перемещайтесь с помощью клавиш редактирования, показанных на рисунке 6-1.

Статистика буфера — находясь в режиме просмотра показаний RECALL, воспользуйтесь клавишами EDIT/LOCAL (см. рис. 6-1). Каждое нажатие покажет следующий пункт статистики. После отображения последнего пункта статистики (стандартное отклонение, Std Dev) нажатие EDIT/LOCAL отобразит сохраненные показания.

По окончании нажмите **EXIT** для возврата экрана в прежнее состояние.

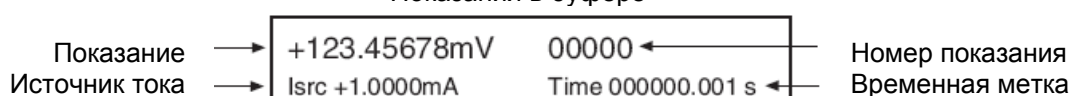
Рисунок 6-1

Просмотр показаний в буфере

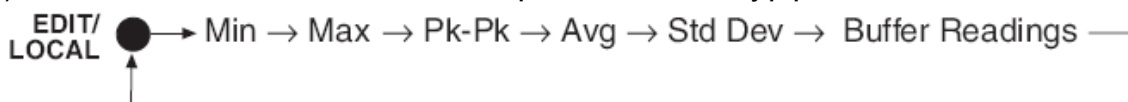
А) Клавиши на передней панели для просмотра показаний в буфере



Показания в буфере



Б) Использование клавиши EDIT/LOCAL для отображения статистики буфера



Команды управления и просмотра содержимого буфера в режиме удаленного управления приведены в Таблице 6-4.

Таблица 6-4

Команды управления и просмотра содержимого буфера

Команда	Описание	По умолчанию
TRACe:DATA?	Запросить все показания в буфере	
CALCulate2:FORMat <name>	Выбрать пункт статистики: <name> = MEAN, SDEViation, MAXimum, MINimum или PKPK	MEAN
CALCulate2:STATe 	Включить или отключить вычисление = ON или OFF	OFF
CALCulate2:IMMediate	Произвести выбранные вычисления с показаниями в буфере	
CALCulate2:DATA?	Считать статистику показаний в буфере.	

Раздел 7

Функции формы сигнала (только для модели 6221)

Обзор функции формы сигнала

В таблице 7-1 приведены основные характеристики четырех функций формы сигнала, имеющих в модели 6221. В последующих разделах приведено детальное описание их различных аспектов.

Таблица 7-1

Характеристики функции формы сигнала

Форма сигнала	Характеристики
Синусоида	Частота: от 1 мГц до 100 кГц Амплитуда: от 1 пА до 105 мА в пике Диапазон: от 2 нА до 100 мА Смещение: от 0 до ± 105 мА Фазовая метка: от 0° до 360° Продолжительность: от 100 нс до 999999,999 с
Меандр	Частота: от 1 мГц до 100 кГц Амплитуда: от 1 пА до 105 мА в пике Диапазон: от 2 нА до 100 мА Смещение: от 0 до ± 105 мА Коэффициент заполнения: от 0 до 100% Фазовая метка: от 0° до 360° Продолжительность: от 100 нс до 999999,999 с
Пилообразная	Частота: от 1 мГц до 100 кГц Амплитуда: от 1 пА до 105 мА в пике Диапазон: от 2 нА до 100 мА Смещение: от 0 до ± 105 мА Коэффициент заполнения: от 0 до 100% Фазовая метка: от 0° до 360° Продолжительность: от 100 нс до 999999,999 с
Произвольная	Частота: от 1 мГц до 100 кГц Амплитуда: от 1 пА до 105 мА в пике Диапазон: от 2 нА до 100 мА Смещение: от 0 до ± 105 мА Число точек: от 2 до 65535 Фазовая метка: от 0° до 360° Продолжительность: от 100 нс до 999999,999 с

Настройка формы сигнала

ПРИМЕЧАНИЕ	Пользовательские настройки не могут быть сохранены или восстановлены, пока инициализирован или запущен режим формирования сигнала Wave. При попытке это сделать устройство выдаст ошибку +413 Not allowed with mode arm (невозможно при инициализированном режиме)
-------------------	--

Редактирование параметров

При редактировании численных значений и перемещении по пунктам меню клавиши AMPL и FREQ также имеют функцию клавиш перемещения влево и вправо, соответственно.

Установка амплитуды и смещения

Меню настройки амплитуды и смещения устройства 6221 связаны между собой особыми правилами редактирования. Чтобы изменить значение амплитуды, нажмите клавишу AMPL, используйте клавиши перемещения для выбора цифры и вращающуюся ручку для изменения значения. Клавиши управления диапазоном «вверх-вниз» используются для изменения диапазона амплитуды. После завершения установки диапазона и значения амплитуды перейдите в меню смещения (CONFIG->WAVE->OFFSET) для установки значения смещения.

Амплитуда и единицы

Диапазон амплитуды для всех форм сигнала может быть установлен в пределах от 1 пА до 105 мА (пиковое значение). Разница между нижним и верхним пиками соответствует удвоенному значению настройки амплитуды. Например, значение амплитуды, установленное на 1 мА, дает разницу между нижним и верхним пиками 2 мА.

При управлении с передней панели величина амплитуды может задаваться в единицах среднеквадратичных или пиковых значений. По умолчанию выбрана единица пикового значения, а выбор среднеквадратичных значений применим только к синусоидальной ($RMS = 0,70710678 \times \text{пик}$) или треугольной ($RMS = 0,57735027 \times \text{пик}$) форме сигнала и будет проигнорирован для остальных форм.

Настройка диапазонов

Способы выбора диапазонов

Диапазон может быть двух типов:

BEST FIXED — на стадии инициализации режима формирования сигнала будет автоматически выбран наилучший диапазон, основываясь на установленных параметрах амплитуды и смещения.

FIXED — сигнал будет формироваться с диапазоном, установленным во время инициализации режима (после проверки на наличие ошибок). При использовании этого варианта необходимо убедиться, что выбранного диапазона достаточно для установленных значений амплитуды и смещения.

Установка диапазона для сигнала произвольной формы

Произвольная форма сигнала описывается в единицах от -1 до +1. Например:

Выбор диапазона: BEST (наилучший)

Амплитуда: 10 мА (пиковое)

Смещение: 0 мА

Наилучший диапазон: от -1 до +1,

Такие настройки будут соответствовать сигналу с разницей между нижним и верхним пиками в 20 мА при диапазоне 20 мА.

Частота

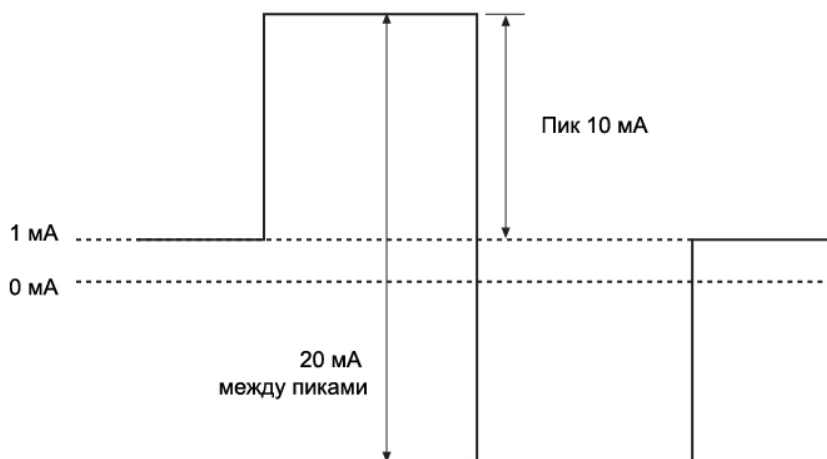
Значение частоты для синусоиды, меандра, пилообразной и произвольной форм сигнала можно задавать в пределах от 1 мГц до 1 кГц. Период обратно пропорционален частоте: $1/f$. Например, сигнал с частотой 1 кГц имеет период 1 мс.

Смещение

Установка смещения позволяет задать смещение сигнала на величину постоянного тока. На рисунке 7-1 показан пример смещения в 1 мА, добавленного к меандру с амплитудой в 10 мА (разница между нижним и верхним пиками составляет 20 мА).

Рисунок 7-1

Пример смещения



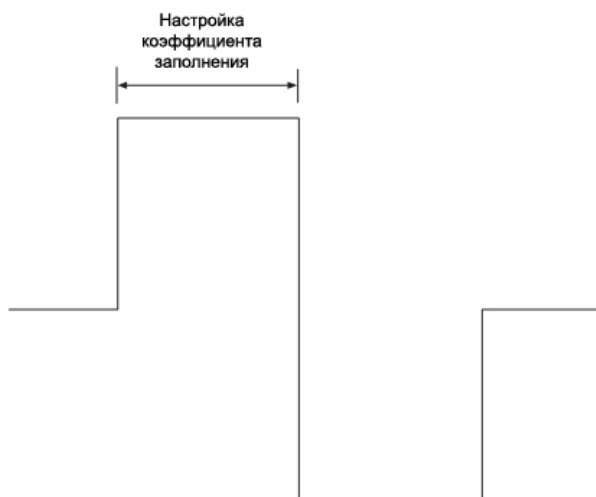
Коэффициент заполнения

Коэффициентом заполнения для меандра на рисунке 7-2А называется часть цикла, при которой сигнал находится выше среднего значения по всему периоду. Для пилообразного сигнала на рисунке 7-2Б коэффициент заполнения соответствует возрастающей части сигнала. Величина 50% соответствует симметричной треугольной форме сигнала. Сигнал слева на рисунке 7-2Б имеет коэффициент заполнения 100%, посередине — 0%, справа — 50%. Настройка маркера на 0° для пилообразного сигнала соответствует минимальному уровню сигнала в начальной точке подъема. Для синусоиды и меандра настройка маркера 0° является точкой пересечения нулевой линии.

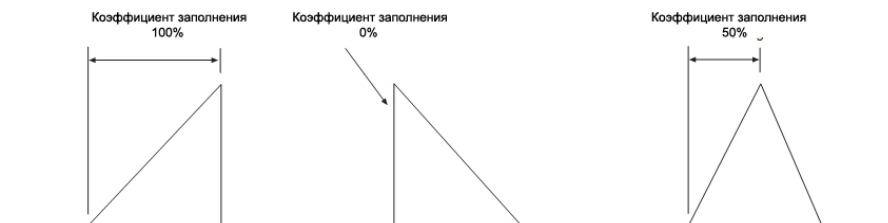
Рисунок 7-2

Коэффициент заполнения

А. Коэффициент заполнения меандра



Б. Коэффициент заполнения пилообразного сигнала



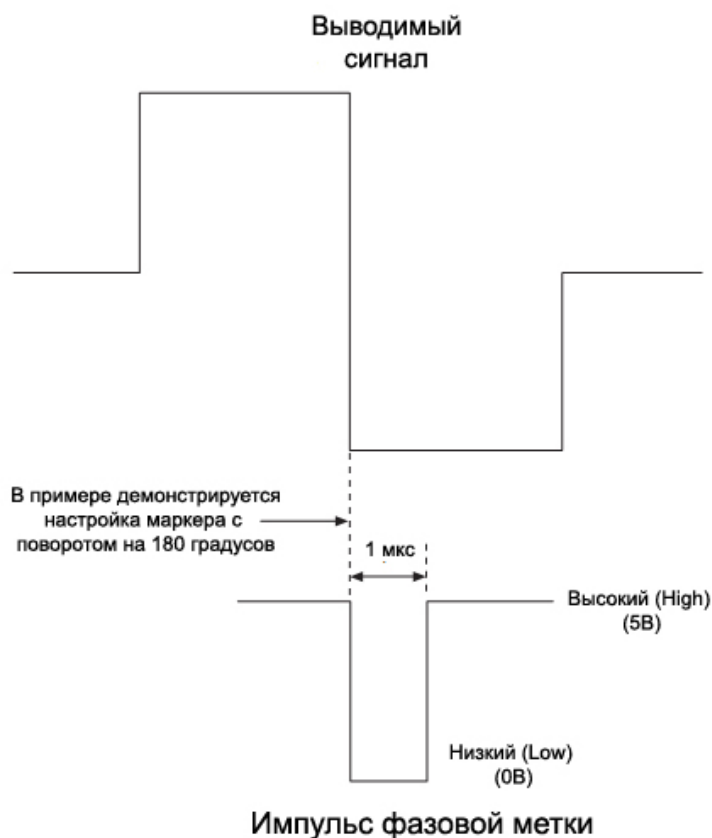
Фазовая метка

Фазовая метка (рис. 7-3) позволяет задать импульсный маркер, выделяющий конкретное состояние сигнала в диапазоне от 0° до 360° . Фазовая метка представляет собой микросекундный импульс, подающийся на определенную линию соединения с внешним триггером (для дополнительной информации по соединениям с внешними источниками запуска и их обозначениям см. раздел 8 «Справочного руководства»). Пользователь может указать, какую линию вывода сигнала запуска использовать для получения импульса фазовой метки (по умолчанию это линия 3), но не может использовать ту же самую линию, по которой выводится внешний сигнал запуска (по умолчанию 2), или линию ввода внешнего сигнала запуска (по умолчанию 0 или отключено).

Фазовая метка 0° для пилообразного сигнала соответствует минимальному значению на выходе в начале возрастания сигнала. Для синусоиды и меандра метка 0° соответствует точке пересечения нулевой линии

Рисунок 7-3

Фазовая метка



Длительность сигнала

Данный параметр определяет продолжительность формирования заданного сигнала на выходе. Длительность может задаваться в диапазоне от 100 нс до 999999,999 с, количество циклов — от 0,001 до 99999999900 (при условии, что во временном эквиваленте отношение числа циклов к частоте не превышает заданную длительность), либо может быть установлен непрерывный режим (настройка INFinite). При управлении с передней панели можно задавать длительность от 0,001с до 999999,999 с, а число циклов как целое значение от 1 до 99999999900.

При инициализации режима формирования сигнала время подачи сигнала определяется на основании непосредственной настройки продолжительности или вычисляется на основании указанного числа циклов или продолжительности. Длительность сигнала не может быть изменена при инициализированном режиме. Если частота сигнала будет изменена при инициализированном режиме, установленное время выполнения останется неизменным. Эквивалентное значение времени не будет пересчитано, даже если изначально оно было задано в количестве циклов. Если требуется получить то же число циклов при новой частоте, необходимо выйти из инициализированного состояния и войти заново для пересчета времени подачи сигнала.

Запуск сигнала по внешнему триггеру.

Устройства 6221 с прошивкой версии A03 и позднее имеют режим запуска сигнала произвольной формы по линиям запуска прибора. В данном режиме, устройство ожидает внешнего пускового импульса на указанной линии запуска и начинает формирование заданного сигнала в течение 1мкс от задней границы пускового импульса.

В данном разделе руководства приводится только обобщенное описание настроек с использованием передней панели и команд удаленного управления, используемых для работ с данным режимом. Полное описание см. в разделе 7 «Справочного руководства».

Управление режимом формирования сигнала с передней панели

Меню режима формирования сигнала

Для настройки параметров и функции формирования сигнала нажмите CONFIG, затем WAVE, после чего выберите параметры в соответствии с вариантами настроек, приведенными ниже в таблице 7-2. Подробное описание процедур по каждому типу функции формирования сигнала см. далее.

Таблица 7-2

Меню настройки формирования сигнала

Пункты меню	Описание
TYPE SINE SQUARE RAMP ARBx	Выбор формы сигнала: синусоида меандр пилообразный произвольная, определяемая пользователем ¹ . x = от 0 до 4.
OFFS	Ввод смещения по постоянному току (от 0 до ± 105 мА)
AMPL-UNIT	Выбор единиц измерения амплитуды (пиковое (PEAK) или среднеквадратическое (RMS))
DUTY-CYCLE	Ввод коэффициента заполнения (от 0 до 100%)
PH-MKR STATE OUTPUT-POINT OUTPUT-LINE	Выбор фазовой метки и пускового канала: Включение фазовой метки (ON или OFF) от 0 до 360° Канал вывода сигнала запуска (OFF или от #1 до #6)
DURATION INFINITE SET-TIME SET-CYCLES	Длительность сигнала: Непрерывный сигнал Длительность по времени (от 0,001с до 999999,999 с) Длительность по циклам (от 0,001 до 99999999900)
RANGING BEST-FIXED FIXED	Метод определения диапазона для выбранной функции: Выбрать лучший диапазон по величине амплитуды Остаться в заданном диапазоне при инициализации

1. Произвольная форма сигнала может быть задана только в режиме удаленного управления. Позиция 0 соответствует энергозависимой памяти, позиции 1-4 соответствуют энергонезависимой памяти и сохраняются при отключении питания.

2. Запуск вывода по сигналу от внешнего источника возможен при прошивке версии A03 и выше. Подробнее см. в разделе 7 Справочного руководства.

Таблица 7-2 (продолжение)
Меню настройки формирования сигнала

Пункты меню	Описание
MORE	Показать дополнительные пункты меню:
TRIG-MODE MAN/BUS NONE TLNK-#1 #2 #3 #4 #5 #6	Настройка синхронного запуска по сигналу от внешнего устройства: ² Отключить режим запуска по сигналу от внешнего устройства (по умолчанию) Включить режим запуска по сигналу от внешнего устройства без выбора линии. Включить режим запуска по сигналу от внешнего устройства по линии 1. Включить режим запуска по сигналу от внешнего устройства по линии 2. Включить режим запуска по сигналу от внешнего устройства по линии 3. Включить режим запуска по сигналу от внешнего устройства по линии 4. Включить режим запуска по сигналу от внешнего устройства по линии 5. Включить режим запуска по сигналу от внешнего устройства по линии 6.
RE-TRIG IGNORE-TRIG RESTART- IMMEDIATELY	Поведение при повторном получении внешнего сигнала запуска: Игнорировать последующие сигналы запуска во время вывода формы волны. Перезапустить вывод формы волны немедленно после получения сигнала запуска
INACTIVE-VAL	Установка значения на выходе перед и после запущенной формы волны.

1. Произвольная форма сигнала может быть задана только в режиме удаленного управления. Позиция 0 соответствует энергозависимой памяти, позиции 1-4 соответствуют энергонезависимой памяти и сохраняются при отключении питания.

2. Запуск вывода по сигналу от внешнего источника возможен при прошивке версии A03 и выше. Подробнее см. в разделе 7 Справочного руководства.

Формирование синусоидального сигнала

1. При использовании фиксированного диапазона необходимо установить его так, чтобы он охватывал значения как амплитуды, так и смещения.

2. Выполните следующие настройки формы сигнала:

- a. Нажмите CONFIG, затем WAVE для входа в меню настройки функции сигнала.
- b. Выберите TYPE и нажмите ENTER.
- c. Выберите SINE и нажмите ENTER.
- d. Чтобы задать смещение по постоянному току, выберите OFFSET в меню настройки сигнала CONFIGURE WAVEFORM и установите желаемое значение.
- e. Чтобы воспользоваться фазовой меткой, установите STATE на ON, введите значение фазы в OUTPUT-POINT и номер канала получения сигнала запуска в OUTPUT-LINE.
- f. В том же меню CONFIGURE WAVEFORM выберите RANGING, нажмите ENTER и выберите BEST-FIXED или FIXED.
- g. В меню CONFIGURE WAVEFORM выберите DURATION и установите требуемую длительность сигнала.
- h. В меню CONFIGURE WAVEFORM выберите AMPL-UNIT и укажите требуемые единицы амплитуды (PEAK — пиковое, RMS — среднеквадратическое).
- i. Нажмите EXIT для возврата экрана в стандартное состояние.

3. Установите частоту и амплитуду:

- a. Нажмите клавишу FREQ и установите желаемую частоту.
- b. Нажмите клавишу AMPL и установите требуемую амплитуду.

4. Запустите формирование сигнала на выходе:

- a. Нажмите клавишу WAVE, чтобы инициализировать режим формирования сигнала.
- b. Нажмите TRIG, чтобы включить выход и начать формирование сигнала.
- c. Вывод сигнала будет прекращен по истечении установленного периода. Если продолжительность вывода сигнала установлена на бесконечное значение, прекратить формирование сигнала и отключить вывод можно нажатием клавиши EXIT.

Формирование сигнала произвольной формы

ПРИМЕЧАНИЕ	Произвольная форма сигнала не может быть задана при управлении с передней панели, но сигнал может быть подан на вход после настройки в соответствии с нижеприведенными инструкциями.
-------------------	---

1. При использовании фиксированного диапазона необходимо установить его так, чтобы он охватывал значения как амплитуды, так и смещения.

2. Выполните следующие настройки формы сигнала

- a. Нажмите CONFIG, затем WAVE для входа в меню настройки функции сигнала.
- b. Выберите TYPE и нажмите ENTER.
- c. Выберите ARBx, где x – это номер образца сигнала произвольной формы (0 -4).
- d. Чтобы задать смещение по постоянному току, выберите OFFSET в меню настройки сигнала CONFIGURE WAVEFORM и установите желаемое значение.
- e. Чтобы воспользоваться фазовой меткой, установите STATE на ON, введите значение фазы в OUTPUT-POINT номер канала получения сигнала запуска в OUTPUT-LINE.
- f. В том же меню CONFIGURE WAVEFORM выберите RANGING, нажмите ENTER и выберите BEST-FIXED или FIXED.
- g. В меню CONFIGURE WAVEFORM выберите DURATION и установите требуемую длительность сигнала.
- h. В меню CONFIGURE WAVEFORM выберите AMPL-UNIT и укажите требуемые единицы амплитуды (PEAK — пиковое, RMS — среднеквадратическое).
- i. Нажмите EXIT для возврата экрана в стандартное состояние.

3. Установите частоту и амплитуду:

- a. Нажмите клавишу FREQ и установите желаемую частоту.
- b. Нажмите клавишу AMPL и установите требуемую амплитуду.

Запустите формирование сигнала на выходе:

- a. Нажмите клавишу WAVE, чтобы инициализировать режим формирования сигнала.
- b. Нажмите TRIG, чтобы включить выход и начать формирование сигнала.
- c. Вывод сигнала будет прекращен по истечении установленного периода. Если продолжительность вывода сигнала установлена на бесконечное значение, прекратить формирование сигнала и отключить вывод можно нажатием клавиши EXIT.